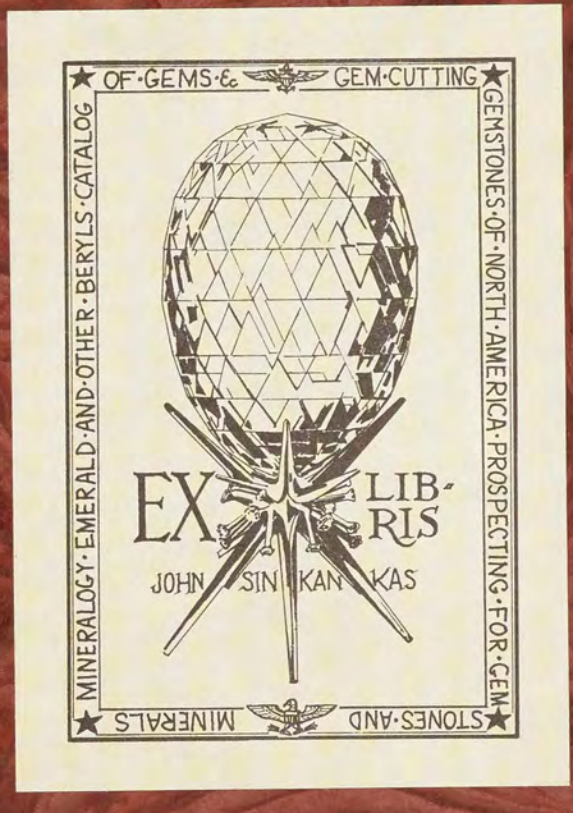

OF·GEMS·&·GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM
STONES·AND·MINERALS
MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
EX LIB-
RIS
JOHN SIN KAN KAS

Rousseau-Girard, Paris
7/18/70 112.00 (6 t. en 5 vol.).

(142)

c15

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME CINQUIÈME

DEUXIÈME SUPPLÉMENT
ET
INDEX GÉOGRAPHIQUE
DRESSÉ AVEC LE CONCOURS DU
COLONEL AZÉMA

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21
1913

Tous droits réservés

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

Le présent volume a été publié en deux fascicules, parus le premier (pages 1 à 304) en janvier 1893, le second en décembre 1895.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

KTL014354
t.1, c.1

A. LACROIX
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME PREMIER

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE

1893-95
Tous droits réservés

A. LACROIX

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME PREMIER
(PREMIÈRE PARTIE)

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE

1893
Tous droits réservés

TABLE DES MATIÈRES

DE LA PREMIÈRE PARTIE DU TOME I

Introduction v
Observations générales... xi
Staurotide 1
Dumortiérite 15
Calamine 19
Andalousite (*chiastotite*).. 25
Sillimanite (*fibrolite*)..... 50
Topaze 59
Disthène 65
Datholite 74
Groupe de la tourmaline.. 78
Carpholite 111
Bertrandite 113
Groupe des humites..... 119
Ardennite 124
Groupe des épidotes..... 127
1. Zoisite..... 128
2. Epidote..... 133
3. Piémontite..... 153
4. Allanite..... 156
Idocrase 159
Groupe des péridots..... 169
1. Olivine 170
2. Fayalite..... 195
3. Titanolivine..... 198
Phénacite..... 201
Groupe des grenats.. 206
1. Grossulaire 217
2. Ouwarowite..... 228
3. Mélanite 230
4. Pyrope 235
5. Almandin 239
6. Spessartine..... 254
Dioptase..... 257
Chrysocole..... 263
Prehnite (*koupholite*)..... 264
Axinite..... 277
Friedelite 302

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

Réimpression (1911) conforme à l'original de 1893, sauf correction des erratas et addition de renvois au supplément du tome IV.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

A. LACROIX

MINÉRALOGIE

DE LA FRANCE

ET

DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME PREMIER

(PREMIÈRE PARTIE)

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE

1893

Tous droits réservés

INTRODUCTION

La lecture des traités de minéralogie les plus récents, l'étude de nos grandes collections publiques tendent à faire considérer la France comme fort pauvre en minéraux. Le fait paraît étrange, quand on jette les yeux sur une carte géologique de notre pays, et que l'on constate le grand développement qu'y prennent les schistes cristallins et les formations paléozoïques, les roches éruptives anciennes et les roches volcaniques modernes.

Il n'est pas nécessaire cependant d'étudier bien à fond les Pyrénées, la Bretagne, le Plateau Central, le Dauphiné et les Vosges pour s'assurer que cette pauvreté en minéraux n'est qu'apparente et n'est qu'une conséquence du peu de faveur dont jouissent chez nous les études minéralogiques sur le terrain et les exploitations minières.

Il y a longtemps que ce fait m'a frappé et que j'ai commencé à recueillir tous les documents pouvant intéresser la minéralogie de la France.

J'ai visité la plupart des gisements anciennement connus, j'en ai découvert moi-même de nouveaux[1] ; enfin j'ai étudié plusieurs

1. Quelques-uns d'entre eux ont été brièvement décrits dans les *Comptes Rendus* et le *Bulletin de la Société française de Minéralogie*.

collections publiques ou particulières qui m'ont permis de compléter mes recherches personnelles.

Attaché depuis quatre ans au service de la Carte géologique détaillée de la France, avec mission spéciale d'étudier les terrains anciens et les formations éruptives de la chaîne des Pyrénées, j'ai pu aborder méthodiquement l'étude minéralogique de cette intéressante région. Les résultats que j'ai déjà obtenus sont importants, ainsi qu'on pourra en juger au cours de cet ouvrage.

J'ai du reste été guidé dans ces recherches par les observations que j'ai faites en visitant les gisements connus de plusieurs régions de l'Europe et de l'Amérique du Nord.

Les matériaux que j'ai amassés étant déjà très nombreux, j'ai pensé faire œuvre utile en les publiant dès à présent, bien que quelques parties de la France n'aient encore été étudiées que d'une façon très sommaire à ce point de vue.

La publication de mon ouvrage devant durer environ deux ans, il me sera donc possible de le faire bénéficier des recherches qui pourront être faites pendant ce temps. Plus tard, des suppléments successifs viendront compléter ces premiers documents.

J'ai donné à mon travail une forme didactique, afin que le lecteur ait sous la main tous les renseignements nécessaires à l'étude des minéraux que je décris, sans avoir besoin de recourir à un Traité de minéralogie.

J'ai cherché à exposer les propriétés cristallographiques et optiques d'une façon aussi claire que possible. L'emploi simultané des notations de Lévy-Des Cloizeaux et de Miller en facilitera la lecture à ceux qui ne sont pas familiarisés avec le système d note ation français. Si le système de Miller se recommande pour les facilités qu'il fournit au calcul, celui de Lévy est incomparable pour la simplicité des notations dans le langage parlé et dans le dessin des cristaux.

Toutes mes données numériques (angles des cristaux, densité, indices de réfraction, biréfringence, angle des axes optiques, composition chimique) résultent de l'étude de minéraux de gisements français. Le plus grand nombre d'entre elles me sont personnelles.

Toutes les fois que cela a été possible, ce sont les cristaux mesurés et étudiés au point de vue optique qui ont été analysés.

Dans la plupart des traités de minéralogie, on s'occupe presque exclusivement des minéraux *macroscopiques* ; l'étude des minéraux *microscopiques*, et particulièrement de ceux qui constituent les roches, est reléguée dans des ouvrages spéciaux et considérée comme appartenant au domaine de la géologie.

Une semblable distinction n'a plus sa raison d'être aujourd'hui. La connaissance que nous avons des propriétés des minéraux observés en cristaux macroscopiques permet d'étudier les mêmes substances faisant partie intégrante des roches et inversement, l'étude des propriétés optiques ou des particularités de structure des minéraux des roches est d'un précieux secours pour l'établissement définitif de l'histoire d'un grand nombre d'espèces minérales.

L'étude des roches est donc inséparable de celle des minéraux, et je me suis préoccupé de suivre chacune des espèces que j'ai eu l'occasion de rencontrer en France dans toutes ses manières d'être et dans tous ses gisements.

Lorsque les propriétés physiques et chimiques d'un minéral sont définitivement établies, son histoire n'est pas complète. Il joue un certain rôle dans la nature ; les formes souvent si nombreuses et si différentes que l'on rencontre dans une même espèce minérale sont une conséquence des conditions physiques de sa cristallisation. La recherche de ces conditions de cristallisation ne peut se faire dans le laboratoire. La connaissance exacte de la nature du gisement et des formes cristallines

que l'on rencontre dans chacun d'eux permettra seule d'arriver à la solution de cet intéressant problème. J'y ai apporté tous mes soins, et les conclusions auxquelles je suis arrivé constitueront le chapitre final de mon travail.

Dès à présent, je puis faire remarquer que pour un certain nombre de minéraux, tels que, par exemple, l'*andalousite*, les *grenats*, le *dipyre*, l'*albite*, etc., les formes et les particularités de structure sont si typiques pour chacun de leurs gisements différents que dans une région déterminée, telle que les Pyrénées, il est possible, la carte géologique étant donnée, d'indiquer *a priori* où l'on aura des chances de rencontrer des gisements de ces minéraux, et quelles seront leurs formes dominantes dans chacun d'eux.

Il est une autre question qui m'a paru intéressante à mettre en lumière. Lorsqu'un minéral est parvenu à son complet développement cristallin, son évolution n'est pas achevée. Il est soumis à de nombreuses forces physiques ou chimiques tendant à le modifier, le transformer ou le détruire.

Je me suis attaché à la description de ces phénomènes et j'ai suivi, notamment, la transformation de certaines espèces les unes dans les autres par voie de pseudomorphoses. Les observations microscopiques m'ont été d'un grand secours à ce point de vue.

Dans l'étude de la distribution géographique des minéraux français, je ne me suis pas toujours astreint à rester dans les limites politiques de notre pays, et il m'est arrivé souvent d'étudier les minéraux provenant des régions naturelles se prolongeant au delà des frontières ; j'ai, du reste, toujours eu soin d'indiquer ces gisements entre crochets.

A la fin de l'ouvrage, je donnerai des tables géographiques aussi complètes que possible, qui faciliteront les recherches du lecteur.

En ce qui concerne nos colonies, je n'ai eu malheureusement que des résultats très incomplets ; j'espère pouvoir combler cette lacune dans des suppléments ultérieurs.

Tout en donnant dans cet ouvrage la place la plus large possible à mes observations personnelles, je n'ai jamais négligé de signaler les travaux antérieurs et d'indiquer scrupuleusement les emprunts que je leur ai faits.

Quelques descriptions ou catalogues de minéraux de régions limitées m'ont été d'un grand secours. Je citerai en particulier la *Description des minéraux de la Loire-Inférieure*, par M. Baret, la *Minéralogie du Puy-de-Dôme*, de M. Gonnard, *celle du Morbihan*, par M. de Limur.

En ce qui concerne les gisements que je n'ai pas visités moi-même, j'ai eu souvent beaucoup de peine à les classer dans les groupements géologiques que mes propres observations m'ont conduit à établir. Il y a là une source inévitable d'incertitudes qui a été signalée chaque fois que l'occasion s'en est présentée.

Au cours de ce travail, j'ai contracté de nombreuses dettes de reconnaissance. Je dois, tout d'abord, remercier — mon savant maître, M. des Cloizeaux, qui m'a prodigué, de longue date, ses leçons et ses encouragements, et qui a mis libéralement à ma disposition ses documents personnels et ceux de la collection minéralogique du *Museum d'histoire naturelle* , — mes maîtres, MM. Fouqué et Michel Lévy, auprès desquels je travaille depuis dix ans ; je leur suis redevable de leurs leçons, de leurs conseils et des observations personnelles qu'ils m'ont communiquées sur les régions dont ils ont fait la carte géologique ; — MM. Friedel et Mallard, dont la bienveillance m'a été d'un grand secours pour l'étude de la collection de l'*École des Mines*, dans laquelle j'ai été guidé par l'inépuisable obligeance de M. Richard ; — MM. Daubrée et Damour, qui ont bien voulu me fournir de précieux renseignements et m'ouvrir leurs collections.

Je tiens aussi à rendre un pieux hommage à la mémoire de mon grand-père, qui a été mon premier maître en minéralogie, et qui m'a laissé de nombreux minéraux, recueillis par lui dans les anciens gisements de Saône-et-Loire et du Rhône.

Enfin je ne veux pas oublier tous ceux qui, pour une part plus ou moins grande, ont contribué à me procurer des documents provenant de leurs collections personnelles ou de celles qui sont confiées à leurs soins. Je citerai particulièrement MM. Barrois, Bergeron, E. Bertrand, L. Bertrand, M. Bertrand, Besnard du Temple, Bézier, Bleicher, Boule, Brun, L. Bureau, Caralp, Caraven Cachin, Cayeux, Chamussy, Curie, Delage, Deperet, Desharnoux, Dorlodot d'Arment, Duparc, de Fréminville, Fre Euthyme, P. Gautier, Garreau, Grandidier, Gonnard, Gorecki, de Gramont, Haug, Jannettaz, Kampman, de Lapparent, de Launay, Latteux, Léon, Le Roux, Le Tellier, de Mauroi, L. Michel, Morineau, Munier-Chalmas, Œhlert, Offret, Ply, Potier, Pouyanne, Rouast, Rames, Segond, Seunes, Thollon, Vélain, Wallerant, Zeiller, etc.

Je tiens à adresser des remerciements tout spéciaux à MM. Baret, Frossard, Gourdon, de Limur, qui ont mis à mon entière disposition leurs collections, et n'ont jamais hésité au sacrifice d'un échantillon rare toutes les fois que l'intérêt d'une recherche l'a exigé.

J'espère que tous ceux qui liront ces lignes s'intéresseront à mon œuvre et voudront bien me continuer leur bienveillant concours pour m'aider à son achèvement.

Paris, 1er juillet 1892 (Collège de France).

A. LACROIX.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES

J'ai divisé cet ouvrage en deux volumes; l'un d'eux contiendra tous les minéraux, sauf les silicates et les titanates ; l'autre ces derniers minéraux.

Bien que j'aie suivi une classification chimique peu différente de celle qui a été employée par M. Groth, j'ai étudié dans mon premier volume les *silicates* et les *titanates* qui, logiquement, devraient constituer le second volume. J'ai cru pouvoir me permettre cette interversion pour les raisons suivantes : dans un travail comme le mien, destiné à la description des minéraux d'une région limitée, la classification n'a pas une grande importance, puisqu'un très grand nombre d'espèce et même de groupes y manquent complètement. D'autre part, j'ai recueilli sur les silicates beaucoup de faits nouveaux, que je désire faire connaître le plus tôt possible.

Je résumerai ici rapidement les observations communes à toutes mes descriptions.

J'ai fait suivre le nom de chaque minéral de la formule chimique à laquelle ont conduit les recherches les plus récentes.

L'indication du système cristallin est suivie des dimensions de la forme primitive, mises sous la forme adoptée par M. des Cloizeaux dans son *Manuel de minéralogie*. J'ai cru bon d'ajouter entre crochets les valeurs des paramètres rapportés aux axes généralement employés par les minéralogistes étrangers.

Formes observées. Pour le système de Miller, je me suis conformé aux conventions en usage dans le *Bulletin de la Société française de minéralogie* (Voy. t. I, 13. 1879) et dans le *Zeitschrift für Krystallographie*. De même pour les systèmes hexagonal et rhomboédrique, j'ai fait usage des symboles à quatre caractéristiques de Bravais.

Les formes énumérées sont *exclusivement* celles qui ont été observées sur les cristaux des gisements décrits dans cet ouvrage.

Macles, angles mesurés. Il en est de même pour les macles et les angles mesurés : des initiales indiquent le nom des observateurs et des localités où ont été recueillis les cristaux. Lorsque mes mesures n'ont pas été satisfaisantes, je me suis contenté de donner les angles calculés, correspondant aux faces citées plus haut.

Par macles d'origine secondaire, j'ai désigné les macles produites par compression ou choc, soit qu'elles aient pu être déjà déterminées artificiellement, soit que l'observation optique m'ait montré leur postériorité aux déformations mécaniques subies par les cristaux qui les présentent.

Faciès des cristaux. Dans ce paragraphe, je me suis occupé des directions d'allongement, d'aplatissement des cristaux, directions qui jouent un certain rôle dans le diagnostic de chaque minéral, et qui sont souvent particulières à des gisements déterminés. Les stries, cannelures, irrégularités des faces, l'hémiédrie, l'hémimorphisme des cristaux sont également traités dans ce paragraphe.

Déformations mécaniques. Les minéraux d'un grand nombre de gisements, et particulièrement de ceux que l'on observe dans les régions disloquées, ont subi l'influence des mouvements orogéniques ; ils présentent souvent alors des déformations qui ont été étudiées en détail.

Clivages. J'ai réuni dans ce paragraphe les clivages et la cassure. J'ai désigné par *plans de séparation* ce que les minéralogistes étrangers appellent *glidingplanes*, *gleitflächen* (ex. plans de séparation h^1 (100) du diallage, p (001) du pyroxène). Ils diffèrent des clivages proprement dits en ce qu'ils sont d'origine secondaire, qu'ils ont été produits généralement par compression, et sont souvent accompagnés de macles.

Dureté, densité. Après avoir indiqué la dureté et la densité particulières à l'espèce, j'ai donné le plus grand nombre possible de mesures de densité faites sur les échantillons des gisements que j'ai étudiés. Elles ont été prises par la méthode de la balance hydrostatique pour les minéraux de densité supérieure à 3, 3, et à l'aide des liqueurs denses pour les minéraux plus légers.

Coloration. J'ai donné ici la couleur des cristaux vus sans instruments d'optique, l'éclat, la couleur de leur poussière, ainsi que les caractères de transparence.

Inclusions. Les inclusions caractéristiques et particulièrement celles dont la présence peut faire varier la composition chimique d'une façon notable ont été étudiées avec soin. Je ne me suis pas préoccupé, bien entendu, des inclusions que l'on rencontre occasionnellement et qui sont, par suite, dépourvues de généralités.

Propriétés optiques. De même que dans l'ouvrage « *Les Minéraux des Roches* » que nous avons publié, M. Michel Lévy et moi [1], j'ai toujours considéré l'ellipsoïde des indices, dont les trois, axes n_g n_m et n_p sont les trois indices principaux de réfraction. Ils correspondent respectivement aux notations α, β, γ employées par M. des Cloizeaux dans son *Manuel de minéralogie*, aux indices γ, β, α et aux axes d'élasticité c a b des auteurs allemands.

1. *Les minéraux des Roches*, Baudry, 1888, in-8

Les indices ont été mesurés soit par la méthode du prisme, soit par le procédé de la réflexion totale, à l'aide du réfractomètre de M. E. Bertrand. Dans ce cas, il en a été fait mention spéciale.

La biréfringence maxima a été, soit déduite de la mesure des indices, soit mesurée directement pour la lumière blanche à l'aide du comparateur de M. Michel Lévy. J'ai désigné, comme on le fait généralement, par 2 V l'angle réel des axes, par 2 E leur angle dans l'air, et par 2 H leur angle mesuré dans l'huile par M. des Cloizeaux. Les indices de l'huile employée par ce savant sont les suivants :

rouge.	jaune (Na).	vert.
1.466	1.468	1.4705

Quant à la notation 2 I, elle représente l'angle des axes mesuré dans l'*iodure de méthylène*, dont voici les indices donnés par M. Brauns (*N. J.* 1886. II. 76) :

Température.	Li.	Na.	Tl.
14° C.	1.7306	1.7424	1.7540
31° C.	1.71904	1.7200	1.7415

Entre ces limites de température, la valeur de ces indices décroît des quantités suivantes pour un accroissement de 1° C.

Li.	Na.	Tl.
0.0068	0.0071	0.0074

Dans un grand nombre de cas, les cristaux que j'ai eus à étudier étaient trop petits pour que la mesure de l'écartement des axes pût être faite par les méthodes ordinaires. Je me suis

alors servi du procédé indiqué par M. Mallard et consistant à mesurer, à l'aide d'un micromètre à fil mobile, la distance 2 *d* comprise entre les sommets des hyperboles d'une plaque perpendiculaire à la bissectrice aiguë.

En employant toujours le même objectif et en plaçant toujours la lentille mobile (lentille Bertrand) à la même place, l'écartement des axes dans l'air est donné par la formule :

$$\sin \mathrm{E} = \frac{d}{\mathrm{M}}$$

M étant une constante déterminée une fois pour toutes, à l'aide d'un minéral dont l'écartement des axes dans l'air (2 E) a été mesuré avec soin. Dans la pratique, il est indispensable d'avoir une série de constantes pour chacune des différentes positions que l'on peut être appelé à donner à la lentille Bertrand.

Quand l'écartement des axes (2 E) dépasse 100° environ, j'emploie un objectif et un condenseur en flint très réfringent, me permettant d'effectuer la mesure de 2 *d*, même quand cette valeur est très grande. Dans ces conditions, j'ai donné seulement l'angle réel des axes 2 V calculé à l'aide de la formule :

$$\sin \mathrm{V} = \frac{d}{\mathrm{M}n_{\mathrm{m}}}$$

Enfin, dans des cas spéciaux, lorsque le minéral à étudier est trop mince et trop peu biréfringent, l'emploi de la lentille Bertrand ne donne plus que des images incertaines sur lesquelles aucune mesure n'est possible. J'ai remédié à cet inconvénient de la façon suivante :

On sait qu'il est possible d'observer très nettement les images d'interférence de la lumière convergente sans recourir à la lentille Bertrand, en plaçant une loupe à une distance convenable au-dessus de l'oculaire d'un microscope à lumière parallèle.

J'ai fait construire par M. Nachet un oculaire tel que l'on peut remplacer la loupe dont il vient d'être question par la lentille supérieure de son oculaire n° 1.

Il suffit alors d'enlever la lentille inférieure de l'oculaire à réticule mobile servant aux mesures ordinaires, et de visser cet appareil ainsi modifié sur mon nouvel oculaire. Les images que l'on obtient avec ce dispositif sont plus grandes qu'avec celui de von Lasaulx, plus petites et plus nettes qu'avec celui de M. Bertrand. On peut ainsi bénéficier des avantages des deux méthodes.

Les propriétés optiques ont été résumées sur de petites épures représentant généralement le plan des axes optiques. L'angle réel des axes (2 V), et souvent l'angle apparent (2 E) y ont été dessinés en vraie grandeur autour de la bissectrice aiguë.

Grâce à l'habileté de M. Ivan Werlein, j'ai pu obtenir des prismes et des plaques de cristaux extraordinairement petits qui semblaient au premier abord devoir se refuser à une étude optique complète.

Pléochroïsme. J'ai donné généralement les couleurs de pléochroïsme observées sur les minéraux taillés en lames de $0^{mm}02$, c'est-à-dire avec l'épaisseur habituelle des coupes destinées à l'étude des roches; quand cela a été possible, j'ai indiqué les teintes pour une épaisseur plus grande, variant de 1^{mm} à $0^{mm}5$, suivant la transparence des cristaux.

Composition chimique. Autant que possible, j'ai fait l'analyse des minéraux que j'ai eus entre les mains ; toutes les fois qu'une substance n'a pu être triée au microscope, je me suis abstenu de faire sur elle des essais quantitatifs. J'ai eu soin de rapporter les analyses faites antérieurement sur les minéraux français ; quelques-unes de date ancienne n'ont été citées qu'au point de vue historique.

Essais pyrognostiques. Sous cette rubrique, j'ai réuni tous les essais qualificatifs effectués soit au chalumeau, soit dans le matras, soit enfin par l'action des acides.

Altérations. Ainsi que je l'ai dit plus haut, les altérations et pseudomorphoses des minéraux m'ont toujours préoccupé. Toutes les fois que cela m'a paru utile, j'ai donné des figures pour mettre en lumière les relations existant entre le minéral ancien et les produits récents.

Diagnostic. J'ai résumé en quelques lignes les caractères spéciaux à chaque minéral, ceux qui permettent de le distinguer rapidement, soit en échantillons *macroscopiques*, soit en individus *microscopiques*, engagés dans les plaques minces de roches.

J'ai rappelé la densité, l'action de l'acide fluorhydrique et de l'électro-aimant : les données qui en résultent faciliteront les recherches pour les séparations mécaniques ou chimiques de ces minéraux, engagés dans les roches ou recueillis dans les sables.

Gisements et associations. Pour chaque minéral, j'ai étudié séparément les conditions géologiques dans lesquelles on les rencontre. Les divisions étant une fois établies, j'ai résumé brièvement les formes particulières sous lesquelles les minéraux se présentent dans chacune d'entre elles, et les substances qui les accompagnent ordinairement. Puis chaque gisement est étudié dans l'ordre géographique suivant : Normandie, Bretagne et leurs annexes, Vendée, Pyrénées et annexes (Corbières), Montagne Noire, Plateau Central et annexes, Vosges, Ardennes, Alpes, Esterel [1], Corse, Algérie, Colonies françaises et pays de Protectorat. Les gisements que j'ai eu l'occasion d'étudier à peu de distance des frontières ont

1. Les minéraux, peu nombreux du reste, que l'on trouve dans les formations secondaires, tertiaires ou récentes des bassins de la Seine, de la Loire, de la Garonne et du Rhône, seront étudiés en dernier lieu.

été désignés par un signe spécial [Espagne], [Alsace], [Ardenne belge], [Alpes suisses ou italiennes].

Dans chacune de ces régions, l'ordre descriptif a été le même, à moins que la clarté de mon exposition n'ait nécessité des interversions.

C'est dans le texte même de la description de chaque gisement qu'ont été intercalées les figures représentant les formes qui y ont été observées.

ABRÉVIATIONS

OUVRAGES PÉRIODIQUES

A. M. *Annales des Mines*. Paris.
A. P. C. *Annales de Physique et de Chimie*. Paris.
B. C. F. *Bulletin des Services de la Carte géologique détaillée de la France*. Paris.
B. S. G. *Bulletin de la Société géologique de France*. Paris.
B. S. M. *Bulletin de la Société minéralogique de France*. Paris.
C. R. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. Paris.
J. M. *Journal des Mines*, fondé en 1797 et continué en 1816 par les *Annales des Mines*.
J. P. *Journal de Physique* (1771-1823). Paris.
N. J. *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, etc. Leipzig.
P. A. *Annales de Poggendorf*. Leipzig.
Z. d. G. *Zeitschrift d. deutsch. geologisch. Gesellschaft*. Berlin.

NOMS D'AUTEURS

Dx. Des Cloizeaux.
Fq. Fouqué.
Lx. A. Lacroix.
Ml. Michel Lévy.
M. Marignac.
R. vom Rath.

L'indication *op. cit.*, accompagnant les citations des auteurs suivants, se rapporte aux ouvrages dont voici les titres :

Baret. — *Description des minéraux de la Loire-Inférieure*. Nantes, 1885.

Charpentier (de). — *Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées.* Paris, 1823.

Des Cloizeaux. — *Manuel de minéralogie.* Paris, Dunod, 1862-1872-1893.

Drian. — *Minéralogie et pétralogie des environs de Lyon.* Lyon, 1849.

Fouqué et Michel Lévy. — *Minéralogie micrographique.* Paris, Quantin, 1879.

Gonnard. — *Minéralogie du Puy-de-Dôme.* Paris, Savy, 1876.

Groth. — *Tabellarische Uebersicht der Mineralien.* Braunschweig, 1889.

Haüy. — *Traité de minéralogie,* 4 vol. in-8 et atlas. Paris, 1801, et 2e éd. 1822.

Limur (de). — *Catalogue des minéraux du Morbihan.* Vannes, 1884.

Michel Lévy et Lacroix. — *Les minéraux des Roches.* — Paris, Baudry, 1888, et *Tableau des minéraux des Roches,* id., 1889.

Romé de l'Isle. — *Cristallographie,* 4 vol. in-8. Paris, 1783.

MINÉRALOGIE DE LA FRANCE

SILICATES ET TITANATES

SILICATES BASIQUES

STAUROTIDE

H^4 (Fe, Mg)^6 (Al, Fe)^{24} Si^{11} O^{66} (Friedl.)

Orthorhombique : $mm = 129° 26'$ (Dx.)

$b : h = 1000 : 615{,}183$. D $= 903{,}834$. $d = 427{,}095$

$[a : b : c = 0{,}47234 : 1 : 0{,}68036]$

Formes observées. m (110), g^1 (010), p (001), a^1 (101).

Macles. Macles rectangulaires suivant $e^{2/3}$ (032) ; macle à 60° suivant $(b^1 b^{1/5} g^{1/2})$ (232). Les faces d'association de ces macles n'ont jamais été observées. Je n'ai pas rencontré dans les gisements français la macle suivant g^2 (130) signalée par M. E. Dana dans les cristaux de Fannin C° (Georgia).

M. Mallard a proposé de changer d'axes de telle sorte que :

L'ancien	a^1 (101)	devienne	m (110)
—	p (001)	—	g^1 (010)
—	g^1 (010)	—	p (001)
—	m (110)	—	$a^{3/2}$(203)

Les paramètres deviennent alors $a : b : c = 0.964 : 1 : 0.979$, c'est-à-dire à peu de chose près $0.707 : 1 : 1$ ou $1 : \sqrt{2} : \sqrt{2}$, ce qui revient à dire que le réseau de la staurotide est pseudo-cubique. L'axe

a est donc un axe pseudo-quaternaire, et les axes b et c des axes pseudo-binaires. Cette nouvelle notation a l'avantage d'expliquer les macles de la staurotide. En effet, dans la macle à 90°, l'un des individus constituants a tourné de 90° autour de l'axe pseudo-quaternaire pg^1 (001) (010), et dans la macle à 60°, il y a eu rotation de 180° autour de l'axe pseudo-binaire normal à $b^{1/2}$ (111).

J'ai conservé ici l'ancienne position adoptée par M. des Cloizeaux dans son Manuel.

Les cristaux des gisements français ne se prêtent pas à des mesures suffisamment précises pour être citées ; je me contenterai d'indiquer les angles calculés à l'aide des données ci-dessus :

angles calculés		angles calculés		angles calculés	
mm	129° 26′	$p\,a^1$	124° 46′	$^*m\,a^1$	137° 58′
$^*mg^1$	115° 17′ (Dx.)	a^1a^1 (sur p)	69° 32′		

Faciès des cristaux. Les cristaux de staurotide sont toujours allongés suivant l'axe vertical ; ils ne sont jamais aplatis suivant g^1 (010) comme quelques-uns de ceux du Saint-Gothard ; la face a^1 (101) est généralement peu développée ; p (001) manque très rarement. Dans quelques cristaux, ces dernières faces sont rugueuses et même parfois creuses. Il existe de grandes variations dans les dimensions relatives des individus constituant les macles. Dans les macles suivant $e^{2/3}$ (032), tantôt les deux composants ont les mêmes dimensions (fig. 5), tantôt l'un d'eux beaucoup plus gros englobe le second (fig. 7).

Dans les macles suivants (232), il arrive fréquemment que l'un des individus est imparfaitement développé à l'une de ses extrémités. Dans un seul gisement, j'ai rencontré la macle constituée par trois individus, comme le montre la figure 9.

Déformations mécaniques. Quelques cristaux de Bretagne ont été courbés d'une façon plus ou moins intense sans offrir cependant de cassures. Dans d'autres cas, les cristaux brisés ou tordus sont ressoudés par du quartz.

Clivages. Le clivage suivant g^1 (010) est net, mais souvent interrompu ; il en existe des traces suivant m (110). La cassure est conchoïdale ou inégale.

Dureté. 7 à 7,5.

Densité. 3,4 à 3,8. Les variations de dureté et de densité tiennent aux nombreuses inclusions signalées plus loin.

Coloration. Brun rouge, rouge foncé ou brun noir. Éclat vitreux, passant au résineux dans la cassure. Poussière blanche. Le minéral est transparent ou translucide sur les bords, toujours transparent en lames minces.

Inclusions. La staurotide de la plupart des gisements français, même lorsqu'elle se présente en cristaux distincts, renferme une quantité considérable d'inclusions de quartz, ainsi que le montre la figure 8 représentant une coupe mince faite dans un petit cristal très net de Baud. Il existe en outre des inclusions de rutile, de tourmaline, etc., qui n'ont rien de caractéristique.

Les cristaux des schistes paléozoïques renferment souvent des inclusions noires charbonneuses analogues à celles de l'andalousite (chiastolite) ; elles sont distribuées soit d'une façon quelconque, soit d'une façon régulière parallèlement à certaines des faces du cristal (fig. 10 et 11).

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100).

Bissectrice aiguë *positive*, perpendiculaire à p (001).

Les cristaux de nos gisements ne se prêtent pas à des mesures d'indices. Je me contenterai de donner ici ceux que nous avons mesurés, M. Michel Lévy et moi, sur la staurotide du Saint-Gothard pour la lumière du sodium :

$$n_g = 1.746$$
$$n_m = 1.741$$
$$n_p = 1.736$$

La biréfringence maximum est (moyenne des mesures directes) :

$$n_g - n_p = 0.012$$

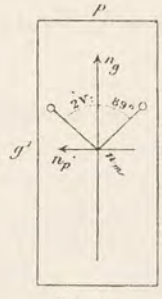


Fig. 1.
Section h^1 parallèle au plan des axes optiques.

L'écartement réel des axes optiques de la staurotide des micaschistes de Coadrix et de celle des schistes siluriens de Forges-Neuves (Finistère) oscille entre 88° 30′ et 90° ; il est un peu variable dans les diverses plages d'un même cristal. Quelques cristaux de Coadrix donnent par clivage des lames g^1 (010), suffisamment transparentes pour permettre de mesurer l'écartement des axes autour de la bissectrice obtuse *négative*.

La dispersion est faible avec $\rho > v$. M. des Cloizeaux a constaté que l'écartement des axes diminuait avec l'augmentation de la chaleur.

Pléochroïsme. En lames minces, la staurotide est toujours pléochroïque, bien qu'avec une intensité variable suivant les gisements.

On observe généralement les teintes suivantes dans les plaques de 0 mm 02 :

$\mathbf{n}_g$ = jaune d'or
$\mathbf{n}_m$ = jaune pâle
$\mathbf{n}_p$ = incolore

Composition chimique. La staurotide est essentiellement un silicate d'alumine et de protoxyde de fer ; sa formule prête à discussion. Les inclusions que renferme le minéral atteignent parfois 40 0/0 et il est souvent difficile de le purifier complètement, même après traitement par l'acide fluorhydrique, comme l'a fait autrefois M. Lechartier. J'ai donné plus haut la formule adoptée par M. Friedl (*Z. K. X.* 373), à la suite d'analyses faites sur des cristaux purifiés avec le plus grand soin. Plus récemment, M. Coloriano a proposé (*Bull. Soc. chim.*, XLIV. 427. 1885) la formule :

$$H^2Fe^2Al^{12}Si^5O^{31}$$

que M. Groth transforme de la façon suivante :

$$H^2Fe^2Al^{10}Si^4O^{26}$$

Les analyses *a*) et *b*) dues à M. Rammelsberg (*Z. d. G.* XXV, 57) ont été effectuées sur des cristaux du Morbihan. La teneur en silice paraît un peu trop forte, sans doute à cause d'une petite quantité d'inclusions quartzeuses, non éliminées avant l'analyse. Je donne à titre de document historique les analyses faites sur le minéral du même gisement *c*) par Collet Descotils (*J. P.* an 6. III 66), *d*) par Vauquelin (*J. M.* VIII. 354), *e*) et *f*) par Jacobson (*P. A.* LXII. 419), et *g*) par M. Rammelsberg (*P. A.* CXIII. 599) à une époque où les cristaux non étudiés au microscope passaient pour homogènes.

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)
SiO^2 ...	30.23	31.76	48.0	33 00	39.19	40.35	50.75
TiO^2 ...	0.29	1.00	»	»	»	»	»
Al^2O^3 ..	51.16	50.03	40.0	44.00	44.87	44.22	34.86
Fe^2O^3 ..	»	»	9.5	13.00	15.09	15.77	2.86
Mn^2O^3 ..	»	»	0.5	1.00	0.17	0.20	traces
FeO ...	14.66	14.18	»	»	»	»	10.45
MgO ...	2.73	2.07	CaO=1.0	3.84	0.32	»	1.80
H^2O ...	1.26	0.96	»	»		»	0.38
	100.33	100.00	99.0	94.84	99.64	100.44	101.10

M. Lechartier a montré dans sa thèse (Paris, 1864, p. 16) combien était grande la proportion des inclusions quartzeuses dans les

staurotides bretonnes. Il a donné la densité et les dosages de silice, effectués sur les mêmes cristaux avant (*a*) et après (*b*) purification à l'acide fluorhydrique.

a)

	I			II	III
SiO^2.....	54.15	48.57	46.21	49.36	41.36
Perte au feu...	1.10	1.10	1.30	1.01	1.41
Densité.....	3.35	3.34	3.39	3.34	3.39

b)

SiO^2.....	28.16	28.98	29.15
Perte au feu...	1.55	1.43	1.49
Densité.....	3.75	3.70	3.76

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau. Difficilement attaquable par l'acide sulfurique. Inattaquable à froid par l'acide fluorhydrique.

Altérations. La staurotide subit souvent des altérations analogues à celles de l'andalousite ; elle se transforme en produits micacés. Tous les gisement français en présentent des exemples. Généralement la modification est périphérique, elle se propage suivant les cassures et les clivages ; le mica forme des agrégats de lames minces, qui ne sont souvent perceptibles qu'au microscope.

Dans les roches micacées d'Itsatsou (Basses-Pyrénées), j'ai observé une transformation de staurotide en lames de mica atteignant 1^{mm}. Dans le schiste noir, on voit des moules micacés dont le centre est quelquefois encore occupé par un fragment corrodé de staurotide quand la transformation est incomplète (fig. 2) ; ce mica possède des axes assez écartés.



Fig. 2.
Pseudomorphose de staurotide en mica blanc dans schiste à tourmaline. Itsatsou.

Diagnostic. Les formes et les macles de la staurotide sont caractéristiques. Dans les schistes noduleux, quand les formes sont empâtées, on a parfois de la peine à la distinguer, au premier abord, de l'andalousite ; il suffit de briser un nodule pour reconnaître la staurotide à sa couleur brun-rouge foncé et à l'éclat un peu résineux de sa cassure.

En lames minces dans les roches, le pléochroïsme énergique dans les teintes jaune d'or avec maximum suivant l'allongement des cristaux (trace de $\mathbf{n}_g$), joint à l'extinction longitudinale et à la faible biréfringence, ne permet de confondre la staurotide avec aucun autre minéral ; les macles et les formes sont également très caractéristiques. Les figures 8, 10 et 11 représentent des sections orientées.

La forte densité de la staurotide la fait tomber dans toutes les liqueurs denses utilisées pour la séparation mécanique des minéraux ; sa résistance à l'action de l'acide fluorhydrique est précieuse pour son extraction des roches qui la contiennent.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS [1]

La staurotide se rencontre dans les micaschistes et les schistes micacés, généralement précambriens. Les schistes qui la renferment étant habituellement percés par des filons de granulite, et souvent intercalés avec des bancs feldspathisés par ces roches, on peut, au moins dans un grand nombre de cas, considérer la staurotide comme un minéral formé sous l'action de la granulite.

Les minéraux qui accompagnent d'ordinaire la staurotide sont : l'*andalousite*, le *grenat*, le *disthène*.

Les schistes à andalousite, staurotide et grenat de quelques gisements sont certainement paléozoïques. Quelques-uns de ceux du Finistère sont évidemment siluriens ; leur métamorphisme est dû, selon toute vraisemblance, à l'action du granite.

C'est peut-être à l'action du granite qu'il y a lieu également d'attribuer le développement de la staurotide dans quelques schistes micacés (*schistes maclifères*) des Pyrénées, que je n'ai pas moi-même observés en place et qui diffèrent par quelques caractères, surtout macroscopiques, des schistes précambriens modifiés par les filons de quartz à andalousite de la même région.

Bretagne. — Les cristaux de staurotide de Bretagne sont connus depuis longtemps et les anciens auteurs français les ont soigneusement étudiés. On peut citer notamment un petit livre fort rare du président de Robien : « *Nouvelles idées sur la formation des Fossiles* (p. 109), suivi d'une « *Dissertation sur la formation des trois différentes espèces de Pierres figurées qui se trouvent dans la Bretagne* ». Paris, 1751. Les

1. Voir *Supplément*, t. IV, 672.

trois minéraux étudiés dans cette dissertation sont des cristaux cubiques de *pyrite*, l'*andalousite* (*chiastolite*) des Salles de Rohan et la *staurotide*. L'auteur donne des figures assez démonstratives et émet des idées curieuses sur la nature et l'origine de ces minéraux. Il les considère tous (p. 14) comme des « pirytes pierreuses, dont les parties sulfureuses, salines, vitriolées et métalliques se sont évaporées, dissoutes, et ont été entraînées par les lotions continuelles des eaux tant que pluyes que des rosées, etc., et n'ont laissé que la partie pierreuse talqueuse, micassée dont elles sont encore revêtues aujourd'hui. »

Quant au mode de formation des macles, voici comment l'explique l'auteur : « ces pierres, ou cristaux terreux, ou pierres cristallisées par des sels analogues à leurs figures, dans un grand liquide, étant mols et susceptibles de réunion par l'évaporation de l'humide, se sont précipités et déposés confusément les uns sur les autres, s'y sont incorporés, et ceux qui sont tombés sur d'autres, transversalement, se sont confondus au centre et ont formé par le dessèchement ces trois croix pierreuses qui font la matière de notre observation ; lorsqu'elles se sont précipitées de travers, elles se sont unies également par le point où elles se sont touchées et ont formé des sautoirs ou croix de Saint-André, plus ou moins régulièrement, et c'est cette confusion et le hazard de leurs rencontres qui ont causé toutes les variétés. »

Romé de l'Isle fit de la staurotide sa première variété de *schorl cruciforme* (ou *pierre de croix*), la deuxième variété étant la *macle basaltique* (*chiastolite*). Ce fut Delamétherie (*Sciagraphie*, Paris, 1792, I, 168) qui proposa pour ce minéral le nom de *staurotide* adopté depuis.

Les gisements cités par ces auteurs sont ceux du Finistère et du Morbihan.

Côtes-du-Nord. Beau gisement dans les micaschistes du Légué, près Saint-Brieuc et des falaises qui se trouvent plus à l'est. Les micaschistes y alternent avec des schistes amphiboliques. Cette même bande de micaschistes à staurotide peut être suivie dans les falaises à l'ouest de la baie, près Plouha.

Les cristaux ont la même forme que ceux du Morbihan, décrits plus loin.

M. Barrois m'a signalé le même minéral dans une bande de schistes précambriens granulitisés du sud de Lannion (de Ploubezre à Ploumilliau ; à Quinquis).

Finistère et Morbihan. La staurotide se trouve abondamment répan-

due en beaux cristaux dans de nombreux gisements du Finistère et du Morbihan. Elle s'y rencontre au milieu de micaschistes et de schistes micacés précambriens métamorphisés par la granulite qui y forme de nombreux massifs, parfois de grande importance. M. Barrois les a indiqués sur les feuilles de Chateaulin, de Pontivy et de Vannes de la *Carte géologique détaillée de la France*. Je dois à son obligeance des détails complémentaires. Les cristaux que j'ai eus entre les mains m'ont été donnés par lui et par M. de Limur.

Au Conquet (*Finistère*), on trouve une bande de micaschistes renfermant des staurotides de petite taille (atteignant rarement un centimètre), accompagnées d'énormes grenats. On peut la suivre sur plusieurs kilomètres à l'est du Conquet.

Une large bande de schistes micacés à staurotide (précambrien granulitisé) traverse la feuille de Chateaulin de l'est à l'ouest, de Plogonnec (*Finistère*), à Guiscriff, dans le *Morbihan*. Les plus beaux gisements se trouvent à Coray, à Scaër (Menez ru) et dans le petit village de Coadrix, situé à égale distance des deux autres localités (*Finistère*). C'est de ces gisements que proviennent tous les cristaux étiquetés dans les collections « environs de Quimper ». On trouve assez souvent Coadrix orthographié Coadris, Coadri, Quadris, Quadry, Quadrille.

Les schistes de cette région sont riches en biotite et en quartz ; ils renferment parfois du graphite, du disthène, de la tourmaline, et comme éléments microscopiques du zircon et du rutile. Ils sont fréquemment ondulés, et suivant une ancienne observation de Durocher, on voit souvent le schiste très plissé autour des cristaux de staurotide.

Une seconde bande des mêmes schistes s'observe plus au sud, au nord de Rosporden ; elle renferme aussi des staurotides, mais en moins grande abondance. On les retrouve, avec andalousite, à Plouay (Morbihan).

Plus à l'est et au sud-ouest de Pontivy, dans la vallée du Blavet, les micaschistes granulitisés des environs de Saint-Nicolas et de Locmaria sont riches en staurotide et en grenat ; mais c'est au sud-est que se développe entre Baud et Locminé une large bande des mêmes micaschistes, renfermant de nombreux gisements de superbes cristaux qui, avec ceux des environs de Coray, etc., ont rendu célèbres les staurotides bretonnes. Les plus importants d'entre eux se trouvent dans la vallée de l'Evel au sud de Guénin, dans le ravin de Kérival, à la Haie-Haute en Baud (appelée aussi le Hayo), à Talhouet en Baud (à 1 kil. N.

de la route de Baud à Locminé), puis, plus à l'est, il y a lieu de signaler Moustoir-Ac, Keroman en Plumelin (avec disthène), Pluherlin.

Les formes des cristaux provenant de ces divers gisements ne varient guère avec chacun d'eux ; quelques-uns des plus gros cristaux que je connaisse proviennent de la Haie-Haute en Baud. M. de Limur en possède un ayant 7 cm 5 de plus grande dimension sur 4 cm 5 de large; il pèse 168 gr. ; un autre cristal maclé pèse 214 gr. Les gisements de Coray, Scaër et Coadrix ont produit aussi d'énormes cristaux prismes *p m* de 10cm de longueur.

Les formes les plus habituelles sont *p* (001), *m* (110), (fig. 3), souvent accompagnées de a^1 (101) et de g^1 (010), (fig. 4).



Fig. 3.



Fig. 4.

Les cristaux maclés sont relativement rares sur le terrain, et si on les rencontre si abondants dans les collections, c'est à cause du soin que prennent les gens du pays à les recueillir pour les vendre aux voyageurs sous le nom de *croisette*.

Il existe de grandes variations dans les dimensions des individus constituant ces macles; tantôt les deux cristaux composants ont la même grandeur, et les branches de la croix formée sont libres, fig. 5 et 6, tantôt l'un des deux individus est beaucoup plus gros que l'autre et englobe complètement ce dernier. On observe ce fait surtout dans les macles rectangulaires (fig. 7). Les faces basiques des gros cristaux sont souvent creuses. Ils ont aussi toutes leurs faces rugueuses. On s'explique aisément la cause de ce fait en examinant au microscope une lame mince taillée dans un de ces cristaux. On voit alors que la staurotide n'en forme en quelque sorte que la trame, englobant un nombre considérable de grains de quartz (fig. 8). Quant au mica, il

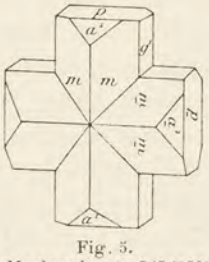


Fig. 5.
Macle suivant *e* 2/3 (032).

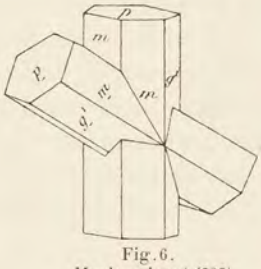


Fig. 6.
Macle suivant (232).

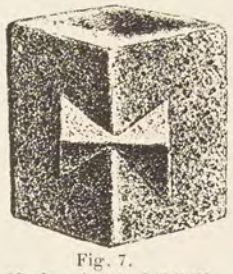


Fig. 7.
Macle suivant *e*2/3 (032).

est postérieur ; il est venu s'appliquer si intimement contre la staurotide, qu'il est parfois difficile de dégager celle-ci d'une façon convenable.

M. de Limur a signalé (*B. S. M.*, XI. 61. 1888) des cristaux de Moustoir-Ac, formés de trois zones concentriques ; l'une extérieure est fibrolamellaire, l'autre centrale présente la cassure vitreuse avec l'éclat résineux habituel au minéral, tandis que la partie moyenne est très terne et finement grenue.

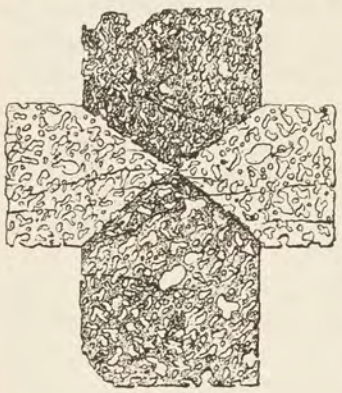


Fig. 8.
Coupe mince d'une macle de staurotide faite parallèlement à h^1 (100) et montrant les inclusions de quartz.

Je dois à l'obligeance de M. Barrois des fragments d'énormes cristaux brun rouge de staurotide de Coadrix : ils ont les faces lisses et brillantes ; ils sont pauvres en inclusions quartzeuses et peuvent rivaliser de beauté avec les cristaux du St-Gothard. Ils présentent un clivage g^1 (010) très net. Ils me sont parvenus à la fin de l'impression de cette feuille, c'est pourquoi je ne puis en donner une analyse.

Enfin, il existe dans le Finistère un gisement de staurotide tout à fait spécial, signalé par M. de Limur (*op. cit.*, 52) au village de Mur en Plouigneau, et aux Forges-Neuves, près Morlaix. Les cristaux se trouvent dans un schiste noir argilomicacé, ondulé, d'âge probablement silurien, d'après M. Barrois. Les échantillons que j'ai étudiés m'ont été remis par M. Munier Chalmas qui les a recueillis à Forges-Neuves. Ces cristaux généralement plus allongés suivant l'axe vertical que ceux des autres gisements bretons ne dépassent pas 8^{mm}. Ils présentent les formes habituelles m (110), g^1 (010), p (001) et a^1 (101) ; a^1 est très développé et souvent p manque.

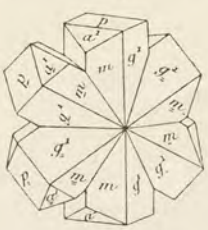


Fig. 9.
Macle suivant (232) de trois individus.

Les macles sont extrêmement fréquentes, je n'ai pas observé les macles à angle droit ; les macles à 60° sont souvent constituées par trois individus (fig. 9), elles sont très analogues à celles de Fannin County (Georgia), qui ont été décrites par M. E. Dana.

Contrairement à ce qui se passe pour les staurotides des mica-

schistes bretons, les cristaux de ce gisement ne renferment que rarement des inclusions de quartz, mais ils contiennent une grande quantité d'inclusions charbonneuses. Elles sont souvent alignées sur le prolongement des traînées micacées et charbonneuses du schiste ambiant. Leur distribution dans les cristaux est fort variable. Elles sont parfois disposées en zones concentriques ; le cristal est alors formé d'enveloppes successives, riches en pigment noir et d'autres dépourvues d'inclusions. Le centre du cristal est généralement limpide. C'est sans doute une disposition analogue qu'a décrite M. de Limur à Moustoir-Ac dans des cristaux que je n'ai pu observer moi-même. La figure 10 représente une section basique d'un cristal offrant ce genre d'inclusions.

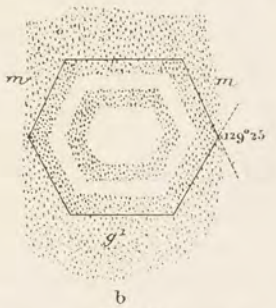


Fig. 10.
Coupe mince de staurotide de Forges-Neuves. Section suivant p faisant voir la distribution zonaire des inclusions.

Dans d'autres cas, le pigment noir forme au centre du cristal un petit dessin relié aux bandes d'inclusions de même nature, parallèles aux faces du cristal (fig. 11, section suivant g^1).

Le schiste contenant ces staurotides est riche en paillettes de séricite et de biotite ; il renferme une petite quantité de quartz et beaucoup de matière charbonneuse. On y observe de longs cristaux d'andalousite (type Sainte-Brigitte), ayant environ 2^{mm} de section transversale, et de petits grains de grenat rose. La staurotide est postérieure au grenat ; elle est moulée par l'andalousite.

M. Munier-Chalmas attribue le métamorphisme de ces schistes à des filons de quartz. N'ayant pas visité moi-même ce gisement, je me contenterai de faire remarquer l'analogie que présente l'andalousite de ces schistes avec celle du type Sainte-Brigitte, décrite plus loin, et qui a été formée sous l'influence des granites. M. Barrois les considère, du reste, comme identiques au point de vue de l'origine.



Fig. 11.
Coupe mince de staurotide de Forges-Neuves. Section g^1 montrant la disposition des inclusions charbonneuses.

Pyrénées. — La staurotide est peu abondante dans cette région. Elle s'y présente très rarement en cristaux nets. Dans la plupart de ses

gisements, elle se rencontre associée à l'andalousite et au grenat dans les schistes micacés précambriens, modifiés par la granulite.

Cependant, dans le massif du pic du Midi, elle se trouve dans des schistes micacés qui ont été probablement modifiés par le granite.

Basses-Pyrénées. Les schistes cristallins granulitisés du massif du Labourd sont recouverts au sud par des schistes précambriens qui peuvent s'observer notamment d'Itsatsou à Hélette ; près du mont Baygoura, j'ai trouvé parmi eux des schistes noduleux, riches en cristaux de staurotide, de grenat, et plus rarement d'andalousite.

Les cristaux de staurotide, toujours empâtés de séricite, présentent dans les coupes minces les faces p (001), m (110), g^1 (010), a^1 (101) ; cette dernière forme est très développée, les macles sont fréquentes ; ces cristaux sont salis par de nombreuses inclusions noires. Ils rappellent, par leurs formes vues au microscope, les cristaux de Plouigneau.

Au-dessus d'Itsatsou, les mêmes schistes sont presque entièrement formés par de petites tourmalines ; la staurotide, peu polychroïque, est transformée en grandes lames de mica blanc ; ces pseudomorphoses ont été décrites plus haut (fig. 2).

Hautes-Pyrénées. M. Frossard m'a remis des échantillons d'un schiste micacé noduleux presque entièrement composé par de la staurotide et de l'andalousite cimentées par un mélange de quartz grenu et de biotite. Les cristaux de staurotide et d'andalousite sont criblés de cavités ; ce sont de véritables écumoirs ; les inclusions noires qu'ils renferment se trouvent sur le prolongement de celles du schiste. Elles montrent par leur contournement que les roches qui les contiennent ont été soumises à des phénomènes de torsion énergique.

Ces cristaux se rapportent au même type que ceux de Plouigneau ; ils en diffèrent surtout par les déformations mécaniques qu'ils ont subies. Ils sont, d'autre part, plus quartzeux et plus micacés.

Haute-Garonne. La staurotide est abondante au lac d'Espingo, ainsi que dans les schistes à séricite du lac Seculéjo (au lac d'Oo), qui sont très analogues à ceux de Baygoura.

M. Gourdon m'a communiqué un échantillon de schiste micacé de la montagne de Montauban, près Luchon, renfermant exceptionnellement un cristal net p (001), m (110) de staurotide brun-rouge foncé, associée à de l'andalousite rose également bien cristallisée, à de la tourmaline et à du grenat.

MM. Caralp et Gourdon m'ont signalé la staurotide dans les mêmes conditions dans le vallon de Burbe, sur le chemin du Portillon, reliant Bagnères-de-Luchon à Bossost ; dans le massif de Superbagnères ; dans la rue d'Enfer, entre la vallée du Lys et le pic de Crabioulès ; au cirque de la Glère ; au pic Sacroux, et enfin dans le massif de Couradille (tous ces gisements se trouvent dans le voisinage de Bagnères-de-Luchon, ils ne fournissent pas de bons cristaux) ; au confluent du Rioumajou et du torrent de Lustou (vallée d'Aure). Dans ce dernier gisement, M. Caralp a trouvé des cristaux présentant les macles à angle droit ; les schistes à staurotide de cette région sont généralement plus anciens que ceux qui renferment l'andalousite seule.

Ariège. Dans l'Ariège, je n'ai trouvé la staurotide qu'à l'état microscopique dans les schistes micacés précambriens des environs d'Ax, et particulièrement à Savignac. On y observe des nodules atteignant la grosseur d'un œuf. Ils sont constitués par de l'andalousite, de la staurotide et de la cordiérite, formant de grandes plages dentelliformes qui moulent les grains de quartz ancien. La staurotide est le premier minéral formé. On y trouve, en outre de la tourmaline, de la biotite, etc.

Les schistes micacés qui les renferment sont riches en filons de quartz à andalousite.

Montagne Noire. — M. Bergeron a signalé (*Ann. Sc. géol.* XXII. 53. 1889) la staurotide en petits cristaux, présentant parfois les macles à 60°, dans des schistes micacés de la Montagne Noire, appartenant à la partie supérieure des micaschistes ou au précambrien. Ils semblent très analogues à ceux que je viens de signaler dans les Pyrénées. La staurotide y est également accompagnée d'andalousite.

Dans un grand nombre de points, ces minéraux sont, selon toute vraisemblance, en relation avec des filons de granulite.

Les principaux gisements à signaler se trouvent entre Lacabarède et Labastide, à la Vernière sur la rive gauche de l'Orb et surtout en Cance, près Fonbruno, au nord de Laprade.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* La staurotide n'a jamais été signalée dans aucun gisement de la Haute-Loire. Je l'ai rencontrée dans une enclave du basalte constituant les Orgues d'Espaly. La roche englobée, presque entièrement fondue, doit être un schiste cristallin, riche en quartz (micaschiste ?) ; on n'y observe plus qu'un peu de sillimanite et de staurotide intactes et une petite quantité de quartz en voie de fusion. L'enclave est riche en cordiérite et spinelle récents.

Puy-de-Dôme. Mossier père a signalé la staurotide dans la partie non volcanique du puy de Chanat. Cette observation n'a jamais été confirmée. Cette localité est constituée par du granite percé par un dyke de basalte ; la staurotide, si elle y a été réellement trouvée, pourrait avoir une origine analogue à celle d'Espaly.

Loire. M. Termier a signalé (*B. S. M.* XII. 393. 1889) l'existence de la staurotide dans les micaschistes au nord de Saint-Étienne. Le gisement se trouve dans un petit bois de pins qui sépare le sommet 692 (carte d'État-major) du col du Sauzet, où passe la route de Saint-Étienne à Saint-Héand, ainsi qu'aux environs de ce point ; on trouve aussi la staurotide dans les micaschistes chloriteux, en face du hameau de Mollard (sur la route de Rive-de-Gier), au réservoir de Couzon ; enfin dans les galets de micaschiste de la brèche houillère entre Saint-Priest et la Fouillouse.

Les cristaux atteignent 1 cent. ; ils présentent les formes de ceux de Bretagne. Les macles à 90° sont rares ; les macles à 60° de deux individus inégaux sont plus abondantes. Les échantillons que j'ai pu examiner, grâce à l'obligeance de M. Termier, sont très analogues à ceux des micaschistes des Maures que nous allons étudier plus loin.

La staurotide est souvent épigénisée à sa périphérie en chlorite et damourite ; elle est accompagnée de tourmaline.

Le même minéral existe dans le massif du Pilat, au milieu de chloritoschistes grenatifères à Jarnay (rive droite du Dorlay), et à Bayotte, près Grand-Croix. On la trouve aussi au milieu de ceux de la Seterie, au nord de la Tour-en-Jarrest, avec grenat et tourmaline (M. Termier).

Maures. — *Var.* Les Maures présentent un large développement de micaschistes, dans lesquels la staurotide est associée à l'andalousite, au disthène, au grenat, à la tourmaline ; ces micaschistes à minéraux sont intercalés en bancs dans des micaschistes à muscovite qui, d'après M. M. Bertrand (*feuille de Toulon de la carte géologique détaillée*), atteignent 2.000^{m} de puissance. Ces micaschistes sont métamorphisés par la granulite ; ils renferment localement des bancs de gneiss granulitiques. L'un d'eux, épais d'environ 500^{m}, sépare les micaschistes inférieurs des micaschistes supérieurs, par places riches aussi en grenat et en staurotide (Bormes), et passant insensiblement aux schistes à séricite précambriens qui les recouvrent. A la partie supérieure de ces micaschistes, on observe aux environs de Collo-

brières un lit interrompu de magnétite avec épontes de *grenat* et de *grünérite*.

Les points les plus riches en staurotide sont : les éminences entre Collobrières et l'ancienne abbaye de la Verne, le passage entre la Verne et les Campeaux, les bords de la route d'Hyères à Saint-Tropez près des Campeaux. Le Fenouillet, Bormes, les environs de la Molle, l'île du Levant, etc.

Les cristaux ont en moyenne un centimètre, mais peuvent atteindre exceptionnellement de plus grandes dimensions. On y observe les mêmes formes et mêmes combinaisons de formes que dans les cristaux bretons : les macles y sont beaucoup plus rares.

Les micaschistes qui les renferment sont très micacés (biotite et muscovite). L'examen microscopique fait voir que la staurotide en cristaux creusés de cavités, remplies par du quartz, renferme des inclusions noires ferrugineuses ou charbonneuses, ainsi que des inclusions de rutile, d'ilménite, de grenat et de tourmaline ; le mica dont l'orientation détermine la schistosité de la roche est entouré par le quartz. Quand il existe du feldspath, il est le dernier élément consolidé de la roche.

Algérie. — La staurotide existerait aux environs de Bône en petits cristaux plus ou moins écrasés dans un schiste micacé (Groth : *Miner. Samml., Strassburg*, 1878, 182).

Guyane. — L'exposition permanente des colonies renferme des échantillons de micaschistes à staurotide, provenant de la Guyane, sans indication plus précise.

DUMORTIÉRITE [1]

$Al^8Si^3O^{18}$ (Damour)

Orthorhombique : $mm = 124°$ environ

Formes observées. La dumortiérite des gisements français ne se présente pas en cristaux distincts. M. E. Bertrand a montré que les faces du prisme étaient voisines de 120°. La mesure des angles plans des clivages prismatiques me fait adopter l'angle de 124° observé par M. Diller sur la dumortiérite américaine.

1. Voir *Supplément*, t. IV, 678.

Macles. Des macles analogues à celles de l'aragonite, dans lesquelles les plans des axes optiques de deux plages consécutives font des angles voisins de 60°, sont fréquentes. Il y a souvent interpénétration des sections les unes dans les autres.

Faciès. La dumortiérite ne se présente pas en cristaux nets, mais en fibres très allongées, souvent disposées en grand nombre parallèlement les unes aux autres à la façon de la sillimanite.

Clivages. Clivages généralement difficiles suivant m (110) et h^1 (100). Dans quelques échantillons, le clivage h^1 (100) est facile et il existe des plans de séparation suivant p (001).

Dureté. 7.

Densité. 3,36 (Damour).

Coloration. Bleu cobalt, bleu presque noir. M. Damour a fait remarquer que le minéral finement pulvérisé est blanc, légèrement teinté de bleu ; il redevient bleu quand il est humecté d'eau.

Inclusions. La dumortiérite ne présente pas d'inclusions caractéristiques. Dans celle de Beauman, j'ai observé des inclusions à bulle mobile et du rutile.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative*, perpendiculaire à p (001). Dans les macles, les plans des axes optiques de deux plages contiguës font entre eux des angles voisins de 60°. Les indices n'ont pu être mesurés à cause de la petitesse des cristaux. L'indice médian calculé d'après la loi de Gladstone est d'environ 1,65.

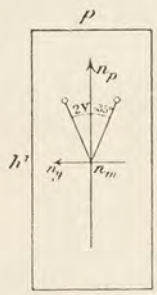


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

$$\mathbf{n_g} - \mathbf{n_p} = 0.010 \text{ environ.}$$

Les enchevêtrements des plages maclées et le peu de transparence du minéral rendent impossible la mesure exacte de l'écartement des axes optiques. Il est d'environ 35° à 40° (2 V) pour la lumière du sodium.

La dispersion est énergique avec $\rho < \nu$.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est extrêmement énergique dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n_g}$ et $\mathbf{n_m}$ = incolore ou bleuâtre très pâle.
$\mathbf{n_p}$ = bleu cobalt ou violet.

Les teintes de pléochroïsme suivant n_p sont très variables dans un même échantillon. A Brignais, quelques aiguilles présentent dans la direction de cet axe une couleur rose saumon, à peine plus rougeâtre que celle de l'andalousite.

L'axe n_p étant parallèle à l'axe vertical des aiguilles, l'absorption maximum a lieu dans la direction longitudinale, contrairement à ce qui arrive pour la tourmaline. Le fait est mis en évidence, lorsque les deux minéraux sont associés à axes parallèles (Brignais).

La dumortiérite est un des plus beaux exemples que l'on puisse citer des découvertes faites en minéralogie, grâce aux propriétés optiques. M. E. Bertrand a, en effet, signalé cette substance comme constituant une espèce nouvelle, avant que l'on ait pu en recueillir une quantité suffisante pour une analyse chimique.

Le même observateur a signalé l'existence du phénomène des houppes à travers les plaques perpendiculaires à un axe optique.

Nous avons trouvé, M. Michel Lévy et moi, des auréoles pléochroïques jaunes, extrêmement intenses, développées dans la cordiérite de Tvedestrand (Norvège), autour d'inclusions de dumortiérite (*C. R.* CVI. 1546).

Composition chimique. La formule donnée plus haut est celle à laquelle conduit l'analyse suivante de la dumortiérite de Beauman, due à M. Damour (*B. S. M.* IV. 6. 1881).

SiO^2	29.85
Al^2O^3	66.02
Fe^2O^3	1.01
MgO	0.45
Perte par calcination	2.25
	99.58

Le minéral essayé n'a pas présenté la petite quantité d'acide borique signalée récemment dans la dumortiérite des gisements américains,

D'après M. Damour, la couleur bleue du minéral serait peut-être due à des traces de Ti^2O^3 dont la présence n'a pu être démontrée avec certitude.

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau. Dans le matras, la dumortiérite ne dégage pas d'eau et reste bleue. Au rouge blanc, elle se décolore. Réduite alors en poudre fine, puis humectée de nitrate de

cobalt et chauffée à haute température, elle donne la couleur bleue caractéristique de l'alumine.

Fondue avec le sel de phosphore, elle se dissout lentement, en donnant à la perle une teinte opaline bleuâtre (Ti^2O^3? Damour).

Altérations. Quand on examine des lames minces taillées dans des aiguilles de dumortiérite, on remarque qu'elles sont souvent entourées d'une gaine de mica blanc qui les épigénise peu à peu. La marche de cette transformation est la même que celle que nous avons constatée pour la staurotide, et qui est très fréquente dans l'andalousite.

Diagnostic. La couleur bleue de la dumortiérite pourrait la faire confondre avec le disthène ou avec les amphiboles bleues (glaucophane ou crocidolite), mais ses propriétés optiques et particulièrement son pléochroïsme intense sont suffisants pour rendre son diagnostic très facile.

Sa résistance à l'action de l'acide fluorhydrique permet aisément de séparer ce minéral des roches qui le renferment.

Gisements et associations. La dumortiérite ne se trouve en France que dans les environs de Lyon (Rhône). Elle y forme de petites fibres bleues au milieu des filonnets et des glandules de granulite ou de pegmatite des gneiss.

M. Gonnard l'a rencontrée pour la première fois sur un tas de pierres, à Chaponost, l'échantillon fut étudié par M. E. Bertrand, qui signala ce minéral nouveau (*B. S. M.* III. 171. 1880). M. Gonnard la trouva en place l'année suivante, près des aqueducs de Beaunan, dans une petite carrière de gneiss, située au premier coude de la route d'Oullins à Chaponost (non loin de la fabrique Ducarre). Il proposa pour la nouvelle substance le nom de dumortiérite, en l'honneur du paléontologiste lyonnais, E. Dumortier (*B. S. M.* IV. 2. 1881). M. Damour en fixa la composition (*Id.* 6).

La dumortiérite est accompagnée de tourmaline bacillaire et d'apatite dans le gisement de Beaunan. [Ce nom est quelquefois orthographié Beaunant, Bonnand (Carte d'État-major)].

Plus récemment, M. Gonnard a signalé (*B. S. M.* XI. X. 64. 1888) le même minéral dans une pegmatite de Brignais (au milieu d'une carrière ouverte dans la propriété de la colonie pénitentiaire). Il s'y trouve avec des pseudomorphoses micacées de cordiérite. Cette asso-

ciation est donc analogue à celle que nous avons signalée, M. Michel Lévy et moi, à Tvedestrand (Norvège).

Dans les échantillons de Brignais que j'ai eus entre les mains, grâce à l'obligeance du frère Euthyme, les fibres de dumortiérite sont extrêmement petites et disséminées dans une pegmatite blanche. Elles sont moulées par de la tourmaline bleuâtre. L'axe vertical des deux minéraux coïncide. La dumortiérite de ce gisement présente en lames minces les variations de couleur signalées plus haut. Les pseudomorphoses micacées sont fréquentes.

CALAMINE[1]

$Zn^3\ H^2\ Si\ O^5$

Orthorhombique (hémimorphe) : $mm = 104°13'$ (Dx.)

$b : h = 1000 : 376{,}127.\ D = 789{,}158.\ d = 614{,}190$

$[a : b : c = 0{,}77828 : 1 : 0{,}47636]$

Formes observées. m (110), g^1 (010), p (001), a^1 (101), $a^{1/2}$ (201). Les cristaux que j'ai eus entre les mains sont toujours très petits et ne peuvent être mesurés exactement. J'ai dû me contenter de mesurer les angles plans de la face g^1 (010), suivant laquelle les cristaux sont toujours très aplatis, et ceux de la face p (001) obtenue artificiellement.

angles calculés		angles calculés		angles calculés	
mm	104°13′	$p\ a^1$	148°31′	$p\ a^{1/2}$	129°14′
mg^1	127° 53′ 30″	a^1a^1	117°12′	$a^{1/2}a^{1/2}$	78°28′

Faciès. Les cristaux de calamine de nos gisements sont toujours allongés suivant l'axe vertical, et très aplatis suivant g^1 (010) ; cette face est, en outre, très fréquemment striée parallèlement à l'axe vertical ; les faces m (110) existent toujours.

L'hémimorphisme propre à cette substance est difficile à constater, les petites aiguilles étant groupées en faisceaux et rarement pourvues de leurs deux extrémités. Dans un des gisements pyrénéens, j'ai pu observer un cristal terminé à l'une des extrémités par une large face

1. Voir *Supplément*, t. IV, 675.

p (001), avec $a^{1/2}$ (201), tandis que l'autre extrémité présentait seulement les faces a^1. Je n'ai jamais trouvé la forme e_3 (121) si fréquente dans les cristaux de la Vieille-Montagne.

La calamine forme souvent des masses concrétionnées fibreuses, stalactiformes ou même massives et granulaires.

Clivages. Clivages parfaits suivant m (110), faciles suivant a^1 (101), difficile suivant p (001).

Dureté. 5. Fragile.

Densité. 3.35 à 3.5. — 3.42, les Argentières.

Coloration. Incolore, blanche, grise, jaune, jaune d'or (voir inclusions), brune, verte. Éclat vitreux, légèrement adamantin suivant g^1 (010). Poussière blanche.

Inclusions. Dans une calamine de Pierrefitte, j'ai trouvé des inclusions de sulfure de cadmium pulvérulent colorant le minéral en jaune bouton d'or. Elles sont distribuées à la surface des croûtes cristallines de calamine qui sont incolores intérieurement.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques, parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *positive* normale à p (001). M. des Cloizeaux a mesuré les indices de réfraction suivants sur les cristaux d'Altenberg (jaune) :

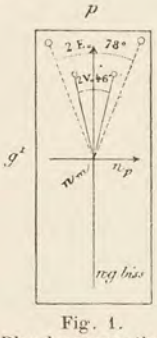


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100).

$$\mathbf{n}_g = 1.635$$
$$\mathbf{n}_m = 1.618$$
$$\mathbf{n}_p = 1.615$$

J'ai mesuré les écartements d'axes suivants sur des cristaux extrêmement petits (lumière du sodium) :

	Les Argentières	Katzenthal.
$2\mathbf{E} =$	78°	80°
d'où		
$2\mathbf{V} =$	45°47′	47°20′

La dispersion est très forte avec $\rho > \nu$.

Propriétés électriques. Pyroélectrique ; le pôle *analogue* se trouve à l'extrémité terminée par p (001), a^1 (101) et le pôle *antilogue* à l'extrémité où domine e_3 (121). (Cristaux de la Vieille-Montagne).

Phosphorescence. La calamine est phosphorescente par le frottement.

Composition chimique. Les seuls cristaux que j'ai pu analyser sont ceux des Argentières.

SiO^2.....	24.95
ZnO.....	67.25
H^2O.....	7.83
	100.03

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, la calamine se gonfle, jette un éclat très vif avec lueur verdâtre et fond très difficilement sur les bords. Chauffée avec le nitrate de cobalt au feu d'oxydation, elle devient verte. Dans le tube fermé, elle blanchit et dégage de l'eau. Elle est soluble dans les acides en faisant gelée.

Diagnostic. L'hémimorphisme des cristaux lorsqu'ils sont complets, l'éclat nacré suivant g^1, les propriétés optiques (notamment la forte dispersion) et les caractères chimiques permettent aisément de distinguer la calamine.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La calamine accompagne la blende dans un grand nombre de gisements, soit quand elle est filonnienne, soit quand elle forme des amas dans les terrains stratifiés et particulièrement dans les calcaires.

On sait que les mineurs désignent généralement sous le nom de *calamine*, non pas seulement le silicate de zinc que nous étudions ici, mais encore le mélange de carbonate, hydrocarbonate, silicate et hydrosilicate de zinc.

Pyrénées. — La calamine n'est pas rare dans les gisements de blende des Pyrénées. Ces derniers sont constitués par des filons dans les schistes et calcaires paléozoïques. Elle se présente rarement en cristaux distincts.

Basses-Pyrénées. On la rencontre au-dessus des Eaux-Bonnes, aux mines d'Anglas et d'Ar.

Hautes-Pyrénées. J'ai trouvé, il y a plusieurs années (*B. S. M.* VII. 463. 1884), dans les mines de Pierrefitte, des croûtes cristallines de calamine, ayant environ 1^{mm} d'épaisseur, dont la partie superficielle est colorée en jaune citron par du sulfure de cadmium

pulvérulent (*greenockite*). Cette calamine constitue de superbes échantillons sur lesquels on voit de très petites facettes p (001) et $a^n(h\ 0\ l)$ souvent courbes sur lesquelles il est impossible de faire des mesures même approximatives.

M. Frossard a trouvé le même minéral à Bourg-Bigorre, près Bagnères.

Haute-Garonne. M. Gourdon m'a signalé la calamine dans un petit filon de galène, trouvé autrefois dans les schistes paléozoïques de Moustajon et de la montagne de Barcugnas.

Ariège. Picot de Lapeyrouse a décrit de jolis cristaux de calamine bleus, blancs ou jaunes, provenant du filon de Laquorre, au-dessus d'Aulus ; ils ont été trouvés en 1782 avec blende, quartz et fluorine bleue, etc. J'ai rencontré ce minéral sur les haldes de cette mine, abandonnée aujourd'hui, ainsi que sur celles des Argentières, à quelque distance de là, du côté du port de Saleix.

Les cristaux lamellaires suivant g^1 n'ont que 3 ou 4^{mm} de longueur. Ils sont blanc nacré et présentent des formes variées : p (001), m (110), g^1 (010) accompagnées souvent de $a^{1/2}$ (201) à leur extrémité libre. Je n'ai pu isoler que rarement des cristaux offrant leurs deux extrémités. On peut alors constater très nettement l'hémimorphisme de la substance ; la seconde extrémité est formée par les faces a^1 (101) très développées, avec parfois des traces de p (001). Assez souvent, un cristal primitivement terminé par p (001) seul, est surmonté d'une série de petites lamelles présentant les faces p (001) et $a^{1/2}$ (201) ; elles s'entrepénètrent pour compléter le cristal. La partie supérieure de la face g^1 (010) est fortement cannelée et irrégulière, alors que la partie inférieure est très unie (fig. 2).

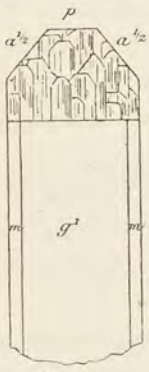


Fig. 2.

M. Caralp m'a indiqué la calamine concrétionnée avec galène et blende dans les mines de Sentein.

Cévennes. — *Gard et Hérault.* Dans cette région, il existe beaucoup de gisements calaminaires dont quelques-uns donnent lieu à de fructueuses exploitations. Il faut citer particulièrement ceux des environs de Ganges (*Hérault*) et du Vigan (*Gard*) ; ceux de Malines sont les plus riches.

A ma connaissance, on n'y a pas trouvé de cristaux de calamine ; le

minerai exploité est surtout constitué par des carbonates anhydres ou hydratés (qui seront étudiés dans le 2e volume de cet ouvrage), accompagnés de galène et de blende. Ces gîtes constituent des amas dans les calcaires dolomitiques jurassiques, d'après les renseignements qu'a bien voulu me fournir M. Garreau.

Lot. M. des Cloizeaux a signalé (*op. cit.*, 538) l'existence de calamine amorphe aux environs de Figeac.

[**Alsace**]. — M. Daubrée a indiqué (*Descrip. géol. minér. du Bas-Rhin*, 1852, 425) l'existence de la calamine dans les filons plombifères, perçant les grès vosgiens du Katzenthal, près Lembach ; elle y est accompagnée de *smithsonite*, de *cérusite*, d'*anglésite*, de *pyromorphite*, etc.

La collection de l'*École des Mines* renferme un échantillon de calamine, provenant de ce gisement. Une géode est tapissée de petits cristaux blancs d'environ 5mm de plus grande dimension. Ils sont tabulaires suivant g^1 (010) et allongés suivant la zone verticale, dont les faces sont profondément cannelées ; les faces m (110) sont très réduites.

Les faces du sommet ne sont pas brillantes et n'ont pu être mesurées autrement qu'au microscope. Les cristaux toujours implantés de la même façon, sur leur gangue, présentent à leur extrémité libre p (001), accompagné de a^1 (101) avec ou sans $a^{1/2}$; plus rarement, cette dernière face existe seule.

Le même minéral a été trouvé dans la mine de Fluss-Grub, à Ste-Marie-aux-Mines, en petites aiguilles dans limonite. (Delbos et Köchlin. *Descr. géol. et min. du Haut-Rhin.*)

[**Belgique**]. — A l'extrémité de l'Ardenne belge et à la frontière allemande (aux environs d'Aix-la-Chapelle) se trouvent des gisements calaminaires célèbres, ceux de la Vieille-Montagne (Altenberg), à Moresnet. Bien que ces gisements soient en dehors des limites que je me suis assigné pour cet ouvrage, j'énumèrerai ici les principales formes de calamine que l'on y rencontre. Ces cristaux, en effet, sont classiques, ils se trouvent dans toutes les collections et permettent de se rendre compte des propriétés de cette espèce, mieux que les échantillons rares et pauvres en faces que l'on rencontre en France. Pour les valeurs des angles, je renvoie au Manuel de M. des Cloizeaux (I.117). Je lui ai emprunté les figures 3, 6 et 7. Trois courtes notes plus récentes seront, en outre, consultées avec fruit (Seligmann : *Z. K.* I. 342 (les figures 4 et 5 sont reproduites d'après cet auteur) ; Cesàro (*B. S. M.* IX. 242. 1886). Schulze, *Mitth. d. Naturwiss. Ver. f. Neuvorpommern*, 1886).

Les faces observées sont les suivantes :

m (110), h^1 (100), g^1 (010), $g^{3/2}$ (150), $g^{11/7}$ (290), g^2 (130), g^3 (120);

p (001), a^6 (106), a^3 (103), $a^{5/2}$ (205), a^2 (102), a^1 (101), $a^{3/4}$ (403), $a^{1/2}$ (201), $a^{1/3}$ (301);

e^8 (018), e^2 (012), $e^{11/5}$ (0.5.11), e^1 (011), $e^{2/3}$ (032), $e^{3/5}$ (053), $e^{4/7}$ (074), $e^{1/2}$ (021), $e^{1/3}$ (031), $e^{1/5}$ (051), $e^{1/7}$ (071);

b^1 (112), $b^{1/2}$ (111), $b^{2/3}$ (334), $b^{1/3}$ (332);

a_3 (211), a_5 (321), a_7 (431);

$e_{5/3}(b^{1/3}b^{1/5}g^{1/3})$ (143), e_2 (132), e_3 (121), e_5 (231);

$\sigma = (b^{1/3}b^{1/4}g^1)$ (172), $x = (b^{1/3}b^{1/5}g^1)$ (141), $\tau = (b^{1/11}b^{1/3}g^1)$ (471); $z = (b^{1/5}b^{1/7}g^{1/3})$ (163).



Fig. 3.
Calamine de la Vieille-Montagne.

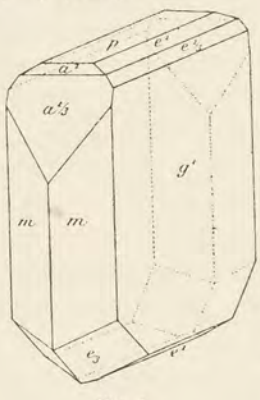


Fig. 4.
Calamine de la Vieille-Montagne.

La plupart de ces faces, sauf bien entendu celles de la zone verticale, sont fréquemment hémièdres.

Les cristaux sont en général aplatis suivant g^1 (010) ; cette face est striée parallèlement à l'axe vertical comme dans les cristaux des gisements étudiés plus haut, mais ils sont plus épais et souvent transparents et hyalins.

Les figures 3, 4 et 5 représentent le développement habituel des cristaux implantés sur leur gangue par l'extrémité terminée par e_3 (121); elles montrent, en outre, que le pôle analogue est le plus riche en faces.

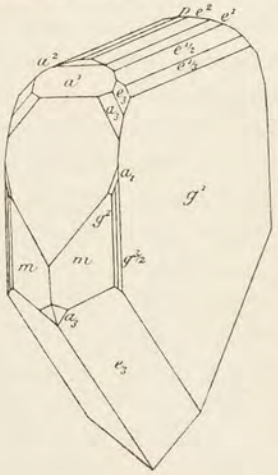


Fig. 5.
Calamine de la Vieille-Montagne.

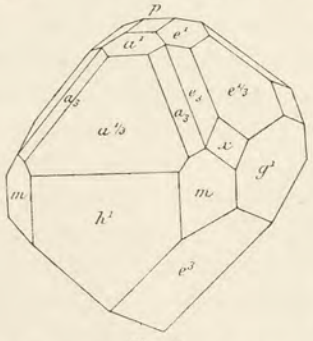


Fig. 6.
Calamine de la Vieille-Montagne.

Plus rarement, les faces h^1 (100) et g^1 (010) sont également développées ; les cristaux ne sont pas aplatis et présentent la forme représentée par la figure 6.

Enfin, il y a lieu de signaler les groupements suivant p (001) de deux cristaux, dans

lesquels les extrémités de même forme sont contiguës (fig. 7). La calamine de la Vieille-Montagne est accompagnée de *willémite*, de *smithsonite*, etc.

Algérie. — D'après les renseignements qu'a bien voulu me fournir M. Pouyanne, il existe d'assez nombreux gisements calaminaires dans les trois départements de l'Algérie ; ils semblent surtout constitués par des carbonates et des sulfures. Cependant M. Flamand m'a dit avoir recueilli des cristaux de calamine dans quelques-uns d'entre eux.

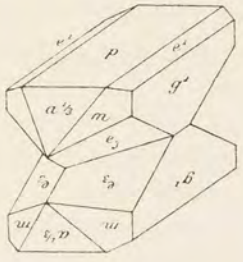


Fig. 7.
Groupement suivant p (001) (Vieille-Montagne).

N'ayant eu l'occasion d'étudier aucun échantillon de calamine de cette région, je me bornerai à cette citation. S'il y a lieu, je comblerai cette lacune à la suite de la description des carbonates de zinc.

Tunisie. — Je dois à l'obligeance de M. de Mauroi un échantillon, indiqué comme provenant de Djebel Ressas, à 25 kilom. de Tunis. Il consiste en une galène caverneuse tapissée de cristaux de calcite, de cérusite, de calamine, etc. Les cristaux de calamine sont très groupés ; ils ne sont pas mesurables ; leurs faces sont arrondies ; ils présentent les formes $mg^1\ a^n\ e^n$.

ANDALOUSITE[1]

$Al^2\ Si\ O^5$

Orthorhombique : $mm = 90°\ 48'$ (Dx.)

$b : h = 1000 : 499{,}904$. $D = 711{,}617$. $d = 702{,}567$

$[a : b : c = 0{,}98613 : 1 : 0{,}70238]$

Formes observées. p (001), m (110), h^1 (100), h^3 (210), g^1 (010) ; a^1 (101) ; e^1 (011) ; e_3 (121).

Les angles ne pouvant être mesurés que très imparfaitement, je ne donnerai que les angles calculés :

mm	90°48′	$p\ a^1$	144°32′	$m\ a^1$ (adj.)	114°24′
$m\ h^1$ (sur p)	135°24′	$p\ h^1$	90°	$m\ e^1$	113°48′
$m\ g^1$	134°36′	$a^1\ a^1$	109°4′		
$m\ h^3$	161°39′	$p\ e^1$	144°55′	$p\ e_3$	122°24′30″
$h^3 h^3$ (sur h^1)	127°30′	$p\ g^1$	90°		
$h^3\ g^1$	116°15′	$e^1\ e^1$ (sur p)	109°50′		

1. Voir *Supplément*, t. IV, 676.

Faciès des cristaux. Les cristaux sont toujours allongés suivant l'axe vertical. Dans la variété désignée sous le nom de *chiastolite*, l'allongement est parfois extrêmement grand, les cristaux prennent alors l'aspect de longues baguettes quadratiques.

Déformations mécaniques. Les cristaux d'andalousite des pegmatites et filons de quartz sont parfois brisés et ressoudés par le quartz ; ils sont quelquefois tordus, et les phénomènes de transformation micacée sont fréquents dans les cristaux ainsi déformés. L'andalousite des schistes métamorphiques des Pyrénées présente souvent aussi des phénomènes de torsion et d'écrasement très énergiques.

Clivages. Clivages faciles suivant m (110) ; à peine appréciables suivant h^1 (100) et g^1 (010).

Dureté. 7 environ. L'andalousite présente souvent une dureté moindre, due à une transformation partielle en produits micacés.

Densité. 3.1 à 3.2. Les différences de densité peuvent s'expliquer de la même façon. Durocher a donné pour l'andalousite des Salles de Rohan (voir chiastolite, dont il sera parlé plus loin) 3.087 pour les parties vitreuses, et 2.985 pour celles qui renferment des inclusions charbonneuses.

Coloration. L'andalousite intacte des gisements français est ordinairement d'un beau rose un peu violacé, parfois rose fleur de pêcher ; les variétés grises ou noires sont généralement en voie de transformation micacée. L'andalousite des schistes paléozoïques (*chiastolite*) est soit jaune ou rose pâle, soit noire, grâce à des inclusions charbonneuses qui vont être étudiées.

Éclat vitreux, poussière blanche. Les cristaux de nos gisements sont généralement transparents sur une épaisseur d'un demi-millimètre.

Inclusions. L'andalousite des granulites, des pegmatites et des roches modifiées par elles est pauvre en inclusions. Elle englobe, dans des cas assez rares, de la staurotide, du grenat, du corindon.

Quant à l'andalousite développée par le granite dans les schistes paléozoïques, elle renferme des inclusions charbonneuses, distribuées régulièrement, qui l'ont fait pendant longtemps considérer comme une espèce spéciale.

Remarqué depuis de longues années par les anciens auteurs, ce minéral a été longuement décrit sous le nom de *macle* par de Robien

(*Nouvelles Idées sur la formation des Fossiles*. Paris. 1751. 108) ; Romé de l'Isle (*op. cit.* II. 440) en a fait sa seconde variété de *schorl cruciforme* et l'a désignée sous le nom de *macle basaltique*.

Haüy (*op. cit.* III. 367) adopta le nom de *macle*. Karsten proposa plus tard celui de *chiastolite*, qui est assez généralement employé aujourd'hui.

Durocher a montré que ces inclusions noires étaient constituées par la matière charbonneuse des schistes renfermant ces cristaux. Elles possèdent parfois la même orientation que dans le schiste ambiant.

Les figures 1 à 5 représentent des sections basiques d'andalousite et font voir les principales dispositions qu'y prend cette matière charbonneuse.



Fig. 1. Fig. 2. Fig . 3. Fig. 4. Fig. 5.

Fig. 1 à 5.— Disposition des inclusions charbo nneuses dans l'andalousite (*chiastolite*).

Haüy a donné à chacune d'elles des noms spéciaux, les appelant : *macle tetagramme* (fig. 1), *pentarhombique* (fig. 2), *polygramme* (fig. 3), *circonscrite* (fig. 4). Quant à la figure 5, elle représente la disposition que de Charpentier a désignée sous le nom de *monochrome*.

Des sections parallèles à une face du prisme montrent que le pigment noir est disposé dans le cristal d'andalousite, non pas sous la forme d'un prisme, mais sous celle d'une pyramide très aiguë. On s'explique, dès lors, les figures différentes montrées par les sections basiques, taillées en série dans un même échantillon (fig. 6).

La figure 7 représente un cristal des Salles de Rohan, dont les deux extrémités possèdent la même disposition des inclusions. Elles constituent, à l'intérieur du cristal, deux pyramides aiguës, se réunissant au milieu du prisme qui les renferme.

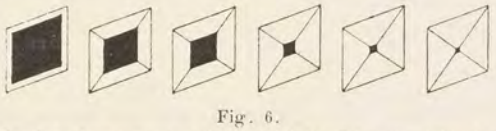


Fig. 6.

Sections transversales d'un cristal d'andalousite (chiastolite) des Salles de Rohan (grandeur naturelle).

Cette curieuse disposition des inclusions a attiré au plus haut point l'attention des anciens auteurs, qui ont émis au sujet des cristaux de chiastolite les idées les plus étranges. En 1810, Bigot de Morogues avançait encore l'hypothèse que ces cristaux n'étaient autre chose que des polypes fossiles.



Fig. 7. Section longitudinale d'un cristal des Salles de Rohan.

Dans le mémoire cité à l'occasion de la staurotide, le président de Robien a fort bien décrit et figuré ces inclusions, et il compare les cristaux de chiastolite aux trémies du sel gemme. La matière noire était, d'après lui, le produit du remplissage de cavités régulières, ayant une origine analogue à celle du minéral précédent.

Les études optiques, et particulièrement celles de M. des Cloizeaux, ont montré que les cristaux en question n'étaient pas des macles de plusieurs individus, comme le croyait Durocher, mais qu'ils possédaient une orientation optique homogène.

Dans de nombreux gisements, l'andalousite s'est développée dans des roches sédimentaires quartzifères et a englobé un grand nombre de grains de quartz. Elle présente alors une structure analogue à celle du cristal de staurotide représenté par la fig. 8, p. 10 ; elle constitue des sortes d'éponges cristallines.

L'andalousite d'un grand nombre de gisements peut, en outre, renfermer des inclusions de rutile, de tourmaline, etc., qui n'ont rien de spécial dans leur distribution.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). La bissectrice aiguë *négative* est normale à p (001).

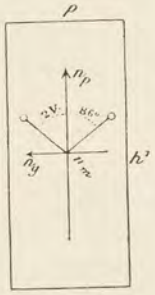


Fig. 8. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

M. des Cloizeaux a obtenu les valeurs suivantes pour les indices de réfraction de l'andalousite transparente du Brésil (rayons rouges) :

$$\mathbf{n}_g = 1.643$$
$$\mathbf{n}_m = 1.638$$
$$\mathbf{n}_p = 1.632$$

La biréfringence maximum est de :

$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0.011 \text{ (moyenne de plusieurs mesures).}$$

Il n'existe pas de dispersion appréciable.

L'écartement des axes est très grand. J'ai obtenu les valeurs suivantes par la mesure de 2 *d* :

	ANDALOUSITE ROSE		CHIASTOLITE		
	Sem.	Saint-Allouestre.	Morlaix.	Salles de Rohan.	Forges-Neuves.
2 **V** =	85°	84°	84°	85°	83°

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est assez variable, non seulement dans les cristaux d'un même gisement, mais encore dans les diverses parties d'un même cristal. La partie centrale des cristaux est souvent plus colorée que la périphérie.

En lames minces, on observe :

$\mathbf{n}_g$ = } incolore ou jaune très pâle.
$\mathbf{n}_m$ = }
$\mathbf{n}_p$ = rose saumon

Les lames basiques de $0^{mm}5$ à 1^{mm} des andalousites étudiées plus haut ne donnent pas de pléochroïsme sensible.

Les sections épaisses perpendiculaires à un axe optique montrent le phénomène des houppes.

Groupements réguliers d'andalousite et sillimanite. J'ai décrit (*B. S. M.* XI. 150. 1888) des groupements réguliers d'andalousite et de sillimanite que j'ai observés tout d'abord sur des échantillons de Ceylan et que j'ai trouvés ensuite en Bretagne et dans les Pyrénées. Dans ces groupements, les axes cristallographiques des deux minéraux coïncident, ce qui s'explique par les valeurs voisines de leurs paramètres. Il est facile d'étudier ces groupements, grâce à la différence de quelques-unes des propriétés des deux minéraux, et particulièrement de leurs clivages (*m* (110)

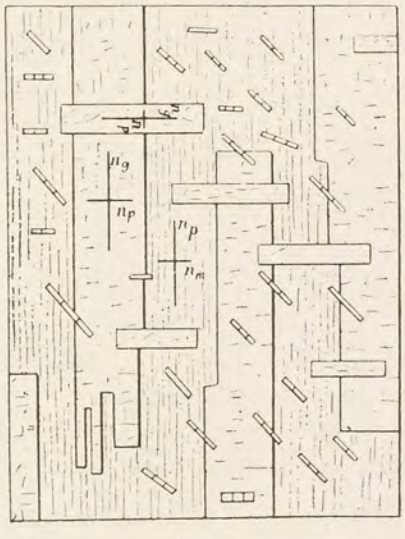


Fig. 9.
Section *h*1 (100) d'un groupement d'andalousite reconnaissable à ses clivages longitudinaux et de sillimanite.

dans l'andalousite, h^1 (100) dans la sillimanite). Le clivage nacré de ce dernier minéral se remarque tout particulièrement.

Si l'on taille une lame suivant h^1 (100) de l'assemblage (fig. 9), on constate la différence des propriétés optiques. La sillimanite incolore est parallèle à son clivage et au plan des axes optiques ($n_g - n_p = 0.021$) ; son allongement est positif. L'andalousite est perpendiculaire à la bissectrice obtuse ($n_m - n_p = 0.06$) ; l'allongement est négatif et le pléochroïsme net (rose suivant n_p).

La sillimanite est souvent, en outre, groupée à 90° et à 45° avec elle-même et avec l'andalousite.

Composition chimique. L'andalousite soigneusement purifiée de toutes ses inclusions et de tous ses produits d'altération donne sensiblement la composition théorique représentée par la formule citée plus haut.

Analyses :

a) de la haute vallé de Sem (Lx.).

b) de l'andalousite de Bône, par M. Renou (voir aux gisements).

c) de Rancié (erratique) pseudomorphose micacée par Bischof (*Chem. geol.* II. 518).

d) de Bretagne par Arfvedson (chiastolite pseudomorphosée en produits micacés) (*Berzelius Jahresb.* 1830. 205).

SiO^2.....	37.11	36.6	59.01	46.3
$Al^2 O^3$.....	62.17	61.9	26.56	36.0
Fe^2O^3.....	0.48	»	6.63	2.6
MgO.....	»	»	3.64	2.7
K^2O.....	»	»	alcalis 4.16	11.3
H^2O.....	»	»	perte 2.40	1.1
	99.76	98.5	102.40	100.0

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau. L'andalousite pulvérisée et chauffée après avoir été humectée de nitrate de cobalt prend une belle couleur bleu (*alumine*). Elle est inattaquable par les acides, même par l'acide fluorhydrique.

Altérations. L'andalousite subit des altérations fréquentes en mica blanc (*damourite*). Ces altérations commencent généralement par la périphérie (fig. 10), elles se prolongent suivant les cassures et finissent souvent par transformer le minéral en un agrégat de fines paillettes

micacées, rappelant comme structure les pseudomorphoses de cordiérite (*pinite*).

Cette altération s'observe dans toutes les variétés d'andalousite. C'est à elle que sont dues les variations de dureté signalées dans les échantillons de certains gisements. Les analyses (*c*) et (*d*) données plus haut se rapportent à des pseudomorphoses de ce genre.



Fig. 10.
Section *p* (001) d'andalousite (chiastolite) avec inclusions charbonneuses et transformation périphérique en damourite (grossis. 4 diam.).

J'ai trouvé un mode nouveau de transformation de l'andalousite dans des fragments de gneiss granulitique, enclavés dans les trachytes du Plateau Central.

On voit les cristaux d'andalousite se transformer progressivement en un mélange de cristallites de corindon et d'octaèdres verts de spinelle (fig. 11). Par places, les cristaux récents deviennent plus rares autour d'un gros cristal de même substance. Il se produit en même temps des aiguilles de rutile et des feldspaths grenus récents.

Toutes ces modifications sont dues à l'action qu'exercent sur le gneiss les fluides minéralisateurs apportés par la roche volcanique. Elles sont très développées dans les enclaves des trachytes de plusieurs gisements de l'Eifel et du Siebengebirge.



Fig. 11.
Transformation d'andalousite (*a*) en un mélange de corindon (*c*) cristallitique et de spinelle (enclave gneissique des trachytes du Lioran.)

Diagnostic. La couleur rose, les formes cristallines, les deux clivages prismatiques, voisins de 90°, constituent de bons caractères pour la distinction macroscopique de l'andalousite.

Les formes et les inclusions charbonneuses, régulièrement distribuées, différencient l'andalousite (*chiastolite*) des schistes paléozoïques métamorphisés.

En lames minces, ce sont également les formes, les propriétés inhérentes aux minéraux rhombiques, les clivages prismatiques très fins, le signe négatif de l'allongement et de la bissectrice aiguë,

le pléochroïsme dans les teintes roses, joints à la biréfringence faible, qui caractérisent l'andalousite et permettent de la distinguer de la sillimanite avec laquelle elle est souvent associée et qui possède à peu près la même réfringence.

L'andalousite peut être facilement isolée des roches par l'acide fluorhydrique qui la laisse intacte ; elle surnage dans l'iodure de méthylène.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'andalousite se rencontre dans des gisements variés, et présente dans chacun d'eux des formes caractéristiques. On l'observe :

1° Dans les roches éruptives granulitiques et dans les roches schisteuses modifiées par elles ;

2° Dans les schistes paléozoïques métamorphisés par le granite. (Variété *chiastolite*.)

1° *Dans les roches granulitiques et les schistes modifiés par elles.*

a) *Dans les pegmatites et les filons de quartz.*

Les plus beaux cristaux d'andalousite se rencontrent dans les filons de quartz et les pegmatites. La région française qui, à ce point de vue, mérite de devenir classique, est l'Ariège. J'ai fait voir déjà (*C. R.* 1892) que l'andalousite s'y rencontre en cristaux quelquefois volumineux, mais généralement peu nets dans les pegmatites des gneiss ; plus haut, dans la série géologique, on la trouve dans les lentilles et les filons de quartz (dérivant des pegmatites par disparition progressive des feldspaths) des schistes micacés précambriens.

Les cristaux d'andalousite sont d'autant plus nets qu'ils se trouvent dans des roches plus pauvres en feldspath ; les cristaux riches en faces se rencontrent presque exclusivement dans les filons ou nodules de quartz. Ils atteignent parfois 10 cent. de plus grande dimension, formant souvent des agglomérations d'un grand nombre de cristaux. Ils sont associés à de grands cristaux de cordiérite pseudomorphosés (Pyrénées, Bretagne), à de la tourmaline en houppes soyeuses, noires (Pyrénées, Bretagne), quelquefois à du disthène (Bretagne), etc.

Cette andalousite rose, parfois translucide, est fréquemment accompagnée de damourite et de divers produits micacés formés en partie à ses dépens.

Normandie. — *Calvados*. La collection géologique du *Muséum d'histoire naturelle* renferme des échantillons d'andalousite en gros cristaux (p m) engagés dans une pegmatite de la carrière de la Bellière, à 1 kilom. environ de Vire. Ils sont accompagnés de pseudomorphoses micacées de cordiérite.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Cristaux roses dans le quartz des schistes (précambriens ?) de Roc-Eas, entre Lanmeur et Lannion.

Morbihan. Des cristaux p (001) m (110) d'andalousite rose atteignant 5 cent. suivant l'axe vertical se trouvent dans les pegmatites de Saint-Allouestre. Ce minéral forme aussi des masses bacillaires de volume plus ou moins considérable. Il est généralement pénétré de mica blanc, et parfois complètement pseudomorphisé par ce dernier minéral. Il est accompagné de tourmaline et de disthène.

On peut encore citer le Pont de Resteligan, à 4 kilomètres du Faouet (dans pegmatites à muscovite), et les environs de Plouay, qui fournissent des cristaux analogues, rarement nets.

Loire-Inférieure. Les environs de Nantes sont riches en andalousite en cristaux p (001) m (110), souvent de grande taille et pseudomorphisés en damourite. Elle se trouve dans des filons ou des nodules quartzeux des micaschistes granulitiques. A Nantes même, on peut citer le vieux gisement des douves Saint-Nicolas ; M. Baret en a trouvé de beaux cristaux à Loquidy, près l'octroi de l'Écusson (avec pseudomorphoses micacées de cordiérite), au Pont du Cens (masses cylindroïdes roses de grande dimension). De beaux cristaux vitreux roses ont été rencontrés dans des micaschistes au Pont de la Tortière, à Petit-Port (pseudomorphoses micacées), etc.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Grands cristaux rouges dans filons de quartz ou de pegmatite à Loudervielle, à Pouchergues et au port de Peyresourde (vallée de Louron), dans la gorge du port de la Pez, dans la vallée de Lesponne (M. Frossard) ; à Arbas, dans les pegmatites du massif de Soulan.

Haute-Garonne. Gros cristaux rosés, généralement corrodés et pseudomorphisés, dans les pegmatites de la Coume de Nère (vallée du Lys), dans celles de la montagne de Crabioulès et de Clarabide, et au-dessous de la cascade d'Enfer près Luchon, de Lez près Saint-Béat, etc. M. Gourdon l'a rencontrée dans les mêmes conditions

au pic de Montludo (val d'Arran) [Espagne], M. Caralp me l'a signalée dans les pegmatites, à l'ouest de Lès, dans la même région.

Ariège. L'andalousite est extrêmement fréquente en beaux cristaux dans les filons et les amandes de quartz des schistes micacés précambriens de l'Ariège. Aussi me contenterai-je de signaler quelques-uns des gisements qui m'ont fourni les cristaux les plus nets : environs de Caplong, au nord-est de Massat ; environs de Ganac ; dans le massif du pic de Saint-Barthélemy, au-dessous de Croquier, le pic de la Lauzatte, le mont Fourcat. Au-dessus du col d'Aigotorto, sur le flanc de ce dernier pic, j'ai trouvé avec d'énormes cristaux de cordiérite (praséolite) de très jolis cristaux d'andalousite rose pâle, translucides, présentant les formes p (001) m (110) e^1 (011) (fig. 13) ; cette dernière face est souvent très développée, on observe aussi quelquefois a^1 (101) (fig. 14).

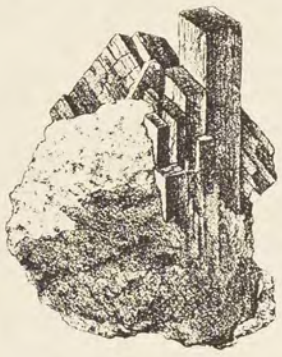


Fig. 12.
Andalousite sur quartz.

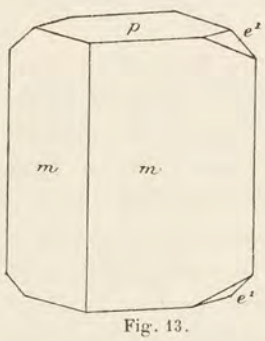


Fig. 13.

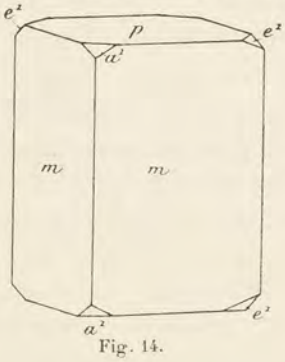


Fig. 14.

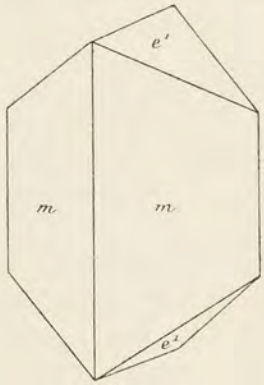


Fig. 15.

Dans la vallée de l'Ariège, depuis Savignac jusqu'à Ax et Ascou, ce minéral est extrêmement abondant. Dans une petite carrière, située au delà du village d'Ascou, j'ai trouvé de beaux cristaux, implantés sur les parois du schiste micacé, avec leurs sommets engagés dans le quartz ; les cristaux sont fréquemment transformés en damourite et présentent alors une couleur noirâtre. La base manque assez souvent ; dans ce cas, les cristaux sont terminés par e^1 (011) (fig. 15) ou par e^1a^1 (101) (fig. 16), quelques-uns d'entre eux atteignent 15 cent. de plus grande

dimension. On les trouve aussi aux environs immédiats d'Ax, dans la tranchée du chemin de fer et sur la route de Prades (avec gros cristaux de cordiérite pseudomorphisés).

Les schistes micacés dont il vient d'être question forment la bordure septentrionale du massif gneissique de la frontière et se prolongent à l'ouest jusqu'en Espagne. C'est dans la haute vallée de Sem que j'ai rencontré les plus beaux cristaux d'andalousite ; ils sont roses, parfois translucides, dépourvus d'altérations micacées; leur netteté est parfaite. Ils forment souvent des groupements à axes plus ou moins parallèles, atteignant 20 cent. de longueur, les formes y sont très variées : $p\,(001)\,m\,(110)$; $p\,m\,h^3\,(210)$; $p\,m\,h^1\,h^3$ (fig. 17) ; $p\,m\,h^3\,e^1$ (fig. 18) auxquelles s'ajoutent parfois $h^1\,g^1\,a^1$.

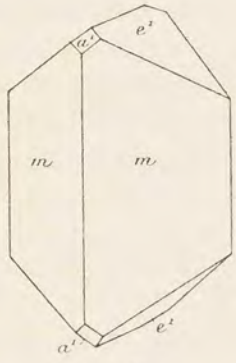


Fig. 16.

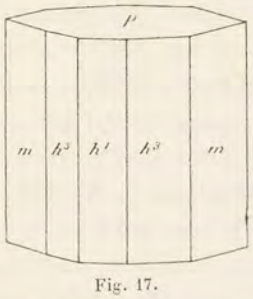


Fig. 17.

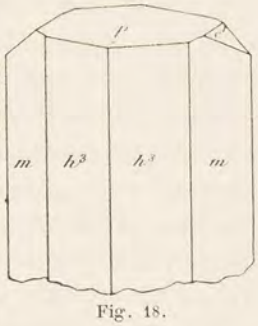


Fig. 18.

Enfin j'ai trouvé un gros cristal d'environ cinq centimètres de longueur, présentant une grande irrégularité dans le développement de ses faces ; il est constitué par les faces $m\,h^1\,h^3\,p\,e^1$. De plus, une seule face a^1 et deux faces e_3 (121) sont largement développées; les autres n'existent qu'à l'état rudimentaire (fig. 19). Notons enfin quelques cristaux, aplatis suivant une face m.

C'est probablement de ce gisement que provient l'échantillon de pseudomorphose d'andalousite de Rancié (erratique), décrit par Bischof.

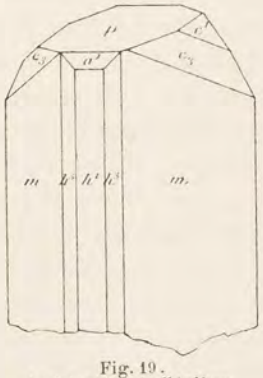


Fig. 19.
Andalousite de l'Ariège.

Des cristaux d'andalousite, à faces peu nettes, se rencontrent aussi dans les granulites du massif du Saint-Barthélemy, dans le chaînon nord du pic du Han, avec grenat, tourmaline, sur le flanc

nord des crêtes dominant l'Étang des Truites. Enfin, à quelques mètres au-dessus et à l'est du col de Cadènes, j'ai trouvé dans une pegmatite d'énormes cristaux d'andalousite, rose fleur de pêcher, très brisés et associés à du corindon bleu saphir.

Pyrénées-Orientales. L'andalousite existe dans les filons de quartz des schistes précambriens des environs de Prades. Boubée l'a signalée sur le chemin de Vinça au pic du Canigou.

Plateau Central. — *Aveyron.* M. Bergeron m'a indiqué des cristaux d'andalousite rose, de la forme p (001) m (110), dans les filons de quartz de la Vernière, sur la rive gauche de l'Orb; dans les environs d'Asprières, de Bonne-Combe, de Salmiech, de Cassagnes-Bégonhès; ils se trouvent au milieu de micaschistes à minéraux.

Haute-Loire. Bertrand de Lom a indiqué l'existence d'andalousite rose, accompagnée de muscovite et de sillimanite dans les pegmatites des environs de Langeac.

Haute-Vienne. M. Damour possède dans sa collection un échantillon d'andalousite rose (p m) sur quartz, dont l'étiquette d'origine très ancienne porte l'indication « environs de Limoges ».

Loire. De Bournon a signalé (*J. P.* 1789. 4. 453) l'existence de corindon rose dans une pegmatite des montagnes avoisinant Montbrison, Haüy, dans son *Traité de minéralogie* (t. IV. 362. 1801), rapporte cette observation, mais considère le minéral comme une variété de son feldspath apyre (andalousite). De Bournon, dans son second mémoire sur le corindon (*Philosoph. Trans.* 1802. 326), proteste vivement contre cette manière de voir. Il regrette de n'avoir plus à sa disposition d'échantillons de ce minéral; tous ceux qu'il possédait ayant été perdus avec sa première collection. Ses notes lui restent cependant, il y trouve les renseignements suivants : 1° le minéral était rouge, avec une teinte pourpre, il formait de petits grains ou des fragments plus volumineux dans un feldspath jaunâtre constituant une petite veine dans une roche granitique ; 2° des surfaces polies dans les échantillons montraient un passage insensible du minéral rose avec sa gangue ; 3° il possédait une dureté très variable suivant les points considérés ; par places, il rayait facilement le feldspath ; 4° ce minéral renfermait de petits grains bleu saphir, que divers essais, et notamment celui de la dureté, permettaient d'attribuer sans aucun doute à du corindon. De Bournon concluait de ces faits que le minéral rouge était du corindon, les diverses par-

ticularités que nous venons de signaler étant celles qu'il avait observées dans les corindons de Chine.

M. Gonnard s'est occupé de cette question (*B. S. M.* VII. 207. 1885) et a fait remarquer que Passinges attribue la découverte de l'andalousite dans le Forez à un sieur Imbert de Montbrison, et que divers auteurs ont plus récemment indiqué ce minéral comme provenant d'Imbert, près Montbrison. M. Gonnard ajoute que Grüner ayant cité ce minéral d'après des cristaux se trouvant dans la collection d'Allard à Montbrison, il a étudié les échantillons en question et constaté qu'ils sont formés par de l'aragonite.

Dans la discussion soulevée par de Bournon et Haüy, il me semble probable que l'opinion de ce dernier savant doit être acceptée. La description donnée par de Bournon correspond très bien à l'andalousite du col de Cadènes (Ariège). La variabilité de la dureté, le passage insensible du minéral avec sa gangue s'expliquent par une transformation partielle de l'andalousite en produits micacés. Quant aux inclusions de saphir, nous avons vu qu'elles existent aussi dans le gisement pyrénéen auquel nous venons de faire allusion. De Bournon signale dans les mêmes conditions géologiques et dans la même région des cristaux de béryl. Il est à souhaiter que des recherches ultérieures permettent de fixer exactement la position de ce gisement.

Des cristaux d'andalousite rose ont été signalés par Drian, près de Rive-de-Gier, dans la percée de Couzon pour le canal de Givors; ils présentent des altérations micacées.

Esterel. — *Var*. L'andalousite est abondante dans les micaschistes à minéraux de l'Esterel. On ne peut, à ce sujet, que renvoyer aux gisements cités pour la staurotide. Les lentilles de quartz des mêmes micaschistes renferment parfois des cristaux d'andalousite rose (la Molle, etc.). On en rencontre aussi, quoique plus rarement, dans des pegmatites avec disthène et grenat (île du Levant).

Haüy cite, dans sa minéralogie, les environs d'Aix en Provence comme gisement d'andalousite. J'ai pu m'assurer, par l'échantillon de sa collection conservée au Muséum, que le gisement qu'il a voulu désigner est celui de la Molle.

b) *Dans les gneiss, les micaschistes et les schistes micacés granulitisés.*

L'andalousite des gneiss, micaschistes et schistes micacés granulitisés est généralement microscopique et dépasse rarement quelques milli-

mètres; elle ne forme pas d'ordinaire de cristaux à formes nettes, elle est souvent accompagnée de grenat, de tourmaline, de cordiérite, parfois de staurotide, de disthène (dans les micaschistes), de sillimanite (gneiss), etc. J'ai rangé dans cette catégorie des schistes micacés des Pyrénées qui semblent être paléozoïques. Quelques-uns d'entre eux présentent une grande analogie avec les schistes micacés de contact avec le granite. Peut-être même devraient-ils être rangés dans cette dernière série. Ne les ayant pas recueillis moi-même en place, je les place ici sous bénéfice d'une étude ultérieure.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Le massif du Pic du Midi et particulièrement le sommet du Pic, le col d'Oncet, la vallée de Lesponne, etc., renferment en abondance des schistes noduleux à andalousite et staurotide métamorphisés par la granulite. Ce sont ceux qui ont été signalés page 12, à l'occasion de la staurotide. L'andalousite y forme des cristaux noirs faisant saillie sur les surfaces exposées à l'air ; leur centre est parfois occupé par de la staurotide. Quelques cristaux sont partiellement pseudomorphisés en damourite qui se développe sur leurs bords et dans leurs cassures transversales. Les cristaux prennent alors un aspect cloisonné [1].

Haute-Garonne. M. Gourdon m'a communiqué de longs cristaux roses hyalins d'andalousite, associés à des cristaux nets de staurotide, provenant des schistes micacés précambriens de la montagne de Montauban, près Luchon. On la trouve également dans les schistes sériciteux à staurotide du lac Seculejo (vallée de Larboust) et du lac d'Espingo, ainsi que dans les schistes micacés de toutes les localités signalées à la page 33 comme gisements d'andalousite des filons de quartz.

Ariège. Les gneiss de l'Ariège sont généralement recouverts par une zone plus ou moins épaisse de schistes micacés, passant à leur base aux gneiss feldspathiques, à leur sommet aux schistes carburés siluriens. Dans leur partie moyenne, ils sont souvent riches en filons ou nodules de quartz renfermant les beaux cristaux d'andalousite décrits plus haut.

1. M. Frossard m'a remis de longs cristaux d'andalousite violacée atteignant 8^{cm} de longueur. Ils sont engagés dans un micaschite à biotite de la vallée de Lesponne ; il en existe d'analogues à Génost (vallée de Louron) accompagnant de petits cristaux de staurotide. Cette communication m'a été faite depuis le tirage de la page 12. Les schistes à staurotide et andalousite qui sont décrits à l'article « *Hautes-Pyrénées* » et que je n'avais pas vus encore en place sont ceux qui viennent d'être étudiés dans ce paragraphe.

Ils contiennent eux-mêmes le même minéral qui y constitue des amandes atteignant parfois la grosseur d'un œuf; elles y sont souvent extraordinairement abondantes.

Quand on brise une de ces amandes, généralement aplaties et allongées, on constate qu'elles ont une couleur rosée. Si on les étudie au microscope, on voit que leur composition minéralogique n'est pas homogène, qu'elles sont constituées par l'enchevêtrement à axes souvent parallèles de staurotide, d'andalousite, de cordiérite moulant le quartz ancien du schiste. Ces minéraux sont accompagnés de biotite, d'apatite et de tourmaline.

On peut citer comme gisements spéciaux : les environs de Ganac ; dans le massif du Saint-Barthélemy, les alentours du pic de la Lauzatte, du mont Fourcat ; dans la vallée de l'Ariège, les environs de Savignac, Ax, Ascou, etc. ; dans le massif du pic des Trois-Seigneurs, le col du Pas de la Pourtadelle et le revers du pic des Trois-Seigneurs, etc.

Pyrénées-Orientales. Ces mêmes schistes à andalousite existent probablement dans les Pyrénées-Orientales, et notamment aux environs de Prades; les échantillons que j'ai eus entre les mains ne me permettent pas d'indiquer de gisements précis.

Montagne-Noire. — *Tarn.* Les schistes à andalousite sont abondants dans la Montagne-Noire. M. Bergeron les considère (*Ann. Sc. géol.* XXII. 50. 1889) comme appartenant à l'étage des micaschistes ou à la base du précambrien. Ils sont traversés par les filons de quartz à andalousite signalés plus haut. D'après les échantillons qu'a bien voulu me communiquer M. Bergeron, ils se rapportent au type que j'ai décrit dans l'Ariège,

On peut les citer autour du massif du Sidobre et dans une série de bandes parallèles à la direction de la chaîne de la Montagne-Noire. L'une part de Labécède et va jusqu'à Escoussens, en passant par Arfons, Laprade et Ramondens ; une autre passe par Gijounet, le col de la Bassine, les environs de Lacaune, et va jusqu'à Murat. On peut encore citer Cambounes, Rialet, etc. ; dans la partie orientale de la Montagne-Noire, les environs de Saint-Gervais ; sur son versant méridional, les environs de Labastide et de Saint-Pons, etc. M. Frossard a recueilli des cristaux d'andalousite vitreux atteignant $4^{cm}5$ dans les schistes micacés de Vabre.

Plateau Central. — *Aveyron.* Des roches à andalousite, identiques à celles de la Montagne-Noire, s'observent dans le Rouergue,

entre La Caze, Asprières et Viviez ; on les retrouve au milieu du massif de schistes à séricite du sud de Rodez, allant de Bonne-Combe à Salmiech, Cassagnes-Bégonhès, etc.

Haute-Loire. L'andalousite, accompagnée de sillimanite, constitue un élément microscopique des micaschistes à séricite de Lubilhac (*Haute-Loire*), près Massiac (*Cantal*), d'après une communication que m'a faite M. Termier.

Cantal et Puy-de-Dôme. Je ne connais pas en place, dans cette région, de gneiss ni de granulite à andalousite, mais j'ai rencontré ces roches en enclaves dans les trachytes et andésites de Menet, du Lioran (*Cantal*), dans les trachytes du Mont-Dore, au Capucin (gneiss à cordiérite, andalousite, sillimanite, etc.), à Pailloux (granulite et cordiérite et andalousite), dans les andésites à olivine de Besse, dans les trachytes de Fontenille (*Puy-de-Dôme*).

Au Lioran et à Fontenille, l'andalousite de ces enclaves est transformée en un mélange de corindon et de spinelle moulés par des feldspaths récents (fig. 11).

Loire. MM. Michel Lévy et Termier ont décrit (*B. S. M.* XII. 56. 1889) des associations à axes parallèles d'andalousite et de sillimanite dans le gneiss granitique à cordiérite de la Chuperie, sur la route de Graix à Bourg-Argentat (massif du Pilat).

M. Termier m'a signalé des cristaux volumineux du même minéral, sans formes déterminables, dans les gneiss granulitiques du col de Pavezin, dans la même région. On le rencontre aussi dans les lentilles de quartz des micaschistes de Saint-Paul-en-Jarret.

Rhône. L'andalousite se trouve comme élément microscopique dans les micaschistes granitisés du ravin des Haies près Condrieu, à l'Ouest de la ferme de Gravisse.

Esterel. — *Var.* L'andalousite accompagne la staurotide dans les micaschistes des gisements cités au sujet de ce dernier minéral.

2° Dans les schistes modifiés au contact du granite (chiastolite).

L'andalousite est un des minéraux les plus fréquemment produits au contact du granite et des schistes paléozoïques. Dans ce gisement, elle renferme souvent les inclusions charbonneuses, régulièrement distribuées, qui ont été décrites plus haut, et qui l'ont fait longtemps considérer comme un minéral spécial (*macle*, *chiastolite*).

Les variétés présentées par l'andalousite de ce genre de gisement

sont en rapport avec la nature initiale de la roche dans laquelle ce minéral s'est développé, et par suite, dans une certaine mesure, avec l'âge de cette roche, au moins dans une région donnée.

C'est en Bretagne qu'il est le plus facile d'étudier ces diverses formes d'andalousite, c'est là que j'ai pris mes types qui sont au nombre de trois. Les travaux de Durocher et de M. Barrois ont beaucoup facilité mon travail.

a) *Type Sainte-Brigitte*. Je désigne sous ce nom les longs cristaux d'andalousite (*chiastolite*), atteignant parfois 20 cent. de plus grande dimension (fig. 23), qui se développent dans les schistes argileux du silurien (*ordovicien*) parfois à plus de quatre kilomètres du contact du granite. Ces schistes, souvent encore fossilifères, n'ont pas subi d'autres phénomènes de transformation ; ils ne se chargent de biotite qu'au contact immédiat du granite. On les rencontre aussi en Bretagne dans le carbonifère en cristaux généralement plus petits.

Tous les cristaux ont des faces prismatiques nettes ; ils se détachent facilement du schiste qui les renferme. Ils contiennent les inclusions représentées par les figures 1 à 7.

b) *Type Huelgoat*. Les cristaux de ce type sont petits, ne se détachent pas de leur gangue. Le pigment charbonneux n'y est pas toujours aussi régulièrement distribué que dans ceux du type précédent. Ce sont ceux qui se produisent le plus ordinairement au contact du granite et des schistes paléozoïques. En Bretagne, on les observe surtout dans les schistes un peu calcarifères du dévonien. On peut distinguer généralement dans les contacts de ce genre les trois stades décrits par M. Rosenbusch dans les *Steiger Schiefer* de la vallée de Barr-Andlau.



Fig. 20.

Andalousite (type Huelgoat). Les grands cristaux d'andalousite sont disséminés dans un mélange de quartz et de mica.

A Huelgoat, au contact immédiat du granite, on observe des roches compactes, dures, extrêmement riches en baguettes d'andalousite pressées les unes contre les autres (fig. 20), et quelquefois en cristaux allongés de cordiérite postérieure à l'andalousite ; la roche est riche en granules de quartz moulés par la biotite (c'est la zone des *cornéennes*).

En s'éloignant du contact, l'andalousite devient moins abondante, la roche est plus micacée.

Plus loin, les schistes renferment moins de mica ; l'andalousite disparaît, elle est remplacée par des nodules charbonneux plus ou moins clairsemés (zone des *schistes micacés noduleux*).

Enfin, à une distance plus grande du contact, les schistes modifiés ne diffèrent des schistes normaux que par l'existence de nodules charbonneux plus nombreux, mais plus petits que dans la roche précédente et par la substitution de la magnétite à l'oligiste (zone des *schistes noduleux*).

c) *Type Moulin-Vieux.* Enfin mon dernier type est celui qui s'observe dans les schistes grossiers, riches en quartz du dévonien inférieur de Bretagne et des terrains paléozoïques des Pyrénées. Les gisements les plus nets sont ceux du Moulin-Vieux en Plourin, près Morlaix, et des Chalets Saint-Nérée, dans la *Haute-Garonne*. L'andalousite y forme de longs cristaux blancs dépourvus d'inclusions charbonneuses et non isolables de la roche ; elle est généralement accompagnée de sillimanite, parfois groupée à axes parallèles avec elle (fig. 21). La roche qui la renferme est surtout constituée par du quartz moulé par de la biotite plus ou moins abondante. Elle présente à l'œil nu un aspect gneissique parfois très frappant. Elle correspond en partie aux *leptynolites* de Cordier. Il n'est parfois pas aisé de la distinguer au microscope de certains schistes micacés précambriens modifiés par les filons de quartz à andalousite, bien que leurs caractères macroscopiques soient assez différents.

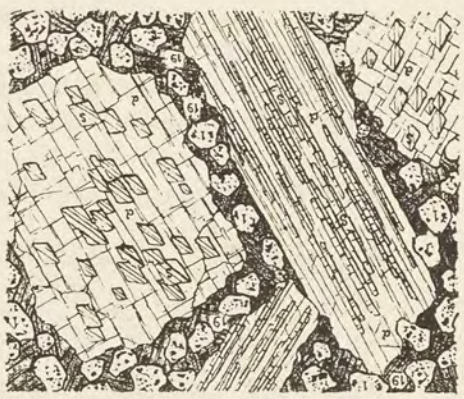


Fig. 21.
Leptynolite (type Moulin-Vieux) avec groupements à axes parallèles d'andalousite (*a*) et de sillimanite (*s*). A droite et à gauche, section *p* (001), au milieu, sections longitudinales du groupement.

Il existe également des passages entre les cornéennes micacées du type précédent et les leptynolites.

Normandie. — L'andalousite (*type Huelgoat*), est fréquente au contact du granite et des schistes paléozoïques de Normandie, et

notamment dans la *Manche*, aux environs de Flamanville, ainsi qu'entre Mortain et Avranches, sur les deux flancs de la chaîne granitique, dans le *Calvados*, aux environs de Vire, etc. De plus, le gisement suivant présente un intérêt particulier.

Orne. Je dois à l'obligeance de M. Le Tellier des cristaux d'andalousite (*type Sainte-Brigitte*), provenant des schistes siluriens à *Calymene* de Saint-Barthélemy, à quatre kilomètres sud-ouest d'Alençon. Ils atteignent 4 cent., suivant l'axe vertical. Ils s'isolent facilement du schiste qui les englobe et sont remarquables par leur transformation totale en damourite. Ils sont généralement à leur périphérie colorés en rouge par un peu d'hématite.

Bretagne. — Au commencement de ce paragraphe, j'ai décrit les diverses formes présentées par l'andalousite (*chiastolite*) développée par le granite dans les schistes paléozoïques de Bretagne ; il suffira d'énumérer quelques gisements particulièrement intéressants à ce point de vue. Il me paraît inutile de multiplier outre mesure ces citations.

Côtes-du-Nord. L'andalousite se rencontre dans les leptynolites dévoniennes du type Moulin-Vieux, au contact du granite du massif de Rostrenen. Les schistes carbonifères de la même région (Glomel) contiennent des andalousites de petite taille, du type de Sainte-Brigitte.

Finistère. Aux alentours du massif granitique de Morlaix, et particulièrement au ravin du Moulin-Vieux, au bourg de Plourin, on observe la leptynolite dont j'ai fait le type du Moulin-Vieux (fig. 21). Les groupements réguliers à axes parallèles d'andalousite et de sillimanite y atteignent plusieurs centimètres de longueur.

Aux environs de Huelgoat, il est facile d'observer toutes les variétés de roches à andalousite (*type Huelgoat*), depuis les cornéennes (près du Gouffre, près de la Coudraie, au nord de Ty-Mahé, près Saint-Herblot), les schistes feuilletés avec cristaux d'andalousite de 1 cent. de longueur (tranchée de la Coudraie, Ar-chef-cours) jusqu'aux schistes tachetés sans andalousite. La roche éruptive est un granite à pinite, la roche modifiée un schiste dévonien de l'étage de Porsguen (Barrois).

Les schistes siluriens des environs de Huelgoat renferment dans quelques points, à Vern et An-Avalennou, des cristaux d'andalousite rose, de 2 à 3 cent. de longueur, appartenant au *type Sainte-Brigitte*. Leur développement est également dû à l'action du même granite ; au contact immédiat avec celui-ci, le schiste se charge de biotite. C'est à

ce même type qu'il faut rattacher de jolis cristaux, ayant environ 2 cent. sur 2 mill., qui accompagnent la staurotide et le grenat dans les schistes siluriens micacés du village de Mur-en-Plouigneau et de Forges-Neuves. (Voy. à staurotide); leurs propriétés optiques ont été données plus haut.

Morbihan. Le gisement le plus important de la Bretagne, au point de vue de l'andalousite (*chiastolite*), est celui des environs des Salles-de-Rohan.

Les cristaux en sont connus depuis la plus haute antiquité; ils étaient désignés par les anciens auteurs sous le nom de macles, et il semble que l'introduction de ce terme dans la langue héraldique tienne à ce que les Rohan, sur les terres desquels se trouvait ce gisement, les avaient représentées dans leurs armes. Je dois à l'obligeance de M. OEhlert la communication des documents suivants sur cette question.

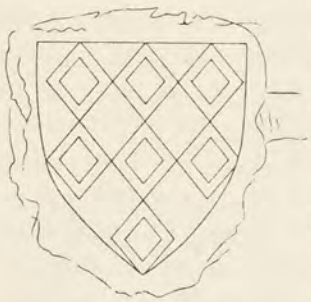


Fig. 22.
Contre-scel de Geffroi, vicomte de Rohan (1222).

La figure 22 représente le contre-scel de Geffroi, vicomte de Rohan (1222), donné par dom Lobineau dans son histoire de Bretagne (*Preuves de l'histoire de Bretagne, faisant suite à Dom Morice.* II. XXVI). On y voit dessinée une des figures habituelles aux sections transversales des cristaux d'andalousite des Salles.

Marc de Varennes (*Le Roy d'Armes.* 1740) discute très longuement la question des macles (p. 470); parmi les différentes opinions, il dit : « D'autres vous maintiendront qu'attendu que les arbres et les cailloux qui sont auprès de Rohan, vers le chasteau des Salles, sont tous marquez de temps immemorial de ces figures de macles, et que c'a esté de là que les premiers Barons de ces terres fort nobles en ont chargé leurs armoiries. »

D'autre part, on trouve dans Marc Vulson de la Colombière (*La science héroïque*, 1744, p. 149) le passage suivant : « *Rohan*, de gueules à 9 macles d'or, 3, 3 et 3 ; les opinions ont esté bien diverses, touchant l'origine des macles ; quelques autheurs ont confondu ce mot avec celuy des mailles, et j'ay veu des manuscrits anciens où ces figures estoient tousiours blazonnées macles ou mailles, comme estans en quelque façon semblables aux mailles des filets qu'on emploie à la

chasse ou à la pesche, ou bien à ces mailles passées l'une dans l'autre, desquelles les cavaliers anciens se servoient à faire des iaquettes ou jaques-de-mailles. Mais quand à moy, ayant souvent pris garde que les choses qui sont particulières et remarquables en quelque pays, ont quelquesfois donné sujet à ceux qui en estoient seigneurs de les figurer dans leurs escus, et les prendre pour armes ou armoiries. J'estime que les seigneurs de Rohan, qui sont les premiers à mon advis qui ont porté ces figures dans leurs armes (quoy qu'issus des anciens roys et Princes de Bretagne) les ont prises, pource que dans le très ancien vicomté de Rohan, depuis Duché, il y a quantité de petits caillous, lesquels estans couppez en deux, l'on y voit dedans cette figure marquée ; comme aussi les carpes qui sont dans les estangs dudit Duché portent la mesme marque figurée dans leurs escailles : Ce qui estant extraordinaire et particulier à cette contrée, ce n'est pas sans sujet que les anciens Seigneurs d'icelle ayans remarqué cette merveille, ont pris ces figures pour leurs armes, et les ont transmises à leurs descendans, et leur ont donné le nom de Macles, qui vient du latin *Macula*, qui signifie tache, une macule ou une marque; d'où quelques-uns de cette maison ont pris pour devise *sine macula macla.* »

Nous avons cité plus haut le mémoire du président de Robien sur les cristaux d'andalousite des Salles de Rohan.

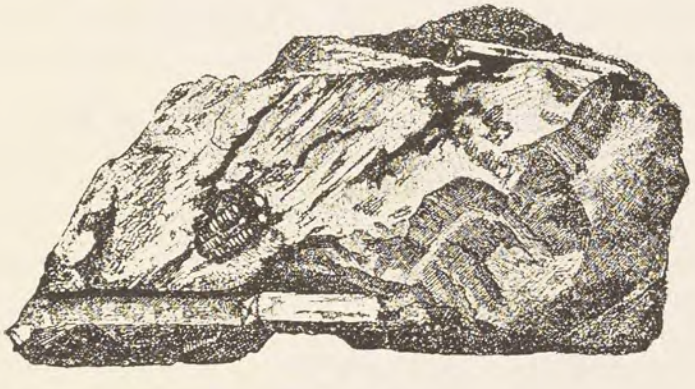


Fig. 23.
Schiste d'Angers renfermant deux cristaux d'andalousite (chiastolite) et un trilobite.
Dessin fait d'après une photographie (Sainte-Brigitte).

Les cristaux du gisement qui nous occupe ont été étudiés par tous les minéralogistes du siècle dernier et par ceux du commencement de ce

siècle. Ce fut en 1838 que Puillion Boblaye découvrit à Sainte-Brigitte (*C. R.* 186. 1838) des fossiles siluriens dans les échantillons riches en cristaux d'andalousite. M. Barrois a donné (*B. S. G.* 3e série. XIV. 856. 1885) la bibliographie des mémoires géologiques publiés depuis longtemps à ce sujet.

Nous nous contenterons de rappeler que les schistes argileux qui les renferment appartiennent au silurien (schistes d'Angers), et que l'on y rencontre les fossiles suivants : *Calymene pulchra* (Barr), *Trinucleus ornatus* (Sternb), *Dalmanites socialis* (Barr.), etc., en même temps que des cristaux d'andalousite atteignant 20 cent. de plus grande dimension. La figure 23 représente un échantillon de la collection de M. de Limur, reproduit d'après une photographie de M. Gourdon. Le cristal inférieur mesurait 19 centimètres.

Ces cristaux sont souvent entourés d'une gaine jaune constituée par des produits d'altération micacés (fig. 10) ; nous avons étudié plus haut la marche de cette décomposition, ainsi que la disposition de ses inclusions charbonneuses.

Durocher a signalé (*B. S. G.*, 2e série. III. 557. 1846) ce fait que les cristaux sont disposés parfois obliquement ou perpendiculairement à la schistosité du schiste qui les contient ; il a montré que le pigment noir présentait la même disposition que dans le schiste et n'offrait pas trace de plissement.

L'andalousite s'observe non seulement à Sainte-Brigitte, mais encore à trois kilomètres de là à l'Étang des Salles, aux Forges des Salles et sur toute la lisière du granite de la région.

On la trouve aussi dans les schistes du même âge de Molac.

Le même type d'andalousite formé dans les mêmes conditions se rencontre aux environs de Rochefort-en-Terre (de Saint-Perreux à Larré), à Saint-Jean de la Poterie.

Le type Huelgoat existe au Mortier en Saint-Jacut (pseudomorphoses micacées).

Loire-Inférieure. A Marsac (N.-O. de Nozay), on observe dans les schistes siluriens de grands cristaux du type Sainte-Brigitte ; ils sont très allongés (5 cent.), tordus et étirés en fuseau ; ils se détachent facilement de leur gangue schisteuse et sont entourés d'une couche micacée jaunâtre.

Dans la même région, M. Barrois m'a signalé de l'andalousite dans les leptynolites du silurien supérieur (*type Moulin-Vieux*).

Maine-et-Loire. — Parmi plusieurs gisements du *Maine-et-Loire*, on peut citer celui de Saint-Lambert-la-Poterie (type Huelgoat), que m'a indiqué M. L. Bureau.

Pyrénées. — L'existence dans les Pyrénées de schistes à andalousite (*schistes maclifères*) de ce groupe est connue depuis longtemps. Ramond, de Charpentier en ont cité de nombreux gisements. Cordier (D'Orbigny, *Descr. des Roches*, Paris, 1868, p. 199) a pris les roches des environs de Barèges comme un des types de sa *macline*. Depuis lors, ces schistes ont été étudiés par divers auteurs, et notamment par M. Zirkel (*Z. d. G.* XIV. 1867). On les observe au contact de tous les massifs granitiques de la chaîne avec les schistes paléozoïques. On peut y distinguer les mêmes types qu'en Bretagne, avec toutefois quelques variétés locales.

Il existe une certaine difficulté à différencier, d'après la description des anciens auteurs, quelques-unes de ces roches de contact du granite avec les schistes micacés du précambrien modifiés par la granulite, schistes étudiés dans le paragraphe précédent. Cette observation s'applique surtout aux schistes micacés à andalousite et staurotide des Hautes-Pyrénées, qui ont été décrits à l'article *staurotide*. Ces derniers se trouvent dans la série géologique à un niveau inférieur à celui des schistes à andalousite seule. Il est possible qu'ils soient le résultat du métamorphisme des schistes précambriens par le granite.

Quoi qu'il en soit, je décris ici tous ces schistes dans un article unique, sauf à les séparer plus tard s'il y a lieu, lorsque l'étude sur le terrain m'aura permis de débrouiller leur mode de formation.

On pourrait multiplier à l'infini les citations de gisement ; je me bornerai à indiquer ceux qui ont été cités par les auteurs précédents ou qui méritent une mention spéciale par suite de quelque particularité.

Hautes-Pyrénées. Aux environs d'Héas, au cirque de Troumouse, se rencontrent en abondance dans un schiste argileux silurien de jolis petits cristaux d'andalousite, avec les inclusions représentées par les figures 1 à 5. Ils appartiennent au *type de Sainte-Brigitte*, mais ne peuvent pas être facilement détachés de leur gangue. Ramond les a déjà indiqués dans son *Voyage au Mont-Perdu* (p. 241) ; Blum a décrit leur pseudomorphose en produits micacés (*Pseudomorph.* I. *Nacht.* 1847. 171).

Charpentier les indique dans les mêmes schistes des gorges du port de la Pez (ou Lapez) en gros cristaux très fragiles.

Les autres gisements à citer appartiennent au type Huelgoat : Couplan et Artégus, près du lac d'Ordon (vallée d'Aure) (fig. 1 à 4) ; massif du Pic d'Arbizon, de Montaigu ; massif du Pic du Midi ; val de Pragnères (fig. 5), vallée d'Azun (sur la route d'Argelès aux Eaux-Bonnes), etc.

Dans tous ces gisements, il existe une grande variété dans la cristallinité des schistes paléozoïques riches en andalousite ; cette cristallinité est, comme toujours, en relation avec leur distance plus ou moins grande du granite.

Aux Chalets Saint-Nérée (vallée de Ferrère, dans la Haute-Barousse), j'ai décrit (*B. S. M.* XII. 58, 1899) des leptynolites du *type Moulin-Vieux*, riches en quartz, à inclusions charbonneuses et contenant de longs cristaux blancs (3 cent. de longueur) formés par les groupements à axes parallèles d'andalousite et de sillimanite représentés par la figure 21.

Haute-Garonne. On peut citer comme principaux gisements (*type Huelgoat*) : le Mail de Soulan (M. Gourdon) ; Esquierry et les granges d'Astos (vallée d'Astos d'Oo, tributaire de la vallée de l'Arboust) ; Campsaure ; Port de la Glère, vallée du port de Venasque, et dans le Val d'Aran [*Espagne*], d'après M. Gourdon, à Las Bordes, Bénos. De grands cristaux de 1^{cm} de diamètre (*type Sainte-Brigitte*) ont été trouvés dans les schistes carburés à l'Esponne et à l'Hospice de Luchon.

Ariège. M. Caralp m'a signalé de l'andalousite dans les schistes carburés siluriens, au nord des mines de Sentien.

J'ai observé de beaux cristaux de ce minéral (*type Huelgoat*) au contact du granite et des schistes paléozoïques du fond de la vallée d'Aulus, et particulièrement à la mine des Argentières et sur les flancs est et ouest de la crête aboutissant au port de Saleix. Ces schistes alternent avec des calcaires chargés de grenat, d'idocrase, de wollastonite, etc.

Pyrénées-Orientales. Les granites des Pyrénées-Orientales sont entourés d'une auréole métamorphique dans laquelle M. Deperet m'a indiqué l'andalousite (*type Huelgoat*).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* M. Michel Lévy a signalé des schistes maclifères aux environs d'Aydat, à Laschamp, au Puy Chopine, au Moulin Fanchon (*B. S. G.* 1891. 917).

Rhône. Fournet (*in* Drian, 253) a indiqué l'existence de schistes

maclifères au Puy-d'Ajoux, près Chénelette. M. Michel Lévy les a retrouvés à l'est de l'auberge des Plats, près Monsols, et à la montagne de Charouze. Le même savant a trouvé (*B. S. M.* XV.1892) des rosettes d'andalousite rose dans un tuf porphyrique de l'âge du *Culm* du mont Tournissou, près de la montagne de Thyon, aux environs de Beaujeu.

Saône-et-Loire et Nièvre. Dans le Morvan, le même auteur a décrit (*B. S. G.* IX. 191. 1881) des schistes à andalousite dans une bande paléozoïque que l'on peut recouper de Saint-Honoré à Luzy (Nièvre). On y observe les schistes maclifères (*type Huelgoat*) sur plus de 20 kilom., jusqu'au sud de Mont, près Bourbon-Lancy (*Saône-et-Loire*). A la Theugne, sur le versant oriental de Mont, l'andalousite est transformée en une substance colloïde jaune. A la sortie sud-est de Cressy-sur-Somme, ces schistes se chargent d'amphibole au contact de porphyrites micacées. Au Moulin-Petit, ils contiennent de la belle andalousite dentelliforme, et au contact de filons de granulite, de la tourmaline et de la muscovite.

[**Alsace**]. — Les travaux de M. Rosenbusch (*Steiger Schiefer*, Strassburg, 1877) ont rendu célèbres les environs de Barr-Andlau et de Hohwald, dans lesquels ce savant a décrit de très intéressants phénomènes de contact du granite et des schistes paléozoïques (andalousite, *type Huelgoat*).

Algérie. — *Oran.* M. Bleicher a signalé (*B. S. G.* VIII. 303. 1881) de l'andalousite (*type Huelgoat*) dans des schistes métamorphiques d'Aïn Kebira et de Nedroma, au sud de Nemours.

Constantine. M. Renou a décrit (*Exploration de l'Algérie.* Paris, 1848. 58) et analysé des cristaux d'andalousite provenant des environs de Bône. D'après un échantillon isolé que j'ai vu au Muséum, ce minéral se rapporte au type de Sainte-Brigitte.

NOTA

De Charpentier et après lui divers auteurs ont signalé l'existence d'andalousite (*chiastolite*) dans des calcaires de plusieurs points des Pyrénées (vallée de Pragnères, vallée de Larboust, Montagne de Colas, au nord de Portet, vallée de Ger, etc.) ; j'ai pu m'assurer que le minéral en question est non pas de l'andalousite, mais de l'amphibole ou du dipyre noir, suivant les points considérés.

L'andalousite en petits grains roulés se rencontre au milieu des sables des régions dans lesquels ce minéral existe en place.

SILLIMANITE [1]

(FIBROLITE)

$Al^2 Si O^5$

Orthorhombique : $mm = 110°$ environ (Dx.)

$[a : b : c = 0{,}68728 : 1 : ?]$

Formes observées. m (110), h^1 (100).

M. des Cloizeaux a signalé dans ce minéral un prisme g^5 (230) avec $g^5 g^5 = 91° 45'$. M. Groth a proposé de le prendre pour m (110) ; les paramètres $a : = 0.970 : 1$ deviendraient alors très voisins de ceux de l'andalousite.

$$\left| \begin{array}{l} mm = 111° \text{ (Dx.)} \\ mh^1 = 145° 30' \end{array} \right.$$

Faciès des cristaux. Les cristaux sont très rares dans les gisements français, ils sont toujours très allongés suivant l'axe vertical, et ne sont jamais terminés ; les faces du prisme sont fortement cannelées parallèlement à leur intersection mutuelle.

La sillimanite se présente avec deux faciès : 1° sous forme de longues aiguilles rectilignes ; 2° sous forme de très fines aiguilles entrelacées, donnant naissance à des masses à texture extrêmement compacte, considérées autrefois comme un minéral spécial et désignées sous le nom de *fibrolite*. M. des Cloizeaux a montré depuis longtemps l'identité de la fibrolite et de la sillimanite.



Fig. 1. Fig. 2.
Coupes minces de sillimanite (50 diamètres).
Fig. 1. Sections allongées sans clivages [h^1 (100)] ou avec clivages [g^1 (010)]. Sections transversales p (001) avec la trace du clivage facile. — Fig. 2. Aiguilles enchevêtrées de sillimanite (fibrolite).

Les figures 1 et 2 montrent l'aspect que prennent en lames minces ces deux manières d'être du même minéral. Les aiguilles constituant la fibrolite sont extrêmement grêles et forment un tissu des plus serrés, qui explique bien la ténacité de cette substance.

1. Voir *Supplément*, IV, 678.

Déformations mécaniques. Les cristaux nets sont très souvent courbés, brisés et recimentés par le quartz ou le feldspath qui les englobe. (Cambo, *Basses-Pyrénées.*)

Clivages. Clivage h^1 (100) très facile. Cassures transversales fréquentes. Cassure inégale.

Dureté. 6 à 7.

Densité. 3.17 à 3.24. Les cristaux de Cambo possèdent une densité de 3,23. M. Damour (*op. cit.*) a donné les nombres suivants pour la fibrolite, taillée en haches (préhistoriques) : Penestin, 3.210 ; Questembert (*Morbihan*), 3.208 ; Châteaudun (*Eure-et-Loire*), 3.182 ; Belle-Isle-sur-Mer (*Morbihan*), 3.180 ; Roche-Cardon (*Rhône*), 3.179 [ces gisements sont ceux dans lesquels ont été recueillies les haches en question].

Coloration. La sillimanite pure est blanche, jaunâtre ou verdâtre ; les variétés brunes sont généralement colorées par des lamelles de biotite enserrées par les aiguilles du minéral qui nous occupe. — Éclat nacré et presque adamantin sur les surfaces de clivage. Vitreux. La sillimanite est toujours transparente en lames minces.

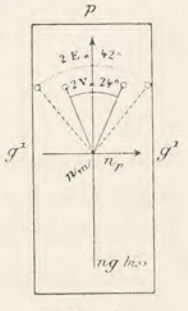


Fig. 3.

Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100).

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *positive*, parallèle à l'axe vertical.

Les indices mesurés par le procédé de la réflexion totale sont les suivants (pour la lumière du sodium) :

	Moulin-Vieux.
n_g =	1.680
n_m =	1.661
n_p =	1.659

et la biréfringence maximum :

$$n_g - n_g = 0{,}021$$

L'angle des axes est variable avec les échantillons. Les valeurs suivantes ont été observées pour la lumière du sodium :

	Moulin-Vieux (Lx.)	Cambo (Lx.)	Mt-Pilat (Ml. et Termier)	Pontgibaud Dx.)
2 **E** =	44°	58°	34°	35° à 40°
				lumière blanche
d'où 2 **V** =	26°	33°	20°	20° à 24°

Pléochroïsme. Les variétés colorées qui montrent des traces de

pléochroïsme le doivent généralement à de fines inclusions micacées. — La sillimanite de tous nos gisements est normalement incolore en lames minces.

Groupements réguliers d'andalousite et de sillimanite. J'ai signalé déjà page 29 ces groupements réguliers représentés par les figures 9 et 21 (page 42).

Composition chimique.

Analyses :

a) des cristaux de Cambo après traitement à l'acide fluorhydrique et purification par les liqueurs denses (Lx.).

b) de fragments de hache en fibrolite de Brioude (*Haute-Loire*).

c) Id. du dolmen de Mané-er-H'roch (*Morbihan*), toutes deux par M. Damour (*C. R.* LXI. 313 et 357. 1867 et *Revue archéologique*, 1865).

SiO^2.....	37.15	37.18	37.10
Al^2O^3.....	62.72	61.17	61.03
Fe^2O^3	»	0.70	0.71
Perte au feu.	»	1.06	1.20
	99.87	100.11	100.04

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau ; la sillimanite présente avec le nitrate de cobalt les mêmes réactions que l'andalousite. Inattaquable par tous les acides.

Altérations. La sillimanite ne m'a jamais montré aucun produit d'altération.

Dans les fragments de roches anciennes à sillimanite englobés par les roches volcaniques du Plateau central, on voit souvent, au microscope, ce minéral se charger d'inclusions vitreuses et parfois d'octaèdres de spinelle. Ces derniers sont dus à la transformation de la biotite qui accompagne la sillimanite.

Dans des enclaves de gneiss des phonolites de Valette (*Cantal*), j'ai observé des traînées de sillimanite interrompues par des chapelets d'octaèdres violacés de spinelle qui paraissent s'être formés à ses dépens.

Diagnostic. Quand la sillimanite est en cristaux, son clivage unique à éclat nacré, parallèle au plan des axes et présentant en lumière polarisée parallèle une extinction longitudinale permet aisément de la distinguer du disthène.

La variété *fibrolite* extrêmement tenace se distingue par son infusibilité au chalumeau et par sa densité des amphiboles blanches, du jade, avec lesquels on la confondait autrefois.

En *lames minces*, la forte réfringence, la biréfringence maximum, le signe positif des cristaux à extinction parallèle à leur allongement et à la trace du clivage, la forme des sections transversales dans lesquelles le clivage facile, largement ouvert, est bissecteur de l'angle aigu (69°) des faces prismatiques (fig. 1), leurs propriétés optiques (ces sections sont perpendiculaires à la bissectrice positive et presque éteintes en lumière polarisée parallèle à cause du faible écartement des axes), assurent rapidement le diagnostic.

Les enchevêtrements de fines aiguilles de *fibrolite* sont également caractéristiques (fig. 2) ; on peut y distinguer quelques-uns des caractères énoncés plus haut.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Nous aurons à étudier la sillimanite dans les trois conditions suivantes :

1° Dans la granulite ou dans les gneiss et micaschistes, où elle se développe sous l'action de la première de ces roches ; c'est là le gisement principal de la sillimanite ;

2° Dans les roches sédimentaires modifiées par le granite ;

3° Dans les fragments de gneiss ou de granite enclavés par les roches volcaniques, et modifiés par elles. Ce mode de gisement n'est cité que pour mémoire.

1° *Dans les granulites, les gneiss et les micaschistes granulitisés.*

Les beaux cristaux de sillimanite sont très rares, et ne se rencontrent que dans les granulites ; la variété la plus commune est celle que l'on désigne sous le nom de *fibrolite* ; elle se trouve dans les gneiss granulitiques, où elle forme souvent des lits assez épais pour avoir fourni la matière des haches de l'époque de la pierre polie, que l'on rencontre en si grande abondance sur de nombreux points de la France.

C'est M. Michel Lévy qui a montré (*B. S. G.*) 110. 1879 et *B. S. M.* III. 30. 1880), à l'aide d'exemples pris particulièrement dans le Morvan, les relations de cause à effet existant entre la granulite éruptive et le développement de la sillimanite des gneiss granulitiques. Les observations plus récentes ont fait voir la généralité de ce fait.

La sillimanite est fréquemment accompagnée debiotite et de muscovite, de tourmaline et de grenat ; elle manque rarement dans les gneiss et granulites à cordiérite. Elle est un des satellites les plus constants de ce dernier minéral.

La sillimanite étant abondante partout où il y a des gneiss granulitiques, je me contenterai de signaler les gisements qui, à ma connaissance, sont les plus typiques à cet égard.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. On la trouve dans les gneiss granulitiques de Saint-Énogat.

Finistère. Dans les micaschistes granulitisés de la bande de Saint-Pol-de-Léon à Plougoulin, Plouzévédé, la sillimanite se rencontre sous forme de *fibrolite* (M. Barrois).

Morbihan. C'est aussi sous forme de *fibrolite* qu'on la trouve dans les micaschistes granulitisés, et les granulites qui les percent dans les falaises du Morbihan. M. de Limur l'a signalée notamment (p. 49, *op. cit.*, et *B. S. M.* V. 72. 1882) avec graphite et grenat dans la baie de Penboc'h (golfe du Morbihan), à la pointe de Kerino, près Vannes ; aux environs de Kentré, près Auray, etc. Dans les schistes micacés granulitisés du précambrien de Plouay à Lanvaudan.

Loire-Inférieure. La sillimanite a été signalée par M. Baret dans les gneiss granutilisés de Couëron (*B. S. M.* IV. 253. 1881), dans ceux des environs de Saint-Nazaire, et particulièrement à Ville-ès-Martin. Dans ce dernier gisement, la sillimanite forme de petites masses fibreuses marbrées de brun, grâce à des lamelles de biotite, interposées entre les aiguilles de sillimanite.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Le plus beau gisement de sillimanite que je connaisse est celui que j'ai découvert en 1890 à Cambo. Les travaux de percement du second tunnel du chemin de fer, passant au-dessous de ce village, ont nécessité l'extraction d'une très grande masse de gneiss acides, de cipolins, de gneiss à pyrogène et de granulite. Dans les fentes du quartz j'ai trouvé de superbes cristaux de zéolites qui seront décrits plus loin.

Une pegmatite à oligoclasse, riche en quartz, m'a fourni une très grande quantité de sillimanite, accompagnée de très gros cristaux de cordiérite et de groupements (à forme de pegmatite graphique) de cordiérite et de quartz, de tourmaline et de quartz.

La sillimanite forme des cristaux très allongés suivant l'axe vertical

et dépassant parfois 10 cent. ; le fragment du plus gros cristal que j'ai observé et qui m'a servi à déterminer les propriétés optiques avait 4 cent. de longueur sur 8 mm. d'épaisseur. J'ai brisé une quantité considérable de roche, espérant trouver des cristaux présentant des faces terminales ; mes recherches n'ont pas été, à cet égard, couronnées de succès.

Les cristaux montrent les faces m (110) dominantes, et h^1 (100) très réduites (fig. 4). Quand on essaie de les détacher du quartz, le clivage nacré h^1 se produit avec grande facilité.

La pegmatite a subi des actions mécaniques puissantes, et les cristaux de sillimanite sont souvent brisés et ressoudés par le quartz, comme cela a lieu si souvent pour la tourmaline de ces mêmes roches.

Très fréquemment, dans un même bloc de quartz, les cristaux de sillimanite se présentent extrêmement nombreux et orientés dans la même direction ; ils donnent au quartz un aspect laiteux et une texture fibreuse très curieuse. Quand on taille une lame mince dans ce quartz, on constate que la sillimanite y est beaucoup moins abondante que ne le faisait supposer l'examen macroscopique.



Fig. 4.
Sillimanite de Cambo.

Hautes-Pyrénées. M. Frossard me l'a signalée dans les granulites de la vallée de Lesponne (massif du Pic du Midi de Bigorre).

Ariège. La sillimanite est peu fréquente dans l'Ariège. M. Caralp me l'a indiquée dans les pegmatites, à l'est de Castillon ; dans les gneiss granulitiques, sur le chemin de Sentenac, au col de la Quorre, et dans ceux de la vallée de Bethmale.

Je l'ai rencontrée, mais généralement comme élément microscopique, dans les filons ou les bancs de granulites à cordiérite des schistes cristallins des massifs du pic Saint-Barthélemy et du pic des Trois-Seigneurs.

Dans cette dernière région, j'ai découvert, l'an dernier, un gisement intéressant de sillimanite. Sur la crête la plus méridionale du pic de Fontanette, dominant le port de Suc, se trouvent des micaschistes très granulitisés qui, sur plusieurs centaines de mètres, sont presque exclusivement constitués par de la sillimanite et des micas.

La sillimanite forme aux surfaces exposées à l'air de grandes baguettes fibreuses d'un blanc nacré, que l'on pourrait, au premier abord, prendre pour de la trémolite ; elles sont décapées par les actions atmosphériques

et débarrassées de la biotite qui les empâte dans la roche schisteuse. L'examen microscopique fait voir que cette roche possède une structure curieuse. Elle est formée par de la sillimanite en longs cristaux groupés à axes parallèles ou par de petites aiguilles enchevêtrées (fibrolite) et englobées par de grandes lames (à formes géométriques) de muscovite. La biotite moule les deux minéraux précédents.

Montagne Noire. — *Tarn*. M. Bergeron m'a signalé de petites masses ovoïdes de sillimanite (fibrolite), entourées de biotite dans les leptynolites des Gorges d'Héric ; le même minéral est abondant dans les gneiss granulitiques de la Montagne-Noire.

Plateau Central. — Il serait oiseux de vouloir citer tous les gisements de sillimanite du Plateau Central ; ce minéral existe partout où se trouvent des gneiss granulitiques. Je citerai seulement quelques gisements comme types. Je rappellerai que, dans tout le plateau Central, les haches de fibrolite sont très abondantes, et ont été, selon toute vraisemblance, fabriquées sur place : elles ont été désignées comme *jade* par les anciens auteurs,

Haute-Loire. Les galets de sillimanite (*fibrolite*) sont très abondants dans le lit de l'Allier et de la Loire ; on y rencontre parfois associés de l'andalousite et du corindon bleu (Bertrand de Lom). — Les gneiss de l'arrondissement de Brioude renferment fréquemment des lits assez épais de fibrolite. M. Brihat m'a signalé, notamment, à ce point de vue, le gneiss grenatifère de Berbezit.

Les granulites à cordiérite du Velay, et en particulier les blocs que l'on trouve en enclaves dans les tufs et projections basaltiques des environs du Puy, à la Denise, aux rochers Saint-Michel et Corneille, au Croustet, à Cheyrac, à Polignac, etc., contiennent fréquemment de la sillimanite. Ce minéral, associé à de la belle cordiérite bleue, à du grenat, etc., ne s'y rencontre pas exclusivement à l'état de fibrolite. Au Rocher Saint-Michel, j'en ai recueilli de belles lames nacrées ayant 2 cent. de longueur sur 3^{mm} de largeur. C'est certainement à ce minéral qu'il faut rapporter le disthène signalé par Pascal dans les mêmes gisements.

La sillimanite étant infusible et réfractaire à l'action des magmas volcaniques, se rencontre quelquefois avec zircon, corindon, dans les laves basaltiques de la Haute-Loire, où elle constitue les derniers restes d'enclaves de granulite ou de gneiss résorbés.

M. Boule a rencontré la sillimanite dans les gneiss grenatifères très granulitisés des environs d'Alleyras, dans la haute vallée de l'Allier. Elle y tapisse les fissures de la roche.

Cantal. La sillimanite est très abondante dans les gneiss granulitiques de cette région, où M. Fouqué l'a notamment observée dans la vallée de l'Allagnon et dans la vallée de Blesle qui y aboutit.

J'ai recueilli dans les trachytes domitiques des environs du Lioran et de Menet des enclaves de gneiss granulitique à cordiérite, andalousite et sillimanite présentant d'intéressants phénomènes de métamorphisme. La sillimanite y est intacte. Il en est de même dans des enclaves du même genre des phonolites de Valette. Dans ce dernier gisement, une partie de la sillimanite est transformée en spinelle. Elle semble aussi y prendre naissance par transformation de la biotite.

Corrèze. On la trouve particulièrement dans les gneiss des vallées du Chavanon et de la Clidane.

Haute-Vienne. Elle est très abondante en petits bancs, constitués par des fibres grêles, dans la carrière de Cluzeau, près Limoges ; elle doit parfois sa coloration brune à des enchevêtrements de lamelles de biotite.

Puy-de-Dôme. Aux environs de Pontgibaud, et notamment à Saint-Ours, la fibrolite a été trouvée en grandes masses, désignées par Lecoq sous le nom d'asbeste, de trémolite, de grammatite fibreuse. Elle a été étudiée par M. des Cloizeaux (*B. S. M.* IV. 258. 1881).

Aux environs d'Issoire, les galets de fibrolite sont extrêmement abondants. Bravard, dans sa monographie de la montagne de Perrier, les signale au ravin des Estouaires sous le nom de jade gris. Les fragments varient de 350 à 400 gr. Suivant M. Gonnard, ils atteignent parfois 1 kilog. (*B. S. M.* VI. 299. 1883). D'après M. Michel Lévy, ces blocs de fibrolite proviendraient de la vallée de l'Allagnon. On trouve le même minéral en place dans les gneiss à cordiérite de Cros, etc.

Ardèche. Dans les gneiss de Saint-Félicien, on rencontre de petits lits de fibrolite, qui m'ont été signalés par le frère Euthyme.

Loire. La sillimanite se rencontre dans les micaschistes granulitiques des environs de Rive-de-Gier, dans les gneiss anciens du massif du Pilat (Croix-de-Montvieux), avec grenat. C'est dans cette même région, à la Chuperie, que MM. Michel Lévy et Termier ont trouvé les groupements réguliers d'andalousite et de sillimanite décrits plus haut.

M. Termier l'a indiqué à Pont-Salomon, dans la tranchée de la gare, au milieu de blocs de gneiss à cordiérite pincés dans le granite.

Rhône. Elle est très abondante dans les gneiss granulitiques du Lyonnais, et notamment aux environs de Rochecardon, à Brignais, Pierre-Scize, etc.

Saône-et-Loire. Dans les notes rappelées plus haut, M. Michel Lévy a fait remarquer l'abondance de la sillimanite dans les gneiss granulitiques du Morvan et partout dans la région située entre le parc de Montjeu et Marmagne (vieille route de Marmagne à Autun, entre Marmagne et la Croix-Blanchot), ainsi qu'aux environs du Mont Saint-Vincent, et surtout près du vieux moulin de Marigny, etc.

Vosges. — Le Dr Carrière a signalé (*Bull. Soc. philom.* Épinal, 1889) ce minéral dans les gneiss de Lièpvre, de Saint-Hippolyte.

Maures. — *Var.* La sillimanite se rencontre dans les micaschistes granutilisés, et notamment aux environs de la Verne.

2° *Dans schistes ou grès paléozoïques au contact du granite.*

Bretagne. — La sillimanite se rencontre abondamment développée dans les schistes et les grès paléozoïques de Bretagne, au contact du granite aussi bien que de la granulite.

Elle est généralement microscopique, formant des houppes de petites aiguilles parfois très élégantes, au milieu du quartz des grès transformés en quarztite, comme dans la figure 5, représentant un échantillon de Rostrenen (*Côtes-du-Nord*) que m'a remis M. Barrois.



Fig. 5.
Sillimanite en fibres dans grès de Rostrenen transformé en quartzite au contact du granite.

On la trouve aussi en abondance dans les schistes micacés à andalousite, du type Moulin-Vieux (leptynolite) ; elle s'y présente généralement à l'état de fibrolite, et ce n'est qu'exceptionnellement qu'on la rencontre en cristaux macroscopiques.

A ce point de vue, il y a lieu de signaler le gisement du Moulin-Vieux, près Morlaix, dans lequel j'ai déjà signalé plus haut les groupements réguliers à axes parallèles d'andalousite et de sillimanite (p. 42, fig. 21).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* C'est à ce genre de gisement que doivent être rapportés les groupements à axes parallèles d'andalousite et de sillimanite décrits également plus haut, dans les grès modifiés des Chalets Saint-Nérée (vallée de la Barousse).

3° *Sillimanite formée dans les roches gneissiques ou granitiques enclavées dans des roches volcaniques.*

Plateau Central. — J'ai observé la formation assez fréquente de la sillimanite au dépens de la biotite des blocs de gneiss ou de granulite englobés par les basaltes, trachytes, andésites ou phonolites du Plateau Central.

La sillimanite ainsi formée se présente toujours en fibres microscopiques.

On la rencontre aussi en abondance dans les gneiss à cordiérite, etc., enclavés dans les trachytes du Mont-Dore (Capucin et Pailloux) dans les phonolites du Cantal (Valette), etc. Elle constitue un des éléments anciens de ces roches ; je l'ai, à ce titre, déjà signalée plus haut.

TOPAZE [1]

$$\begin{cases} Al^2\,Si\,O^5 \\ Al^2\,Si\,F^{10} \end{cases}$$

Orthorhombique hémimorphe : $mm = 124°\ 17'$ (Kokscharoff)

$b : h = 1000 : 843{,}393.\ D = 884{,}105.\ d = 467{,}287$

$[a : b : c = 0{,}52854 : 1 : 0{,}95395]$

Formes observées. m (110), g^1 (010), $g^{5/3}$ (140), g^2 (130), $g^{7/3}$ (250), $g^{8/3}$ (5.11.0), g^3 (120), $g^{10/3}$ (7.13.0), g^5 (230), h^3 (210) ; $e^{1/2}$ (021) ; b^1 (112).

Les mesures données plus loin ont été prises par M. E. Bertrand (B) ou par moi-même sur de petits cristaux de Framont.

	Angles calculés	Angles mesurés
$*mm$	124°17′	124°15′
mg^1	117°51′30″	
mh^3	135°52′	
mg^5	169°27′	169°26′
$mg^{10/3}$	163°23′	163°30′ (B)
mg^3	161°16′	161°19′
g^1g^3	136°35′	

	Angles calculés	Angles mesurés
g^3g^3 sur g^1	93°10′	93°8′
$mg^{8/3}$	158°35′	158°48à5′ (B) 40′
$mg^{7/3}$	154°59′30″	155°2′
$g^3g^{7/3}$	173°42′	173°36′
mg^2	150°5′30″	150°11′
$mg^{5/3}$	143°10′30″	

	Angles calculés	Angles mesurés
$pe^{1/2}$	117°40′	
$e^{1/2}\,g^1$	152°20′	
$e^{1/2}e^{1/2}$s. p	55°20′	55°29′
$*pe^1$	136°21′	
pb^1	134°25′	
mb^1	135°35′	
b^1b^1 sur p	88°50′	

1. Voir Supplément, t. IV, 681.

Faciès des cristaux. Les cristaux de Framont dont nous avons seulement à nous occuper ici sont allongés suivant l'axe vertical et se rapportent au type de ceux de Schlaggenwald ; ils sont remarquables par les nombreuses faces de la zone verticale qu'ils présentent.

Les variétés dépourvues de faces cristallines forment des masses clivables (*pyrophysalite*).

Clivages. Clivage très facile suivant p (001) ; très difficile suivant a^1 (101) et e^1 (011).

Dureté. 8.

Densité. 3.4 à 3.6.

Coloration. Les cristaux de gisements que nous avons à étudier ici sont incolores, blancs ou jaunes. On sait que la topaze des gisements de l'Oural et du Brésil présente des colorations très variées : jaune, rouge, bleu, vert, incolore. Les variétés massives sont blanches et opaques. Les cristaux sont transparents.

Éclat vitreux. Poussière blanche.

Inclusions. La topaze renferme souvent des inclusions constituées par un liquide très réfringent (*Brewsterlinite*), facilement volatilisable à environ + 29°, qu'on a longtemps considéré comme de l'acide carbonique liquide ; d'après les recherches récentes de M. A.-E. Nordenskjöld ceserait un carbure d'hydrogène. Il est souvent accompagné d'un autre liquide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* perpendiculaire au clivage facile (001).



Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

La biréfringence maximum est d'environ :

$$n_g - n_p = 0{,}010$$

M. Michel Lévy a observé dans une topaze de Montebras, autour d'inclusions de magnétite, une auréole à biréfringence plus grande, comme cela a lieu dans les auréoles pléochroïques de quelques minéraux colorés.

L'écartement des axes optiques est très variable avec les gisements et même dans les diverses parties d'un même cristal.

J'ai observé pour la lumière du sodium les valeurs suivantes sur les cristaux d'Ambazac et de Framont.

$$2\,\mathbf{E} = \begin{cases} 120°48' \text{ (Ambazac).} \\ 111° \text{ (Framont) (Bertrand)} \end{cases} \qquad \text{d'où } 2\,\mathbf{V} = \begin{cases} 65°14' \\ 60°43' \end{cases}$$

Dispersion nette avec $\rho > \nu$.

Les anomalies optiques étudiées par M. Mallard l'ont conduit à considérer le réseau de la topaze comme étant réellement monoclinique.

Pléochroïsme. Les variétés très colorées possèdent parfois un pléochroïsme faible invisible en lames minces.

Propriétés électriques. Pyro et piézoélectrique.

Composition chimique. La formule chimique donnée plus haut représente la composition chimique de la topaze. Je n'ai pu recueillir dans aucun de nos gisements une quantité de matière suffisante pour en faire l'analyse.

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau. Par l'action d'une forte chaleur, s'écaille, dégage du fluorure de silicium, et devient blanc opaque; il se forme alors des aiguilles microscopiques de sillimanite (M. Vernadsky). Chauffée fortement dans un tube ouvert avec du sel de phosphore corrode le verre (fluor).

Inattaquable par les acides ; cependant par une longue digestion dans l'acide sulfurique le minéral s'attaque partiellement.

Altérations. La topaze d'un grand nombre de gisements se transforme en kaolin ou en micas.

Diagnostic. Quand la topaze est cristallisée, son diagnostic est facile grâce à ses formes et à son clivage facile perpendiculaire à la bissectrice aiguë.

Les variétés massives (*pyrophysalite*) se distinguent des feldspaths avec lesquels on pourrait les confondre au premier abord, par leur grande densité qui fait tomber le minéral dans les liqueurs denses, par leur dureté plus grande et leur clivage unique dont les propriétés optiques viennent d'être rappelées.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Jusqu'à la découverte récente de la topaze dans les rhyolites américaines, ce minéral était considéré oomme absolument caractéristique

des granulites, des filons stannifères et des roches schisteuses modifiées par eux. C'est dans ce dernier genre de gisement que nous avons à l'étudier ici.

Bretagne. — *Morbihan*. M. de Limur a signalé (*op. cit.*) l'existence de deux échantillons de topaze blanche cristallisée qui auraient été trouvés dans les filons stannifères de la Villeder. Je n'ai pas eu l'occasion de les étudier.

J'ai entre les mains un petit cristal isolé jaune pâle, transparent, qui m'a été donné comme provenant de ce gisement. Il présente le développement habituel des cristaux d'Altenberg avec m (110), g^5 (230), g^3(120), e^1(011), $e^{1/2}$(021), b^1 (112), $b^{1/2}$ (112) et p (001) peu développé et arrondi comme toutes les autres faces du sommet. Je cite ce cristal pour mémoire, n'ayant qu'une médiocre confiance dans l'authenticité de son gisement.

Je dois à l'obligeance de M. Barrois une granulite provenant de Kervalaun en Scaer (*Finistère*), et renfermant de la topaze comme élément microscopique. Elle possède la structure des granulites d'Ambazac qui vont être étudiées.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Je rappellerai pour mémoire que Devèze de Chabriol et Bouillet ont signalé de petits cristaux de topaze avec zircon, tourmaline, béryl dans les sables de Perrier, et que Lecoq et Bouillet ont également annoncé (Gonnard, *op. cit.*, 80) que ce minéral accompagnait le quartz et l'amphibole dans les sables résultant de la décomposition des trachytes de la partie supérieure du ravin des Egravats (Mont-Dore). Ce dernier gisement serait remarquable s'il existe réellement. Il serait analogue aux gisements américains, mais les recherches les plus récentes ne sont pas venues le confirmer. Il y a lieu d'appeler sur ce fait l'attention des minéralogistes qui visiteront le Mont-Dore.

Haute-Vienne. En 1889 j'ai eu l'occasion d'étudier les environs de Limoges où m'ont guidé MM. Bernard du Temple et Tardieu. J'ai trouvé un petit fragment de topaze (*pyrophysalite*) dans les granulites à lépidolite et cassitérite des carrières qui bordent la route à la Chèze, près Ambazac. Ces roches semblent former des accidents du massif granulitique qui perce les gneiss de cette région.

Elles sont généralement à gros grains, très quartzeuses ; le feldspath le plus abondant est l'albite qui est fréquemment aplatie suivant g^1(010) et qui par son orientation donne à la roche (pauvre alors en mica)

un aspect phonolitique. Cette albite est moulée par de l'orthose, du quartz, de la lépidolite rose et enfin par des éléments plus rares : *cassitérite* et *topaze*. Il existe en outre un minéral en petits octaèdres quadratiques, riche en terres rares, qui sera étudié dans une autre partie de ce livre.

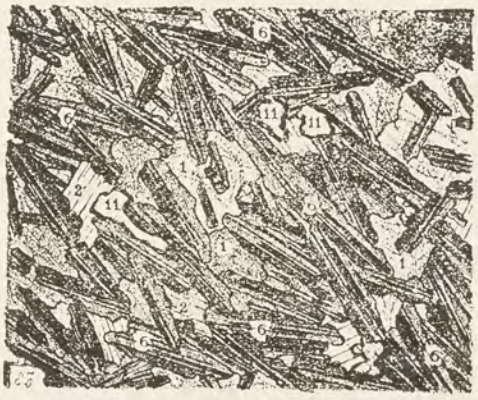


Fig. 2.
Granulite de la Chèze à structure pseudomicrolitique.
1, quartz — 2', lépidolite — 6, albite — 11, topaze.

L'aplatissement des feldspaths de cette roche lui donne en lames minces l'apparence d'une roche microlitique à structure plus ou moins fluidale (fig. 2), ou d'une roche ophitique (fig. 3) dans laquelle le quartz jouerait le rôle du pyroxène des ophites. Les figures 2 et 3 montrent ces variétés de structure, et font voir en même temps l'antériorité du feldspath par rapport à la topaze et à la cassitérite.

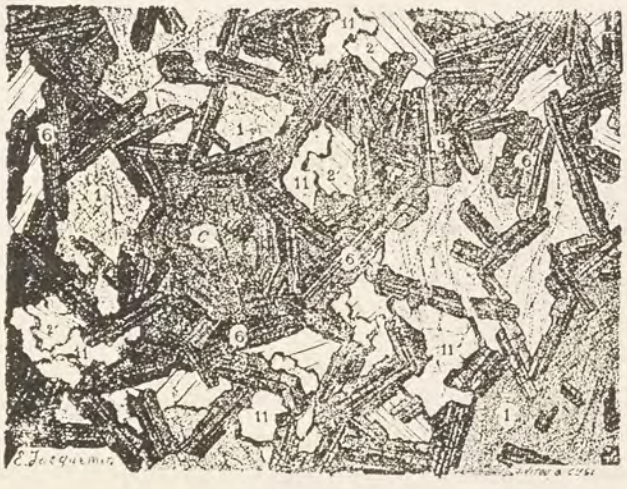


Fig. 3.
Granulite à structure pseudoophitique de la Chèze.
1, quartz — 2', lépidolite — 6, albite moulée par cassitérite c et 11, topaze.

Dans ces roches, la topaze forme de petites plages déchiquetées,

creusées de cavités ; elle ne dépasse guère $0^{mm}5$. Le seul échantillon macroscopique que j'ai trouvé et auquel j'ai fait allusion plus haut est blanc jaunâtre; il présente l'aspect de la pyrophysalite de Fimbo. Il est probable que des recherches dirigées dans ce sens permettraient de retrouver la topaze dans toutes les roches analogues de la région.

Ces mêmes carrières de la Çhèze renferment des pseudomorphoses blanches, rosées ou roses, à structure fibreuse. Il ne reste plus rien du minéral primordial qui était peut-être constitué par de l'orthose ou par de la topaze.

Creuse. M. Michel Lévy a trouvé la topaze comme élément microscopique d'une granulite provenant du gisement de cassitérite de Montebras.

Vosges. — *Alsace.* M. E. Bertrand a découvert de très jolis cristaux de topaze sur un échantillon de phénacite de Framont, et les a brièvement décrits en 1877 (*Z. K.* I. 297). Je dois à l'obligeance de ce savant la communication de son échantillon. Les cristaux terminés par les deux sommets sont implantés avec de nombreux cristaux de phénacite sur la gangue de quartz et de limonite si caractéristique de ce gisement.

Les cristaux atteignent 4^{mm} suivant l'axe vertical, direction de leur allongement, et possèdent leurs deux sommets. Ils présentent le développement des cristaux de Schlaggenwald, décrits par M. Groth.

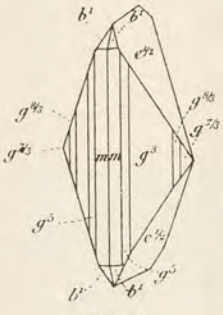


Fig. 4.

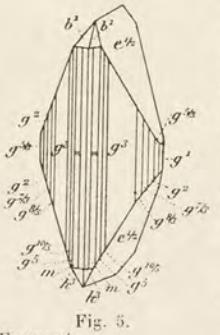


Fig. 5.

Topaze de Framont.

Les faces $e^{1/2}$ (021) sont très développées; g^1 (010) est réduit à une très petite facette ou manque souvent ; les autres formes de la zone verticale sont très nombreuses et nettes. Toutes les faces énumérées plus haut existent sur ces cristaux ; je ne crois pas utile de les répéter ici.

Ces cristaux sont incolores ; la teinte foncée présentée par quelques-uns d'entre eux est due à des infiltrations ferrugineuses.

Ce minéral constitue à Framont une très grande rareté, et l'échantillon étudié est unique jusqu'à présent.

DISTHÈNE [1].

$Al^2Si\,O^5$

Triclinique : $mt = 97°17'$ (M. Bauer).

$b : c : h = 1000 : 529{,}695 : 457{,}944$. $D = 657{,}238$. $d = 590{,}936$

$$\left[\begin{array}{ccc} a : b : c = 0{,}89912 : 1 : 0{,}69677 \text{ (M. Bauer).} & & \\ xy = 106° \quad 1' & yz = 90° \quad 23' & zx = 108° \quad 18' \\ Z = 106° \quad 21' & X = 93° \quad 24' & Y = 100° \quad 50' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001), m ($1\bar{1}0$), t (110), h^1 (100), g^1 (010).

Macles. Les cristaux de disthène présentent fréquemment les macles suivantes avec la face h^1 (100) pour plan d'assemblage :

1° Axe de rotation perpendiculaire à h^1 (100).

Les faces p (001) et g^1 (010) des deux individus forment des angles rentrants (fig. 1.) [Cette figure, ainsi que les deux suivantes, est empruntée à M. Bauer (*Z. d. G.* XXX. 295. 1878.)]

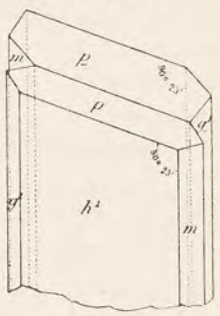


Fig. 1.
Macle $h1$ (100) avec axe de rotation perpendiculaire.

2° Axe de rotation parallèle à l'arête $p\,h^1$ (001) (100).

Les faces p (001) des deux cristaux sont sur le prolongement l'une de l'autre ; les faces g^1 (010) font un angle rentrant ; les axes verticaux des deux individus font entre eux un angle de 0° 46′ (fig. 2).

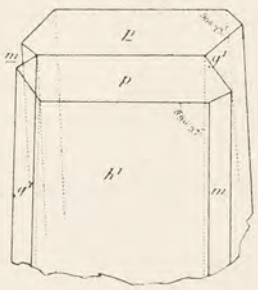


Fig. 2.
Macle $h1$ (100) avec axe de rotation parallèle à l'arête $ph1$ (001)(100).

3° Axe de rotation parallèle à l'arête h^1g^1 (100) (010).

Les faces p (001) des deux composants font un angle rentrant, les faces g^1 (010) sont sur le même plan (fig. 3).

La première de ces macles est la plus commune. (Voir plus loin le moyen de reconnaître ces macles par les propriétés optiques.)

M. Mallard considère le disthène comme possédant un réseau pseudorhombique dont les trois axes (pseudobi-

1. Voir *Supplément*, t. IV, 680.

naires) sont précisément les trois axes d'hémitropie qui viennent d'être énumérés.

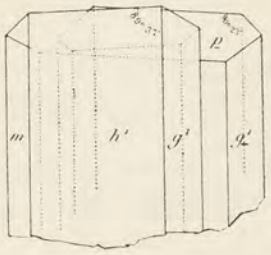


Fig. 3.
Macle h^1 (100) avec axe de rotation parallèle à l'arête $h^1 g^1$ (100) (010).

Il existe aussi une macle en croix très rare suivant (221), dans laquelle les deux individus font entre eux un angle voisin de 60° (58° 40′ d'après M. Bauer).

Enfin les cristaux d'un très grand nombre de gisements présentent des macles secondaires suivant p (001), et plus rarement suivant $a^{8/3}$ ($\bar{3}08$). La fig. 4, empruntée à vom Rath (*Z. K.* III. 8), montre la forme affectée par ces macles. Elles se manifestent par des angles rentrants très nombreux sur les faces de la zone verticale, et sont généralement accompagnées de plans de séparation.

Les macles suivant p (001) s'observent souvent sur les cristaux bretons ; dans quelques gisements, les angles rentrants sont fort nets sur la face h^1 (100). L'examen des propriétés optiques fait voir combien ces macles sont polysynthétiques et en relation évidente avec les déformations subies par le minéral.

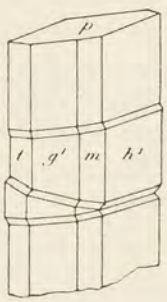


Fig. 4.
Macle suivant p (001) et $a^{8/3}$ ($\bar{3}08$).

Quant à la macle suivant $a^{8/3}$ ($\bar{3}08$), je ne l'ai observée que rarement, associée à la première et n'existant que d'une façon sporadique.

M. des Cloizeaux a adopté dans son Manuel une forme primitive différente de celle que j'emploie ici. La correspondance des deux systèmes est la suivante : p (001)(Lx.) correspond à p (001) (Dx.) — h^1 (100) (Lx.) à m ($1\bar{1}0$) (Dx.) — g^1 (010) (Lx.) à t (110) (Dx.)

	Angles calculés.		Angles calculés.
$m\ t$....	97°17′	$p\ h^1$...	100°50′
$h^1 g^1$....	106°21′	$p\ g^1$....	93°24′
$m h^1$....	131°30′	$p\ m$....	96°52′
$h^1 t$.....	145°47′		

Faciès des cristaux. Les cristaux de disthène sont allongés suivant l'axe vertical, et aplatis suivant le clivage facile h^1 (100). Les traces des

macles et des plans de séparations suivant p (001) sont généralement très nombreuses. Les figures 1 à 4 montrent l'aspect présenté par les diverses macles. Dans un grand nombre de cas, ces dernières ne sont visibles que grâce aux propriétés optiques.

Déformations mécaniques. Le disthène est flexible, aussi présente-t-il plus qu'aucun autre minéral des phénomènes de torsion. Ses cristaux sont assez rarement unis, ils sont presque toujours gondolés, gauchis ; les plans de séparation et macle suivant la base et suivant $a^{8/3}$ ($\bar{3}08$) sont alors fréquents. On les constate facilement au microscope grâce aux nombreuses lamelles hémitropes qui souvent ne se correspondent pas dans les divers fragments d'un même cristal.

Dans le disthène ainsi modifié par action mécanique, les phénomènes de transformation étudiés plus loin sont généralement très intenses.

Clivages. Clivages, très facile, lamellaire suivant h^1 (100), moins facile suivant g^1 (010), indistinct suivant e^1 ($0\bar{1}1$). Plans de séparation très fréquents suivant p (001), plus rares suivant $a^{8/3}$ ($\bar{3}08$).

Dureté. La dureté est très variable suivant les directions observées. Dans la face de clivage h^1 (100), la dureté est de 4 à 5 parallèlement à l'axe vertical, de 6 à 7 parallèlement à l'arête $p\ h^1$ (001) (100) ; sur g^1 (010), elle est d'environ 7 et plus grande sur m ($1\bar{1}0$). Le minéral est fragile et flexible.

Densité. 3.5 à 3.7.

Coloration. Le disthène est bleu (bleu de ciel à bleu saphir), incolore, blanc, jaune vert, brunâtre. La couleur bleue est toujours inégalement distribuée. Dans la face h^1 (100), on voit des bandes parallèles à l'axe vertical dans lesquelles la coloration est plus intense que dans la masse du cristal. Il n'est pas rare de trouver des cristaux incolores avec de petites facules bleues peu nombreuses, distribuées çà et là.

Dans plusieurs gisements bretons, on trouve du disthène rougeâtre. Son examen au microscope fait voir que cette couleur est due à un pigment ferrugineux distribué entre les clivages. Un traitement rapide par l'acide chlorhydrique est généralement suffisant pour le faire disparaître.

Éclat vitreux très vif sur le clivage g^1 (010), nacré sur le clivage h^1 (100). Transparent ou translucide. Poussière blanche.

Propriétés optiques. La bissectrice aiguë *négative* est perpendiculaire à h^1 (100). Dans h^1 (100), la trace du plan des axes optiques fait un angle d'environ 30° avec l'axe vertical dans l'angle aigu $p\ g^1$ (001) (010).

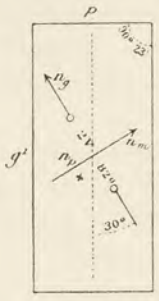


Fig. 5.
Face h^1 (100) perpendiculaire à la bissectrice aiguë n_p.

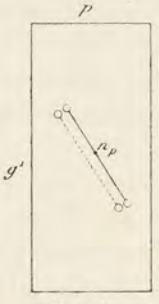


Fig. 6.
Lame de disthène parallèle à h^1 (100) montrant la disposition du plan des axes dans la macle suivant h^1 (100) avec axe de rotation perpendiculaire à h^1 (100).

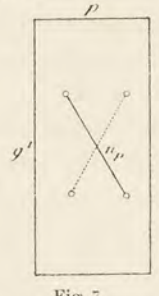


Fig. 7.
Lame de disthène parallèle à h^1 (100) montrant la disposition du plan des axes dans la macle suivant h^1 (100) avec axe de rotation parallèle à ph^1 (001)(100) ou $h^1 g^1$(100)(010).

Nous avons mesuré, M. Michel Lévy et moi, les indices de réfraction du disthène du Saint-Gothard par la méthode de la réflexion totale et trouvé les valeurs suivantes (Na).

$$\mathbf{n}_g = 1.728$$
$$\mathbf{n}_m = 1.720$$
$$\mathbf{n}_p = 1.712$$

La biréfringence maximum est de :

$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0.016$$

L'écartement des axes optiques du disthène des divers gisements français (lumière de sodium) oscille entre 82° et 84° (2 V).

La dispersion est très faible (trace de dispersion inclinée et tournante (Dx.).

L'examen optique permet de reconnaître facilement les trois macles suivant h^1(100). Dans la première, l'orientation optique des deux composants est la même (fig. 6), tandis que dans la deuxième et la troisième les plans des axes des deux individus sont croisés (fig. 7). Il en résulte que, pour de semblables cristaux, il n'y a pas d'extinction, à moins que les deux composants aient la même épaisseur, auquel cas il y a compensation et la plaque reste constamment éteinte en lumière polarisée parallèle. En lumière polarisée convergente, on observe les phénomènes habituels aux croisements de lames perpendiculaires à une bissectrice.

Pléochroïsme. Le disthène est incolore en lames minces. Les cristaux examinés au microscope avec une épaisseur de $0^{mm}5$ à 1^{mm} présentent dans leurs parties colorées un pléochroïsme très net dans les teintes suivantes.

$\mathbf{n}_g$ = bleu cobalt foncé
$\mathbf{n}_m$ = bleu violacé
$\mathbf{n}_p$ = incolore

Composition chimique. Les deux analyses suivantes ont été faites sur des cristaux lavés avec soin aux acides fluorhydrique et chlorhydrique.

	a) Coet Lignez	*b*) Ile du Levant
SiO^2.....	37.32	37.21
Al^2O^3.....	62.81	62.86
	100.13	100.07

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, le disthène se décolore, puis blanchit et devient opaque. D'après les recherches récentes de M. Vernadski, il est alors transformé en un agrégat de petites aiguilles microscopiques de sillimanite. Toutes les autres réactions au chalumeau et avec les acides sont celles qui ont été décrites pour les autres silicates d'alumine (andalousite et sillimanite).

Altérations. Dans presque tous les gisements de disthène que nous aurons l'occasion de signaler, on peut observer des pseudomorphoses de ce minéral en produits micacés, analogues à celles de l'andalousite.

Le mica récent est généralement de la *damourite*. Tantôt la transformation se fait d'une façon quelconque, l'examen microscopique montre alors les débris du minéral corrodé, noyés dans des produits micacés (parfois accompagnés de chlorite) (fig. 8), tantôt au contraire la damourite se développe entre les clivages h^1 (100) du disthène. La pseudomorphose est facilement perceptible, grâce à la différence de dureté des deux minéraux.



Fig. 8.
Disthène (*p*) maclé suivant *p* (001) dans micaschiste de Fay. Il se transforme en damourite à sa périphérie.

Diagnostic. Les propriétés physiques du disthène sont tout à fait caractéristiques.

Au microscope, on le distingue grâce à ses clivages rectilignes et serrés, à sa réfringence élevée, à sa biréfringence faible et à son extinction à environ 30° de l'axe vertical dans la face d'aplatissement, parallèle au clivage le plus facile et perpendiculaire à la bissec-

trice aiguë (les traces des plans de séparation suivant p (001) font dans cette face un angle de 90° environ avec l'axe vertical).

Le disthène tombe dans l'iodure de méthylène ; il est possible de l'isoler par l'emploi de l'acide fluorhydrique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le disthène se trouve exclusivement dans les micaschites et dans les glandules ou filons de quartz de pegmatite qui les injectent et les traversent. Il est généralement associé à l'andalousite, à la staurotide et au grenat.

Bretagne. — *Finistère.* M. Barrois m'a indiqué l'existence du disthène dans les filons de quartz et de pegmatites perçant les schistes dévoniens de la montagne d'Arrée, dans les environs de Roc Saint-André-en-Cloître. Les pseudomorphoses micacées sont très fréquentes dans les échantillons que j'ai examinés.

Morbihan. Dans le Morbihan, le disthène est abondant dans les filons de quartz des micaschites à staurotide de la vallée de l'Evel. Les beaux échantillons qui se trouvent dans les collections (avec damourite) proviennent de la Haie Haute (le Hayo) en Baud, de Keroman en Plumelin, etc. Ils sont généralement indiqués comme provenant des environs de Pontivy.

On en rencontre aussi à Coet Lignez (au N.-E. de Baud), à Pluherlin, à Saint-Allouestre (dans les pegmatites à andalousite et tourmaline).

Dans ces divers gisements et particulièrement dans ceux des environs de Baud, le disthène forme parfois des masses énormes, constituées par des lames courbes ou tordues, imprégnées par la damourite ; elles sont bleu de diverses nuances, leur couleur est rarement homogène.

On a trouvé à Coet Lignez et à Keroman de petits cristaux nets, quelquefois transparents ; d'autres sont rouges et superficiellement opaques ; l'examen des lames de clivage montre que cette coloration est due à de l'hématite ayant pénétré entre les clivages. Ces cristaux sont parfois entourés d'une gaine micacée qu'il est facile d'enlever avec un grattoir.

De petits cristaux de Coet Lignez m'ont présenté les faces h^1 (100), g^1(010), p (001) dominantes, avec des traces de m (1$\bar{1}$0) et t (110) (fig. 9).

Dans tous les cristaux bretons, les macles suivant p (001) sont fréquentes et se manifestent souvent par des angles rentrants très nets sur les faces h^1 (100). M. de Limur m'en a donné un fort bel exemplaire provenant des environs de Baud. Quand on examine des lames minces taillées dans les grandes masses de disthène bleu de la même région, on constate que les cristaux sont souvent brisés en un grand nombre de fragments présentant des macles polysynthétiques suivant p quelquefois accompagnées de la macle suivant ($\bar{3}08$). Dans chaque fragment, les bandes hémitropes sont indépendantes de celles des morceaux voisins. Il est facile de se rendre compte dans ces mêmes échantillons que la damourite s'est formée postérieurement aux déformations mécaniques du disthène.

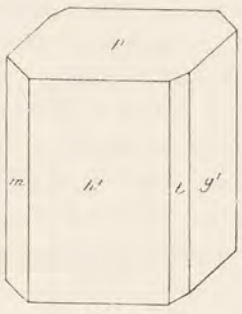


Fig. 9.
Disthène de Coet Lignez.

Loire-Inférieure. Dubuisson a indiqué (*Catal. de la Coll. min. de la Loire-Inférieure.* 1830. 57) le disthène dans les micaschites du champ des Roussettes, au nord de Fay, et dans ceux de la Gagnerie de Brignan en Bouvron. J'ai pu étudier les échantillons de Dubuisson, grâce à une obligeante communication de M. L. Bureau, directeur du Muséum de Nantes. J'ai décrit en outre (*Bull. Soc. nat. Ouest.* I. 89. 1891) ce minéral dans les *éclogites* des mêmes gisements.

Le disthène des micaschistes de Bouvron forme de larges lames bleues atteignant 6^{cm} de côté. M. Baret m'a remis de gros grenats qu'il a ramassés dans le même gisement ; ils sont littéralement lardés de petits cristaux incolores de disthène, riche en inclusions de rutile.

Dans les micaschistes de Fay, le disthène présente des traces évidentes de déformations mécaniques puissantes ; il est en outre partiellement épigénisé en damourite, accompagnée de *clinochlore*. Les macles fréquemment polysynthétiques suivant p (001) s'arrêtent souvent à une cassure, preuve de leur postériorité aux actions mécaniques subies par la roche. Les inclusions de rutile sont fréquentes ; elles sont souvent



Fig. 10.
Lame mince du disthène de Fay montrant la macle suivant p (001).
(Lumière polarisée parallèle.)

orientées parallèlement à l'axe vertical du disthène. J'ai observé assez fréquemment dans ce rutile la macle suivant $a^{1/3}$ (301).

Dans les éclogites de Bouvron, le disthène est accompagné de glaucophane, il ne présente pas de macles. Dans celles de Fay, le disthène en grandes plages irrégulières moule les baguettes de pyroxène, formant avec ce minéral des assemblages qui rappellent ceux de pyroxène et de feldspath dans les roches à structure ophitique. Dans ces deux gisements, le disthène est très riche en inclusions de rutile.

Plateau central. — *Haute-Loire*. Pascal (*op. cit.* 400) signale le disthène dans les roches granulitiques des produits de projections basaltiques de Taulhac, Cheyrac, de Sainte-Anne et de plusieurs autres points des environs du Puy (Rochers Saint-Michel et Corneille, Croustet, Denise). Il me semble probable que cet auteur a pris pour du disthène la sillimanite abondante dans tous ces gisements.

Cantal. Je dois à l'obligeance de M. Rames de grandes lames de disthène atteignant 7 à 8^{cm} de plus grande dimension ; elles sont bleuâtres avec facules bleu foncé et sont accompagnées de damourite blanche dans les veines quartzeuses des micaschistes à 500 mètres à l'ouest de Cors, hameau situé à 2 km. S.-O. de Saint-Cernin, sur le chemin de Saint-Illide.

Le même minéral se rencontre dans de semblables conditions aux environs de Dousques, entre les hameaux de Goueyze et de Peyre-Ficade.

Corrèze. Boubée a signalé (*Bull. des nouv. gisements des minér. en France*, p. 4) le disthène bleu dans le micaschiste des environs d'Uzerche (route de Tulle, en face de la borne n° 61).

D'après M. de Launay, le disthène accompagne le grenat dans les micaschistes au sud de la Bitraque, sur la route d'Argentat à Beaulieu, par la Chapelle-Saint-Géraud (*B. C. F.* n° 4. 12. 1889).

Loire. Grüner a décrit (*Descript. géol. de la Loire*, 1857) de grandes lames (atteignant 15^{cm}) de disthène bleu dans le quartz des micaschistes des environs de la Tour-en-Jarret ; les échantillons que j'ai examinés sont en partie pseudomorphosés en damourite.

M. Termier a signalé le même minéral dans les lentilles de quartz des micaschistes à chlorite et séricite de la vallée du Dorlay, près Saint-Paul-en-Jarret, aux environs de Saint-Etienne et entre Saint-Chamond et le Mont-Pilat. Il existe également dans les galets de micaschiste de la brèche houillère de la Fouillouse.

Rhône. De Saussure, dans un mémoire sur le disthène (*Analyse du sappare*, *J. P.* XXXIV. 213. 1789), dit que ce minéral se rencontre « dans le granite entremêlé de roche feuilletée (*gneiss granulitique*) qui se trouve dans la ville même de Lyon ». Ce gisement n'a pas été étudié depuis cette époque.

Isère. Sage signale (*J. P.* XXXV. 39. 1789) le disthène dans les micaschistes de Saint-Symphorien-d'Ozon, non loin de Lyon. Il le désigne sous le nom de *béryl feuilleté cristallisé en prismes tétraédriques.* « Ces cristaux sont, dit-il, feuilletés suivant leur longueur et réunis en faisceaux. »

Maures. — *Var.* Le disthène n'est pas rare dans les micaschistes à minéraux des Maures. Les gisements où il est abondant sont les mêmes que ceux qui ont été signalés à l'article *staurotide.*

Les pseudomorphoses en damourite sont fréquentes. Les beaux cristaux du même minéral doivent être cherchés dans les glandules de quartz de ces micaschistes. L'île du Levant mérite d'être spécialement citée à cet égard. Les cristaux, quand ils ont des formes nettes, présentent h^1 (100), g^1 (010) et p (001) ; ils sont parfois presque incolores avec une zone centrale bleu intense. Les déformations mécaniques par torsion et ploiement des cristaux y sont fréquentes. J'y ai observé les trois macles suivant h^1 (100), elles y sont peu communes. Assez rarement, le disthène est accompagné de grenat et d'andalousite dans de véritables pegmatites feldspathiques.

Algérie. — *Constantine.* M. Chaper a déposé à l'École des Mines de belles lames bleues de disthène, engagées dans du quartz, qu'il a recueillies à l'Oued El Aueb (petit ruisseau coulant entre Mokhta El Hadid et le massif de l'Edough, à 32 km. de Bône). Le même minéral se rencontre non loin de là dans les micaschistes de Tebeïga.

Madagascar. — La collection géologique du Muséum d'histoire naturelle renferme un bel échantillon de disthène recueilli à Madagascar en 1890 par M. Catat. J'ai pu l'étudier grâce à une obligeante communication de M. Stanislas Meunier. Les cristaux atteignant $5^{cm}5$ de longueur sont blancs, à peine teintés çà et là de très petites taches bleu pâle. Ils sont très fortement translucides, presque transparents et possèdent un éclat extrêmement vif. Ils n'ont subi que peu de modifications mécaniques, et peuvent être aisément dégagés du micaschiste à grands éléments qui les renferme. Celui-ci est constitué par de la biotite à axes optiques presque réunis qui est très riche en auréoles

pléochroïques, disposées autour d'inclusions de zircon. Assez souvent, cette biotite pénètre le disthène, ses lamelles s'accolent alors sur les surfaces de clivage et les plans de séparation de ce minéral.

Cet échantillon a été donné par M. Catat comme provenant d'Ivongo, sans indications plus précises. Il est probable qu'il a été recueilli dans la province de ce nom dont la capitale, appelée aussi Ivongo, se trouve à la hauteur de l'île Sainte-Marie, sur la côte est de Madagascar.

Les cristaux dont il s'agit présentent très souvent les macles suivant h^1 (100). La plus fréquente est celle avec p h^1 (001) (100) comme axe de rotation. Les petits cristaux observés en lumière convergente montrent le croisement des deux systèmes d'hyperboles, appartenant à chaque composant.

Assez souvent, les macles suivant p (001), accompagnées des plans de séparation habituels, s'observent en même temps que les macles précédentes.

M. Baron a signalé (*Quat. J. of. Soc. geol.* XLV. 305. 1889) l'existence de micaschistes à disthène dans la province d'Imérina, sans donner d'indications plus précises. M. Grandidier m'a fait remarquer à ce propos qu'il existe un mont Ivongo sur les confins orientaux de la province d'Imérina à une petite distance de Mantasoa ou Soatsimananpiovana (à 45 km. E.-S.-E. de Tananarive), c'est-à-dire dans la région signalée par M. Baron. Toutefois M. Catat n'ayant pas recueilli de roches dans cette direction, il est probable que le disthène du Muséum provient du point indiqué plus haut.

DATHOLITE [1]

$H^2Ca^2B^2Si^2O^{10}$

Monoclinique : $mm = 76^\circ 38'$ (Dx.)

$b : h = 1000 : 394{,}591$. $D = 620{,}006$. $d = 785{,}596$

Angle plan de la base. $76^\circ\ 37'\ 59''$

Angle plan des faces latérales $90^\circ\ 4'\ 43''$

$[a : b : c = 1{,}26455 : 1 : 0{,}63497]$

$zx = 89^\circ 54'$

Géométriquement isomorphe de l'euclase, de la gadolinite et de la homilite.

1. Voir *Supplément*, t. IV, 682.

Formes observées. m (110), h^1 (100), h^3 (210) ; p (001) ; e^1 (011), $e^{1/2}$ (021) ; $d^{1/2}$ (111).

$\lambda = (b^{1/2}\ b^{1/4}\ h^1)$ ($\bar{3}11$) ; $\varepsilon = a_3 = (b^1\ b^{1/3}\ h^1)$ ($\bar{2}11$) ; $\alpha = (b^{1/2}\ b^{1/6}\ h^1)$ ($\bar{4}21$) ; $\beta = (d^1\ b^{1/3}\ g^1)$ (121).

Je n'ai eu à ma disposition que des fragments de cristaux fort petits sur lesquels les mesures sont parfois mauvaises à cause de l'imperfection des formes.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	76°38′	°35′76
mh^1	128°19′	128°15′
mh^3	160°38′	160°12′
h^3h^1	147°41′	147°45′
ph^1	90° 6′	90° 7′

	Angles calculés.	Angles mesurés.
pe^1	147°32′	147°34′
$pe^{1/2}$	128° 9′	127°16′
pd^1	140°59′	140°29′
$d^{1/2}m$	129° 5′	129°31′
$d^{1/2}h^1$	113° 4′	113° 6′
$e^1d^{1/2}$	157° 1′	157°18′

	Angles calculés.	Angles mesurés.
εh^1	130°23′	131°
λh^1	141°49′	142°14
εh	168°34′	168°35
$e^1\varepsilon$	139°32′	140° 5

Faciès des cristaux. La face p (001) présente parfois de fines stries parallèles à l'arête pe^1 (001 (011) ; elle est en outre ondulée. Les faces α ($\bar{4}21$) sont ternes et raboteuses ; elles ne donnent aucune image et ont été déterminées par les deux zones $p\ \varepsilon\ h^3$ et $\lambda\ m\ e^{1/2}$ dont elles font partie. Toutes les autres faces sont brillantes, mais plus ou moins courbes.

Dans la zone $p\ d^{1/2}\ m$, entre p (001) et $d^{1/2}$ (111), il existe presque toujours deux faces qui sont tellement arrondies qu'il est impossible de les mesurer exactement.

Les cristaux peuvent être rapportés à deux types très distincts. Le premier, qui semble le plus rare et qui constitue de petits cristaux ne dépassant pas 1 mm, rappelle les cristaux d'Arendal et ceux d'Andreasberg. Les faces de la zone verticale et la base dominent. $e^{1/2}$ (021) est peu développé (fig. 1). Il existe parfois des traces de β.

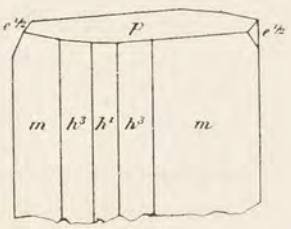


Fig. 1.
Datholite de Ste-Marie-aux-Mines.

Ceux du second type sont plus gros ; ils atteignent 0cm4. Les faces de la zone prismatique sont extrêmement réduites ; la face p (001) est très développée, ainsi que e^1 (011), $d^{1/2}$ (111), λ ($\bar{3}11$), ε ($\bar{2}11$), α ($\bar{4}21$).

Ces cristaux sont aplatis suivant p (001) ; ils adhèrent souvent à leur gangue par cette face ou sont implantés obliquement, serrés les uns contre les autres, de telle sorte qu'il m'a été impossible d'obtenir un cristal entier.

Clivages. M. des Cloizeaux signale des clivages difficiles suivant h^1 (100), p (001) et m (110). Je ne les ai pas observés sur nos cristaux. Cassure inégale.

Dureté. 5 à 5.5. Le minéral est fragile.

Densité. 2.8 à 3.0 ; 2.985 (Sainte-Marie-aux-Mines).

Coloration. Incolore ou blanc, Éclat vitreux très net, un peu gras dans la cassure. Transparente, au moins en petits cristaux. Poussière blanche.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* presque perpendiculaire à la base ; elle fait suivant les gisements des angles de 0°50 à 4° avec l'axe vertical dans l'angle aigu ph^1 (001) (100).

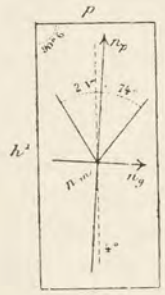


Fig. 2.
Face g^1 (010) parallèle au plan des axes optiques.

M. des Cloizeaux a mesuré les indices suivants dans les cristaux d'Andreasberg.

	rouge	jaune
$\mathbf{n}_g$	= 1.6670	1.6700
$\mathbf{n}^m$	= 1.6510	1.6535
$\mathbf{n}_p$	= 1.6248	1.6260

La biréfringence maximum est d'environ (moyenne des mesures sur les cristaux de divers gisements) :

$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n} = 0{,}044$$

J'ai pu obtenir une plaque perpendiculaire à la bissectrice aiguë dans un très petit cristal de Sainte-Marie-aux-Mines. On déduit de la mesure de 2 d (Na).

	Andreasberg.
$2\mathbf{V}$ =	76° 74°57′

La dispersion, avec $\rho > \nu$, est nette ; la dispersion inclinée est faible.

Composition chimique. Je n'ai pu obtenir une quantité de matière suffisante pour une analyse.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, le minéral bouillonne et fond en un verre clair en colorant la flamme en vert. Dans le tube, donne de l'eau. La poussière donne avant calcination une réaction alcaline. La datholite se décompose facilement par les acides en faisant gelée.

Diagnostic. La datholite se présentant généralement en cristaux, ses formes sont caractéristiques ainsi que sa composition chimique. La présence d'acide borique et l'absence d'alumine permettent de la

distinguer à ce point de vue des zéolites dont elle possède quelques caractères (fusibilité, attaque facile par les acides, teneur en eau, etc.).

GISEMENTS

Vosges. — [*Alsace*]. La datholite est un minéral exclusivement drusique. On la rencontre le plus souvent dans les diorites, les kersantites, les diabases, les gabbros, les serpentines, les mélaphyres, plus rarement dans les roches granitiques et les gisements métallifères (Arendal, Andreasberg). Dans l'unique gisement que nous ayons à étudier ici, ce minéral tapisse les druses d'une kersantite aux environs de Sainte-Marie-aux-Mines à la côte de Saint-Dié dans une carrière abandonnée dite *la Pomme de Pin*. Ce minéral y a été découvert par M. Daubrée (L'*Institut* XXV. 38. Voir aussi Delbos et Köchlin Schlumberger, *Descrip. géol. et min. du Haut-Rhin*. II, 367, 1867).

Je ne reviendrai pas sur les formes puisque je ne me suis occupé que de celles de ce gisement dans la partie générale donnée plus haut.

Les cristaux étaient assez abondants, d'après les indications que M. Daubrée a bien voulu me donner. Malheureusement le petit nombre d'entre eux qui se trouvent dans les collections du Museum d'Histoire naturelle et de l'École des Mines, et qui ont été recueillis par ce savant, se prêtent mal à l'étude, les cristaux ne pouvant être facilement détachés de leur gangue. Aussi les données cristallographiques que j'ai pu réunir sur deux fragments de cristaux sont-elles certainement incomplètes. Elles sont suffisantes pour montrer l'intérêt qu'il y aurait à retrouver ce minéral et à l'étudier d'une façon plus approfondie.

Dans une note sur la *Minéralogie des Vosges* (Épinal. 1888) M. Kampmann dit avoir vu dans la collection du Dr Gaillardot des échantillons de datholite provenant de Wissembach (dans kersantite).

GROUPE DE LA TOURMALINE[1].

$Si^4\ O^{20}\ B^2\ ([AlO]^2\ Mg\ Fe\ Na^2\ Li^2\ H^2)^9$ (Groth).

Rhomboédrique hémimorphe :
$pp = 133°8'$. Angle plan au sommet : $113°57'34''$
$[a : c = 1 : 0.4474]$

Formes observées. a^1 (0001) ; e^2 $(10\bar{1}0)$, d^1 $(11\bar{2}0)$, $k = (b^{1/3}\ d^1\ d^{1/2})$ $(41\bar{5}0)$.

p $(10\bar{1}1)$ e^1 $(02\bar{2}1)$, $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$, b^1 $(01\bar{1}2)$;

d^2 $(21\bar{3}1)$, $d^{11/5}$ $(11.5.\bar{16}.6)$, $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$; $e_2 = (d^{1/2}d^1b^{1/2})$ $(12\bar{3}2)$, $\beta = (d^{1/4}\ d^1\ b^{1/3}$ $(34\bar{7}2)$;

$\varepsilon = (d^{1/5}\ d^{1/2}\ b^{1/4})$ $(12\bar{3}1)$; $w = e_{2/9}$ $(7.11.\bar{18}.2)$, $\pi = e_{1/4}$ $(35\bar{8}1)$;

$\varphi = e_{2/5} = (d^{1/5}d^{1/2}\ b^{1/5}$ $(3.7.\bar{10}.2)$ $u = e_{5/8}$. $(3.13.\bar{16}.5)$.

Les angles varient avec la composition chimique. Les seules tourmalines de gisements français se prêtant à des mesures précises sont celles de Lys, de la Vilate et de Madagascar. M. des Cloizeaux a bien voulu me communiquer les mesures qu'il a faites sur les cristaux de Lys ; elles sont suivies de l'abréviation Dx. Les miennes ont été faites sur des cristaux de Lys (Lx,) de la Vilate (Lx[1].) et de Madagascar (Lx.[2]).

	Angles calculés.	Angles observés.	
e^2e^2	120°		
e^2d^1	150°		
d^1d^1	120°		
e^2k	169°6′	169°5′	(Lx.)
d^1k	160°54′	161°4′	(Lx.)
a^1p	152°40′	152°39′	(Lx.)
a^1e^2	90°		
a^1b^1	165°31′	165°28′	(Lx.)
a^1e^1	134°3′		
$a^1e^{3/2}$	111°9′		
$d^1d^{3/2}$adj.	155°14′	155°25′	(Lx.)
d^1d^2adj.	142°26′	142°31′	(Lx.)
$d^1d^{11/5}$	139°8′		
d^1p adj.	113°26′	113°20′	(Lx.)
d^1b^1lat.	90°		
ppculmin.	133°8′	133°	(Lx.)

	Angles calculés.	Angles observés.	
pb^1	156°34′	156°30′	(Lx.)
$pd^{11/5}$	154°18′	154°57′	
pd^2 adj.	151°0′	151°8′	(Lx.[1])
$pd^{3/2}$adj.	138°12′	138°10′	(Lx.)
d^2d^2sure^1	116°12′		
d^2e^1 adj.	148°6′		
b^1b^1culm.	154°58′		
d^1w	164°3′2	164°25′	(Dx.)
$d^1\pi$	162°23′	161°49′	(Dx.)
$d^1\varphi$	153°18′	152°55′	(Dx.)
d^1u	141°50′	141°40	(Dx.)
d^1e^1	128°30′		
d^1e_2	111°41′		
d^1p	90°		
e^1e^1cul	103°1′		
wu	157°27′	158°57′	(Dx.)
πu	159°27′	159°10′	(Dx.)

	Angles calculés.	Angles observés.	
we^1	144°6′	143°38′	(Dx.)
πe^1	146°7′	146°33′	(Dx.)
φe^1	155°12′	155°20′	
ue^1	166°40′	166°50′	
φp	116°42′	115°50′	
e^1e_2	163°11′30″	163°15′	(Lx[2])
e^1p	141°40′		
$e^2d^{3/2}$adj.	147°0′	147°27′	(Dx.)
$e^2\varepsilon$s$^r d^{3/2}$	127°36′	128°50′	(Dx.)
e^2e^1lat.	111°4′	111°40′	(Dx.)
$d^{3/2}\beta$	166°55′	166°30′	(Dx.)
$d^{3/2}\varepsilon$	160°36′	161°0′	
$d^{3/2}e^1$	144°4′	144°0′	
βe^1	157°9′	158°23′	
εe^1	163°28′	162°50′	(Dx.)
d^1b^1	102°31′	102°40′	(Dx.)

1. Voir *Supplément*, t. IV, 684.

Faciès des cristaux. Les faces e^2 $(10\bar{1}0)$ sont généralement réduites à 3 ; celles des prismes dodécagones à 6. Quand le prisme e^2 offre ses six faces, trois d'entre elles alternes sont peu développées ; aussi, toutes les fois que ce prisme domine, les cristaux présentent-ils une section triangulaire caractéristique (fig. 5 et 6). Quand au contraire c'est le prisme d^1 $(11\bar{2}0)$ qui domine, les cristaux sont nettement hexagonaux (fig. 4).

Les faces de la zone verticale sont généralement striées parallèlement à leurs intersections mutuelles. Souvent ces stries sont tellement profondes que les faces ne se distinguent plus les unes des autres.

Les cristaux sont le plus souvent allongés suivant l'axe vertical ; dans quelques gisements cependant, ils sont raccourcis et peuvent même affecter des formes lenticulaires grâce au grand développement des faces des sommets relativement à celles de la zone verticale. Par suite de l'hémimorphisme de la substance, une des extrémités des cristaux est souvent constituée par e^1 $(02\bar{2}1)$, et l'autre par p $(10\bar{1}1)$, b^1 $(01\bar{1}2)$, a^1 (0001). Quand le rhomboèdre p existe aux deux extrémités du cristal, les faces du sommet qui ne présentent pas b^1 sont d'ordinaire striées parallèlement à leur intersection avec e^1.

Les scalénoèdres sont généralement très réduits dans les cristaux des gisements français. Très rarement à la Vilate et à Lys, j'ai rencontré des cristaux dans lesquels ils dominent.

La tourmaline ne se présente pas seulement en cristaux distincts ; elle a une grande tendance à former des agrégats bacillaires ou fibreux ; elle constitue même parfois à elle seule de véritables roches, dont la cristallinité n'est décelée que par le microscope.

La tourmaline est un des minéraux les plus remarquables au sujet de la différence de taille que peuvent présenter ses cristaux, qui varient depuis moins de 0^{mm} 10 jusqu'à plus d'un mètre.

Déformations mécaniques. Les roches renfermant la tourmaline ont souvent subi des phénomènes d'écrasement. On voit alors ce minéral aplati, brisé; ses fragments sont soudés par des minéraux de formation récente ou par les débris de la roche qui le contient (fig. 20).

Clivages. Clivages très difficiles suivant $p(10\bar{1}1)$ et $d^1(11\bar{2}0)$; cassure parfois conchoïdale, mais le plus souvent inégale. Les cristaux de tourmaline des gisements français sont généralement très fendillés, fragiles; ils se brisent facilement sous le moindrechoc, ce qui les rend impropres aux travaux d'optique.

Dureté. 7.

Densité. 2.9 à 3.2. — 2.997 T. verte de l'Arba 3.002 T. rose d'Orvault et jaune d'Arnave. 3.026 T. rouge foncé de Madagascar. 3.036 T. verte de Saint-Béat. 3.067 T. brune de Lys. 3.078 T. vert pâle d'Orvault. 3.099 T. noire de Soularac. 3.097 T. jaune pâle de Madagascar. 3.110 T. d'Orvault. 3.141 T. noire de Montjeu. 3129 T. vert foncé de la Vilate. 3.170 T. bleu noir d'Orvault [1].

Coloration et éclat. La couleur est très variable. Les teintes foncées dominent. La plupart des cristaux de gisements français sont noirs, quelques-uns brun foncé (Lys), brun clair (Arnave), verts de diverses nuances (la Vilate, Orvault, Saint-Béat), plus rarement bleus (indicolite) (Orvault), rouges (Madagascar), roses (rubellite) ou même incolores (Orvault). Leurs couleurs en lames minces seront étudiées plus loin. Dans les variétés claires, un même cristal présente souvent des teintes différentes à ses deux extrémités ou est formé de zones concentriques différemment colorées (Orvault, Madagascar). Éclat vitreux. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Double réfraction à un axe *négatif*. M. Mallard a observé sur quelques cristaux des anomalies optiques qui lui font considérer le réseau de la tourmaline comme réellement rhombique.

La valeur des indices de réfraction varie avec la composition chimique et la couleur.

J'ai dû mesurer les indices suivants, par la méthode du prisme :

	n_g		n_p		$n_g - n_p$	
	Na	Li	Na	Li	Na	Li
Tourmaline jaune (Madagascar)	1.6377	1.6346	1.6231	1.6203	0.0146	0.0143
— rouge —	1.6650	1.6616	1.6536	1.6507	0.0124	0.0119
— vert pâle (Arba)	1.634	»	1.613	»	0.021	»
— verte (La Vilate)	1.6498	»	1.6261	1.6234	0.0237	»

On voit d'après ce tableau que la biréfringence maximum des tourmalines lithiques à couleurs pâles est beaucoup plus faible que celle des tourmalines vertes, magnésiennes et ferromagnésiennes. Celles que l'on rencontre dans les roches ont une biréfringence maximum oscillant autour de 0.02.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est énergique ; le rayon ordinaire (n_g ω) est toujours plus fortement absorbé que le rayon extraordinaire

1. Au moment de la mise en pages, M. Damour a bien voulu me communiquer les densités suivantes qu'il a prises sur des cristaux de Madagascar : 3, 03 (T. rose pâle), 3,04 (T. rouge vif), 3,05 (T. rouge vineux), 3,075 (T. jaune madère foncé), 3,18 (T. brun noir avec sommet jaunâtre), 3,19 (T. noire), ainsi que sur une tourmaline noire de Cauterets, qui est de 3,10.

($n_p \varepsilon$). Il en résulte que lorsqu'on examine au microscope un cristal de tourmaline, le maximum d'absorption a toujours lieu transversalement à l'allongement. Cette propriété est précieuse pour le diagnostic de la tourmaline des roches.

En lames minces, on constate que la tourmaline a rarement une couleur identique dans toute l'étendue d'un même cristal. Souvent il existe des zones plus foncées à l'extérieur du cristal. Dans d'autres cas, les couleurs alternent sans ordre et sans régularité.

La tourmaline de quelques gisements présente autour d'inclusions de zircon des auréoles pléochroïques très intenses. La teinte de pléochroïsme développée dans ces conditions est souvent différente de celle que présente normalement le cristal. M. Michel-Lévy a montré (*C. R.* déc. 1888) que dans ces auréoles la biréfringence augmente.

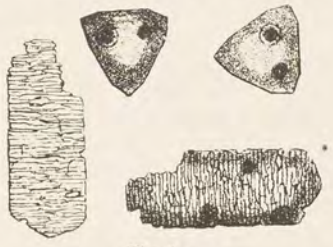


Fig. 1.
Tourmaline vue en lames minces avec un seul nicol : à gauche, section longitudinale, parallèle à la section principale du polariseur ; à droite, en bas, même section vue à 90° de la position précédente et montrant une coloration plus foncée, une zone périphérique sombre et des auréoles pléochroïques qui ne sont pas visibles dans la première position. En haut, à droite, section basique dans deux positions à 90° ne changeant pas d'intensité lumineuse et montrant toujours les auréoles pléochroïques.

Voici les teintes de pléochroïsme observées dans quelques tourmalines françaises :

Gisements	Couleur du cristal vu à l'œil nu	Couleurs en lames de 0mm 20 ; n_g	n_p
Alger	noir	noir (opaque) / bleu sombre	brun violacé foncé / gris violacé pâle
Mont-Fourcat	—	brun jaune foncé	jaune pâle presque incol.
Col de Cadènes	—	—	—
Meymac	—	bandes alternantes gris de souris et bleu	jaune presque incolore
Lagrange	—	jaune brun à l'extrémité / jaune brun à l'intérieur	id.
Saint-Poncy	—	bleu gris ou brun jaune	jaune pâle ou incolore
Orlu	—	jaune brun marbré de bleu	id
Saint-Juéry	—	jaune clair à l'extrémité / jaune brun à l'intérieur / bleu intense autour d'auréoles	
Chazal	—	brun rouge, bleu foncé autour d'auréoles	id.
Env. de Combrossol	—	bleu et gris souris foncé	gris jaune pâle
Montée de Naguille.	—	bleu foncé	incolore
Le Chapey	bleu	bleu lavande	bleu pâle presque incolore
Saint-Béat	vert émeraude	vert pâle	incolore
Orvault	bleu noir	bleu extrêmement pâle	id.
Orvault	rose	incolore	id.

Gisements	Couleur du cristal	Couleur observée au microscope à travers une face provenant de cristaux transparents ayant environ 1mm5 d'épaisseur	
		n_g	n_p
Chanteloube.....	vert bouteille	vert bouteille foncé	bleu verdâtre
Mornant.....	brun	noir	brun rosé clair
Arnave et Lys...	brun jaune	brun jaune foncé	jaune pâle
Arba.....	brun mordoré foncé	jaune topaze foncé	jaune pâle
—	vert émeraude	vert émeraude clair	jaune pâle presque incol.
—	vert pâle	vert pâle	vert jaunâtre
Orvault.....	vert	vert pâle	incolore
—	bleu noir	bleu verdâtre	jaune presque incolore
—	rose	rose pâle	incolore

Propriétés électriques. Piézo et pyroélectrique. Pendant l'échauffement, l'extrémité présentant la face b^1 $(01\bar{1}2)$ prend l'électricité positive (*pôle analogue*), et celle qui porte les faces e^1 $(02\bar{2}1)$ l'électricité négative (*pôle antilogue*). Pendant le refroidissement, on observe l'inverse de ces phénomènes. Généralement le pôle antilogue se trouve du côté où les arêtes culminantes de p correspondent aux faces dominantes e^2 et le pôle antilogue du côté où les arêtes de p correspondent aux faces e^2 réduites ou absentes.

Composition chimique. Au point de vue de la composition chimique, la tourmaline est un borosilicate d'alumine avec magnésie, fer ou alcalis.

Malgré les recherches récentes de MM. Rammelsberg, Jannasch, Riggs, Scharizer, etc., l'accord n'est pas encore fait sur les formules à adopter pour représenter la composition chimique de ces silicates complexes. On peut toutefois distinguer trois types autour desquels oscillent les échantillons des divers gisements. Ils passent de l'un à l'autre.

Ce sont les suivants d'après M. Riggs :

Tourmaline lithique.....	$12\ SiO^2\ 8\ Al^2O^3\ 3\ B^2O^3\ 2\ (Na, Li)^2O\ 4\ H^2O$
— ferrifère.....	$12\ SiO^2\ 7\ Al^2O^3\ 3\ B^2O^3\ 4\ (FeO)Na^2O\ 4\ H^2O$
— magnésienne..	$12\ SiO^2\ 5\ Al^2O^3\ 3\ B^2O^3\ \frac{28}{3}MgO\frac{2}{3}(Na^2O)\ 4\ H^2O$

M. Jannasch adopte les formules suivantes :

Tourmaline lithique....	$24\ SiO^2\ 15\ Al^2O^3\ 6\ B^2O^3\ 4\ FeO\ 4(Li.Na)^2O\ 7\ H^2O$
— ferrifère....	$24\ SiO^2\ 14\ Al^2O^3\ 6\ B^2O\ 9\ FeO\ 2\ Na^2O\ 7\ H^2O$
— magnésienne	$24\ SiO^2\ 13\ Al^2O^3\ 6\ B^2O^3\ 12\ MgO\ 2\ Na^2O\ 7\ H^2O$

Les tourmalines lithiques sont généralement de couleur claire : rouges, vertes ou incolores ; les tourmalines ferrifères, noires ou d'un vert

foncé; les tourmalines magnésiennes vertes ou brunes de teintes variables.

La plus grande partie des tourmalines de nos gisements français est constituée par le type ferrifère. Le type magnésien est représenté par les cristaux de Lys et d'Arnave, et par la variété chromifère des calcaires de Saint-Béat. Quant au type lithique, il est constitué par la tourmaline de couleur pâle rose, verte ou bleue d'Orvault et par celles de Madagascar.

M. Jannasch a donné (*Ber. d. chem. Ges.* XXII. 219. 1889) l'analyse suivante de la tourmaline noire ferrifère de Tamatave (*Madagascar*):

SiO^2	36.34
B^2O^3	10.87
Al^2O^3	32.22
FeO	8.31
CaO	0.79
MgO	3.92
K^2O	0.22
Na^2O	3.14
H^2O + Fl	3.89
	99.70

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, les tourmalines se comportent très différemment suivant leur composition chimique. Les cristaux incolores ou roses (type lithique) sont à peu près infusibles, mais ils s'exfolient et deviennent blancs et opaques ; les tourmalines ferrifères fondent plus ou moins difficilement en une scorie noire, brune ou verte. Quant aux variétés pauvres en fer et riches en magnésie, elles fondent facilement en se boursouflant et en donnant soit un émail, soit une scorie blanche, jaune ou grise.

Fondues avec un mélange de bisulfate de potasse et de fluorine, les tourmalines donnent les réactions de l'acide borique. Avec le sel de phosphore, elles offrent suivant leur composition les réactions du fer, du manganèse ou du chrome. Elles sont insolubles dans tous les acides, même dans l'acide fluorhydrique. Après fusion, elles sont attaquables par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Altérations. Le seul phénomène d'altération que j'ai observé dans la tourmaline consiste dans sa transformation en micas. A Barèges, on trouve des cristaux dont les extrémités sont progressivement remplacées par des lamelles de mica blanc. La tourmaline rose d'Orvault

se fendille dans tous les sens ; elle est peu à peu envahie par un mica jaune d'or en paillettes extrêmement fines. Quand on examine au microscope une lame mince taillée dans un cristal en voie de transformation, on voit les fragments encore intacts, séparés les uns des autres par un fouillis de petites lamelles micacées sans orientation spéciale. J'ai pu m'assurer que le minéral ainsi formé est une variété de damourite analogue à celle qui épigénise la tourmaline rose de Hébron (Maine) et qui a été décrite par MM. Clarke et Riggs. La tourmaline noire de Saint-Poncy présente les mêmes altérations.

Diagnostic. De tous les caractères qui viennent d'être décrits, deux permettent de déterminer rapidement la tourmaline soit en grands cristaux, soit en éléments microscopiques des roches. Ce sont d'abord les formes géométriques de ce minéral, son hémimorphisme et ensuite son pléochroïsme intense avec maximum d'absorption transversal à l'allongement des cristaux ; les variations de couleur dans un même individu sont aussi très typiques. Le degré de fusibilité et la couleur permettent assez facilement de distinguer les unes des autres les diverses variétés.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La tourmaline se rencontre dans quatre gisements géologiques différents :

1° Dans les granulites, les pegmatites et les schistes cristallins ou sédimentaires modifiés par les roches éruptives.

2° Dans les calcaires (*a*) ou les schistes (*b*) sédimentaires n'ayant pas subi l'action de roches granulitiques.

3° Dans les schistes ardoisiers dont elle constitue un élément microscopique.

4° Dans les roches clastiques (débris).

1° *Tourmaline des granulites, pegmatites et des roches modifiées par elles.*

La tourmaline constitue un des éléments caractéristiques des roches granulitiques. Elle s'y rencontre en cristaux souvent postérieurs aux autres éléments et par suite les englobant tous.

Les beaux cristaux se trouvent dans les pegmatites ; ils sont particulièrement engagés dans le quartz ; on observe souvent des filons exclusivement formés de quartz et de tourmaline.

Les cristaux sont généralement allongés et souvent cannelés suivant l'axe vertical. Les faces sont d'ordinaire peu variées : e^2 $(10\bar{1}0)$, d^1 $(11\bar{2}0)$, rarement k $(41\bar{5}0)$, p $(10\bar{1}1)$, b^1 $(01\bar{1}2)$, e^1 $(02\bar{2}1)$; ils prennent une forme triangulaire par le développement de trois des faces e^2, ou une forme hexagonale quand le prisme d^1 domine. Les cristaux dépassent quelquefois 1 mètre de plus grande dimension.

Ils sont rarement constitués par les variétés lithiques (Orvault, Madagascar) ; ce sont les types ferrifères ou ferromagnésiens qui sont les plus fréquents. Le grenat leur est souvent associé.

La tourmaline est un des minéraux développés le plus habituellement au contact de la granulite ; aussi le trouve-t-on en abondance dans les gneiss, les micaschistes ou les schistes precambriens et paléozoïques ayant subi l'action de cette roche éruptive. Les cristaux y sont en général de petite taille, ils y constituent souvent des masses fibreuses ; on ne les rencontre guère avec des formes nettes que dans les glandules quartzeux ou les lits granulitiques, injectés dans ces roches schisteuses. Ils y sont encore accompagnés de grenat ainsi que de cordiérite, plus rarement d'andalousite, de disthène.

Dans l'étude de divers gisements français, je décrirai simultanément tous ceux dans lesquels la tourmaline se rencontre dans les granulites, les pegmatites ou les roches modifiées par elles. Il serait possible de multiplier à l'infini les citations de localités où l'on trouve ce minéral ; j'ai signalé seulement celles qui me sont connues par la beauté ou l'abondance des cristaux.

Normandie. — *Manche*. Cristaux abondants dans les granulites du Quesnoy près Avranches, de Réville, du Mont Saint-Michel et d'un grand nombre de gisements de l'arrondissement de Mortain. Les filons de ces derniers percent le précambrien et sont antérieurs au silurien.

Calvados. La tourmaline se trouve dans les pegmatites de la carrière de la Bellière près Vire (avec andalousite), de la Renaudière et de la Brunière en Clinchamps, de la forêt de Saint-Sever, etc.

Orne. La tourmaline est assez rare dans le massif de granulite d'Alençon. A la carrière du Pont-Percé, à Condé-sur-Sarthe, elle remplit quelquefois les géodes que tapissent de beaux cristaux de quartz enfumé, d'orthose, etc. Elle est postérieure à ces minéraux, et contemporaine de l'apatite et de la fluorine que l'on rencontre dans le

même gisement. Les échantillons que m'a communiqués M. Le Tellier ne présentent pas de formes géométriques déterminables.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* Cristaux dans le quartz gris bleu des pegmatites à grands éléments de Dinard (près La Cale), de Saint-Malo (au-dessus de la porte des Champs au Vert) ; on la trouve aussi à Paramé, au Vaugarny, près de Saint-Servan, sur la rive droite de la Rance ; gros cristaux dans les pegmatites du cap qui domine l'anse des métairies près Saint-Enogat, etc.

Côtes-du-Nord. — Dans les pegmatites des environs de Saint-Brieuc, de Lancieux, de l'anse des Pêcheurs, sur la rive gauche de la Rance, à environ 4 km. de Dinan.

Je dois à l'obligeance de M. Dorlodot d'Arment un fragment de cristal de Lancieux (1^{cm} 5 suivant l'axe vertical) présentant les formes d^1 $(11\bar{2}0)$, e^2 $(10\bar{1}0)$ et k $(41\bar{5}0)$, ces deux dernières très réduites ; il est terminé par une large base a^1 (0001) avec de très petites bordures p $(10\bar{1}1)$ et b^1 $(01\bar{1}2)$ (fig. 2).

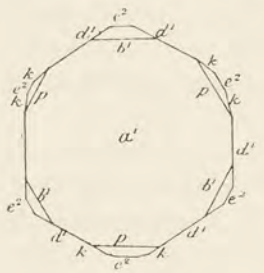


Fig. 2.

Finistère. Le Dr Le Hir a recueilli dans une granulite de Saint-Pol, près Morlaix, de jolis cristaux de tourmaline allongés ou raccourcis, souvent bipyramidés, présentant les formes d^1 $(11\bar{2}0)$, e^2 $(10\bar{1}0)$, p $(10\bar{1}1)$, e^1 $(02\bar{2}1)$, b^1 $(01\bar{1}2)$.

M. Munier Chalmas m'a signalé des prismes de tourmaline atteignant plusieurs centimètres dans le quartz des pegmatites de la côte de Roscoff. Ces cristaux sont souvent tordus, brisés en nombreux fragments ressoudés par le quartz.

A Laber Ildu près de Brest se rencontrent de jolis cristaux noirs cannelés sans sommets cristallins ; ils sont engagés dans le quartz.

Le même minéral est abondant dans les micaschistes et les granulites qui les percent dans un grand nombre de gisements aux environs de Douarnenez (tranchée de Pinity, sur la ligne du chemin de fer de Douarnenez à Quimper, petits cristaux et masses bacillaires dans granulite), aux environs de Quimper, à Perennon, Locronan, Faouet, Locmaria (avec grenats), etc.

Morbihan. C'est dans les mêmes roches que se trouvent les tourmalines des gisements signalés par M. de Limur et dont les principaux

sont les suivants : Sulniac, Questembert, La Roche Bernard (cristaux cannelés dans pegmatites), Saint-Nicolas-sur-Blavet (dans pegmatite), Baud, Plumeliau, environs de Pontivy (petits cristaux nets dans micaschiste), Berné, Saint-Allouestre (petites aiguilles soyeuses avec andalousite), Bignan (masses fibreuses et soyeuses de fines aiguilles brunes).

D'après M. Lodin (*B. S. G.* XII. 645. 1884), les schistes cambriens de la galerie de Piné à la Villeder sont transformés en schistes à tourmaline au contact de la granulite.

Les tourmalines des gisements qui viennent d'être énumérés sont rarement terminés par des sommets nets ; je dois à l'obligeance de M. de Limur un joli cristal provenant des environs de Baud. Les faces de la zone verticale sont extrêmement striées et non mesurables ; le cristal est terminé par une large base bordée par le rhomboèdre primitif. Il est fortement translucide sur les bords, et n'est pas intérieurement fendillé comme la plupart des cristaux de cette région. Les micaschistes de l'île de Groix sont localement riches en petits cristaux de tourmaline. Von Lasaulx y a signalé (*Niederh. Gess. Bonn* 268. 1883) les formes e^2 $(10\bar{1}0)$, d^1 $(11\bar{2}0)$, p $(10\bar{1}1)$ et e^1 $(02\bar{2}1)$.

Loire-Inférieure. La tourmaline est très abondante dans la Loire-Inférieure. Quelques gisements sont tout particulièrement remarquables.

Granulites et pegmatites. — Le gisement le plus important, malheureusement à peu près épuisé aujourd'hui, est celui d'Orvault, à environ 10 km. N.-N.-O. de Nantes. A l'ouest du bourg, une grande carrière est ouverte pour l'exploitation de la granulite à grains fins. C'est dans les filons minces de pegmatite qui la traversent que M. Baret a découvert les beaux échantillons de tourmaline de couleur variée décrits par lui en 1879 (*B. S. M.* I. 71). Grâce à son obligeance, il m'a été possible d'étudier de près les échantillons qu'il a recueillis.

La tourmaline est accompagnée de mispickel compact, de cristaux b^1 (110) de grenat almandin, de béryl, de muscovite, plus rarement d'uranite, de bertrandite, etc. Elle présente de nombreuses variétés et est généralement engagée dans le feldspath ou le quartz. Les seuls cristaux présentant des sommets sont noirs. Ils sont d'ordinaire peu allongés suivant l'axe vertical et peuvent atteindre 1^{cm} 8 de plus grande dimension. Ils présentent dans la zone verticale les faces d^1 $(11\bar{2}0)$, e^2 $(10\bar{1}0)$; j'ai observé un cristal terminé par p $(10\bar{1}1)$,

e^1 $(02\bar{2}1)$, un autre par a^1 (0001) p et un troisième présentant en outre b^1 $(01\bar{1}2)$. Les faces d^1 sont souvent dominantes comme dans la fig. 4. Plus rarement les cristaux de tourmaline sont engagés dans la muscovite et aplatis suivant une face prismatique de la zone verticale, comme cela a lieu dans les cristaux de quelques localités de la Caroline du Nord. La tourmaline bleue forme de gros cristaux cannelés dans la zone verticale ; leur teinte est souvent tellement foncée qu'ils paraissent noirs. Les petits fragments examinés au microscope se montrent bleu de mer.

M. Baret a trouvé en outre des variétés roses et vertes. Les cristaux roses sont très fragiles ; ils se transforment en damourite jaune pâle ; les pseudomorphoses sont rarement totales ; elles rappellent tout à fait celles d'Auburn et d'Hebron (Maine).

La tourmaline verte forme de petites aiguilles ayant une grande tendance à former des groupes bacillaires. Souvent aussi elle est engagée dans la muscovite (fig. 3). Les pointements sont indistincts.

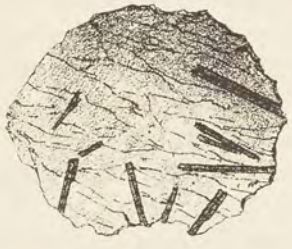


Fig. 3.
Tourmaline en petits cristaux dans lame de muscovite.

Toutes ces variétés claires de tourmaline sont souvent réunies dans un même cristal. Tantôt, ce sont les deux extrémités qui sont de couleur différente, comme dans les cristaux de l'île d'Elbe, tantôt, au contraire, les différentes colorations s'observent suivant des zones concentriques comme dans les beaux échantillons du Brésil.

La variété bleu foncé est très facilement fusible en émail noir ; les variétés de couleur claire sont à peu près infusibles. Il est à regretter que, dans ce gisement, tous les cristaux soient aussi fendillés ; ils sont toujours transparents sur une petite épaisseur.

M. Baret a recueilli dans la même carrière des échantillons d'une granulite blanche à grains fins, formée en grande partie d'albite aplatie suivant g^1 (010) et donnant ainsi à la roche une structure phonolitique. Cette roche renferme de jolis petits cristaux a^2 (211) d'almandin, de l'apatite verte et de la tourmaline. Cette dernière constitue des cristaux remarquables par le développement de d^1 et l'existence de six faces e^2 ; j'y ai observé en outre p et a^1 (fig. 4). Cette granulite forme des filons minces dans la granulite normale de la région.

Aux environs immédiats de Nantes, M. Baret a rencontré la tourmaline incolore, verte et bleu verdâtre.

La tourmaline noire se trouve encore dans les pegmatites ou les quartz de pegmatite à la Salle Verte près Saint-Clair, à la Sionnière en Saint-Herblain, à la Chaterie en Saint-Herblain (route de Vannes) (pseudomorphose en damourite) ; à Piriac (dans les salbandes du filon de cassitérite) au bourg de Batz et au Croisic sur la côte ; à 1 km. N. du bourg de Sautron ; à Clis près Guérande (très gros cristaux) ; à Ligné, à Barbin. Dans tous ces gisements, les cristaux présentent les faces d^1, e^2, plus ou moins nettes, et plus souvent forment des prismes arrondis fortement cannelés sans sommets distincts.

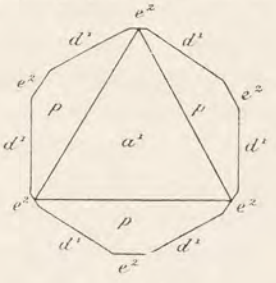


Fig. 4.
Tourmaline. Projection sur la base.

Il reste à signaler l'existence de la tourmaline dans les fissures du gabbro du Pallet. Elle s'y est developpée par action de fumerolles granulitiques analogues à celles que j'aurai l'occasion de signaler dans un gisement pyrénéen.

Les micaschistes granulitisés de la Loire-Inférieure sont riches en tourmaline. Il y a lieu de signaler notamment à Pont du Cens près Nantes et à 300 mètres du Hingué, à l'ouest de Nozay, un micaschiste à mica blanc criblé de petites aiguilles de tourmaline, atteignant 0^{cm} 5 et couchées suivant les plans de schistosité de la roche. En lames minces, elles sont de couleur brune et remarquables par les auréoles pléochroïques développées autour de petits cristaux de zircon.

Des cristaux analogues existent à la Tortière, près de l'octroi de l'Ecusson à Nantes, à Petit-Port, au Haut-Cormier près Orvault ; au Port-Durand (variété brune). Entre Mauves et Thouaré, au pont de la Tortière, on les trouve aussi en masses fibreuses dans le quartz de micaschistes ; à la Trémissinière près Nantes, ils forment des groupements fibreux et bacillaires.

Tous les sables des rivières traversant les régions précédentes renferment des fragments de ce même minéral.

Vendée. — *Deux-Sèvres*. Dans la granulite des environs de Bressuire.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Dans le massif du Labourd, la tourmaline n'est pas rare dans les pegmatites traversant les gneiss. Je

l'ai rencontrée notamment dans les déblais résultant du percement du tunnel de Cambo ; elle y forme avec le quartz des associations pegmatoïdes semblables à celles qui seront décrites plus loin dans l'Ariège. Elle est accompagnée de cordiérite se présentant dans les mêmes conditions. On la rencontre plus rarement à Louhossoa.

Dans les schistes micacés à staurotide qui se trouvent à Itsatsou, au dessus de la carrière de cipolins, j'ai rencontré des roches exceptionnelles, presque entièrement formées de petits cristaux de tourmaline brune en lames minces (page 5, fig. 2) dont le centre est parfois criblé d'inclusions charbonneuses.

Hautes-Pyrénées. Très abondantes dans les granulites et pegmatites du massif du Pic du Midi et notamment sur le flanc Sud du pic, ainsi qu'au col d'Oncet, à la montée du lac Bleu par Chiroulet. Les roches de ce dernier gisement sont très abondantes à l'état erratique dans la vallée de Lesponne. Le prisme d^1 domine souvent accompagné par 6 faces e^2 avec p à une extrémité $p\,b^1$ à l'autre ; e^1 et a^1 sont plus rares. La figure 5 représente une combinaison observée. Ces tourmalines sont souvent brisées ou aplaties. Elles sont accompagnées de beaux grenats (montée du lac Bleu), et rarement de béryl : j'ai recueilli ce dernier minéral entre l'hôtellerie et le sommet du pic à une altitude d'environ 2700^m. A la montée du Lac Bleu, j'ai trouvé une surface de granulite tapissée de rosettes d'aiguilles de tourmaline noire ayant environ 4^{cm} de longueur et divergeant d'un centre. A Barèges, de gros blocs de pegmatite ont présenté d'énormes cristaux de tourmaline souvent brisés et étirés en fuseaux à leurs extrémités et plus ou moins transformés en mica blanc ; de gros cristaux ont été rencontrés à Péguères près Cauterets. Ramond (*Voy. au Mont-Perdu*) signale des rosettes de tourmaline dans les pegmatites de Héas ; dans ce même gisement, on trouve des cristaux dépassant 15^{cm} de longueur avec un diamètre de 3^{cm}5 ; au nord de Bagnères-de-Bigorre, la tourmaline se rencontre à Ordizan et à Loucrup.

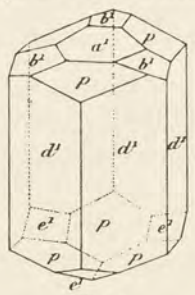


Fig. 5.
Tourmaline du lac Bleu.

Haute-Garonne. Les pegmatites des environs de Bagnères-de-Luchon sont riches en tourmaline ; on peut citer particulièrement celles des environs du pont de Chaum, de Superbagnères, du val de Burbe, du promontoire de Monenclos près Cierp (superbes cristaux : $^1/_2 e^2\ d^1\ k\,p$ atteignant 10 ^{cm} de longueur), des bains de Sost, du piton de Géry près Saint-Béat.

M. Gourdon me l'a encore signalée au grand pic de Quairat près Luchon, à la Coume de Labesque (haute région d'Oo) et au nord du Ceil de la Baque près le port d'Oo; le même savant a trouvé dans la gorge des Barrans, au pied de la crête qui unit le Nethou au pic Fourcanade de très gros cristaux de tourmaline noire, associée à de l'apatite (de Lapparent, *B, S. M.* II. 188. 1879); dans le val d'Aran, non loin de Bosost et de la Bourdette,

Sur le versant sud de la Maladetta [Espagne], Charpentier signale (*op. cit.*, 134) des rosettes de tourmaline analogues à celles de Héas. M. Gourdon l'a rencontrée en plusieurs autres points du massif de la Maladetta et près des Estans Frins, non loin du pic Comolo Forno dans la Sierra de Montarto [Catalogne].

Enfin on trouve le même minéral dans les schistes micacés du pont de Mousquères et à la Casséide près Luchon ainsi qu'aux environs du pont d'Esbarech et plusieurs autres points de la vallée du Sost (Barousse).

Ariège. La tourmaline est abondante dans les granulites et roches granulitisées de l'Ariège que j'ai spécialement étudiées. En voici les principaux gisements : dans la vallée du Salat, au N.-O. de Saint-Sernin près Soueix (énormes cristaux dans pegmatite) et non loin du hameau de la Frethe, à Araux, au-dessus du pont de Kerkabanac près de Soueix; dans la vallée de l'Ariège, à Seignaux, à Montoulieu, à Arignac, à la ferme du Calmil au-dessus de Ganac (très gros cristaux), près de Caplong (roche à petites tourmalines dans les schistes micacés analogue à celle qui sera décrite plus loin); à Ganac, dans les filons de quartz avec andalousite en petites aiguilles soyeuses.

Elle est moins abondante dans le massif du pic des Trois-Seigneurs; cependant Picot de Lapeyrouse a signalé (*J. P.* XXVI, 427, 1785) des cristaux de plusieurs centimètres de longueur, terminés par des rhomboèdres dans le pegmatite de l'étang d'Arbu. Le dictionnaire d'histoire naturelle (1819) indique aux environs de Vicdessos des cristaux de tourmaline associés à de l'apatite. La tourmaline n'est pas rare dans les granulites de la montée de l'étang de Lherz par Massat.

Le massif du pic de Saint-Barthélemy (pic de Tabe) est au contraire riche en tourmaline. Les plus beaux cristaux que j'y ai rencontrés se trouvent sur les abrupts Est du ravin qui descend du col de Girabal dans la vallée de l'Ariège. Tout près du col, les micaschistes granulitisés sont traversés par de nombreux filonnets de granulite. L'un d'eux, entièrement composé de quartz et de tourmaline, m'a fourni de nom-

breux cristaux de tourmaline bipyramidés s'isolant très facilement de leur gangue.

Ces cristaux d'un beau noir ne dépassent pas $1^{cm}5$ de plus grande dimension. Très peu allongés suivant l'axe vertical, ils sont souvent également développés dans tous les sens.

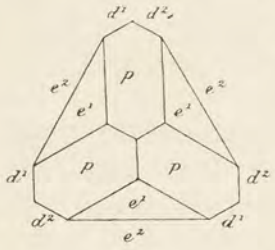


Fig. 6.

Dans la zone verticale, les cristaux présentent e^2 $(10\bar{1}0)$, d^1 $(11\bar{2}0)$; la première forme est généralement dominante et par suite de sa réduction à trois faces donne aux cristaux une forme triangulaire. Parfois les six faces e^2 existent sur le même cristal, mais alors trois d'entre elles ne constituent que de très fines facettes. Un des sommets présente toujours p $(10\bar{1}1)$ et e^4 $(02\bar{2}1)$ (fig. 6), tandis que l'autre est terminé soit par p seul (fig. 7), soit par p et b^4 $(01\bar{1}2)$.

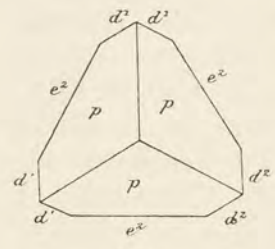


Fig. 7.

La caractéristique des cristaux de ce gisement consiste dans leur association intime avec l'apatite en petits prismes de 1 à 3^{mm} qui en grand nombre sont inclus dans la tourmaline ou reposent sur elle. Le même minéral se rencontre en cristaux rarement translucides ; l'un d'eux présente les faces m $(10\bar{1}0)$, h^4 $(11\bar{2}0)$, p (0001) et b^4 $(10\bar{1}1)$,

Des cristaux de tourmaline offrant les mêmes formes que ceux du col de Girabal se trouvent dans les pegmatites du côté ouest du ravin de Trimounts, presque vis-à-vis de la carrière de Pitourles.

Dans la même région j'ai rencontré assez fréquemment des associations pegmatoïdes de tourmaline et de quartz, la tourmaline y joue le rôle du quartz dans la pegmatite graphique, le quartz celui du feldspath dans la même roche. Dans le dernier des gisements énumérés plus haut, j'ai vu des blocs de plus de 0 m. 50 dans lesquels la tourmaline avait une orientation unique.

Il arrive assez souvent qu'un gros cristal de tourmaline soit entouré d'une auréole de pegmatite tourmalinifère, rappelant les micropegmatites auréolées des roches porphyriques. La fig. 8 représente une semblable association provenant de la crête nord du pic Saint-Barthélemy ; le dessin a été fait à demi-grandeur naturelle. La fig. 9 est la reproduction d'une coupe longitudinale du même échantillon.

On y voit que les aiguilles de la gaîne périphérique du cristal central ne sont pas continues, mais qu'elles ont toute la même orientation.

Dans ce même gisement, j'ai trouvé un petit cristal présentant les faces d^1 dominantes avec e^2 et surtout k $(41\bar{5}0)$ peu développées.

Il est terminé à l'une des extrémités par p, à l'autre par p, b^1, e^1 et $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$.





Fig. 8. Fig. 9.

Pegmatite auréolée de quartz et de tourmaline (demi-grandeur naturelle).
Fig. 8. — Coupe transversale. Fig. 9. — Coupe longitudinale.

La tourmaline est en outre très abondante en gros cristaux dans les pegmatites de Mercus, dans les gneiss de la route d'Arnave à Cazenave (avec grenat), dans les pegmatites du col de Cadènes, du chaînon nord du pic du Han (avec andalousite, grenat, etc.), aux alentours du pic Saint-Barthélemy, à l'étang Tord, aux étangs du Diable et des Truites, à Trimounts, à Pitourles en Lordat dans les granulites intercalées dans les bancs de talc exploité (cristaux très brisés).

Dans le même massif, les filons de quartz à andalousite métamorphisant les schistes micacés renferment souvent le même minéral qui constitue localement de véritables schistes noirs à éléments extraordinairement fins. La roche résultante est noire et nécessite souvent l'examen microscopique pour que sa véritable nature puisse être éclaircie (pic de la Lauzatte, Mont Foucat au voisinage du col d'Aigotorto).

Dans le massif gneissique de la frontière, la tourmaline est moins abondante ; on la rencontre cependant en plusieurs points et particulièrement dans les granulites de la montée du lac Naguille (remarquables phénomènes d'écrasement), aux environs d'Ax et spécialement au delà du pont de la Barduquette sur la route d'Espagne ; dans la vallée d'Orlu, je l'ai trouvée au confluent de l'Oriège et du ruisseau

de Baxouillade dans une pegmatite à albite, riche en cristaux de grenat rose saumon et en béryl : les cristaux d^1 $(11\bar{2}0)$, e^2 $(10\bar{1}0)$, p $(10\bar{1}1)$ y sont quelquefois très nets.

On trouve aussi la tourmaline en fines aiguilles soyeuses noires accompagnant l'andalousite dans les filons et les glandules de quartz des schistes micacés de la même région (environs d'Ax, Ascou, Savignac, etc.).

Sur la rive gauche de l'Oriège, ainsi qu'à Petches, près Ax, j'ai découvert la tourmaline dans les fissures d'une péridotite à hornblende. Elle y constitue de grandes aiguilles divergeant souvent d'un centre, et recouvre parfois des surfaces de plus d'un mètre carré ; cette tourmaline me semble due à des phénomènes de fumerolles, en relation avec les granulites fréquentes dans le voisinage ; elle est donc analogue à celle qui a été indiquée plus haut dans le gabbro du Pallet.

Dans les environs de Quérigut, on peut citer les pegmatites de Campoussy, de Saint-Martin, de Planèze dans lesquelles j'ai vu des cristaux (e^2 d^1 p) recueillis par M. Carez.

Pyrénées-Orientales. La tourmaline n'est pas rare dans la granulite de cette région et notamment dans celle du Canigou (pic des Sept-Hommes).

Aude. Dans les filons de quartz de pegmatite des environs de Saint-Féréol (N. Boubée), dans ceux de Bessède (M. Roussel).

Montagne-Noire. — *Tarn.* De Boucheporn a signalé (*Explic. Carte géol. Tarn* 1848, 15) l'existence de cristaux de tourmaline noire dans des filonnets de granulite qui existent sur les hauteurs dominant au sud la ville de Brassac. Les cristaux atteignent plusieurs centimètres de diamètre et sont généralement très nets ; de petits cristaux de tourmaline rose ainsi que des grenats auraient été trouvés dans le même gisement. « C'est, ajoute l'auteur cité plus haut, une localité intéressante pour les amateurs de minéralogie. » La tourmaline se développe dans les schistes cristallins du voisinage de la granulite.

Peut-être est-ce de ce gisement que proviennent de très jolis cristaux de tourmaline que j'ai trouvés dans plusieurs vieilles collections avec la seule indication de « Montagne-Noire ». Ils ne dépassent pas $0^{cm}8$, et tapissent les druses d'une granulite rose : ils sont accompagnés de petits cristaux de quartz hyalin. Par l'éclat de leurs faces et la netteté de leurs formes, ils rappellent les beaux cristaux de Pierrepoint. Leurs faces prismatiques sont les suivantes : d^1 $(11\bar{2}0)$,

e^2 $(10\bar{1}0)$ (très réduites) et presque toujours hémièdres; un des sommets est constitué par p $(10\bar{1}1)$ avec traces de b^4 $(01\bar{1}2)$ toujours ternes, tandis que le sommet opposé à faces brillantes présente e^1 $(02\bar{2}1)$, p $(10\bar{1}1)$ et parfois d^2 $(21\bar{3}1)$. Cette dernière forme n'est jamais complète et n'est guère représentée que par une ou deux très petites faces.

La tourmaline se rencontre dans un grand nombre d'autres gisements du Tarn. MM. Bergeron et Caraven Cachin m'ont signalé les suivants : dans les gneiss et granulite à Mazamet, Lacabarède, Lespinassière, Hautpoul, Auxillon, Brettes, les Vaissières, au moulin de la Resse, à Aiguefonde, Souilhols, Lampry, au Saumail, aux environs de Verdun, Lacaune, à Rialet (tourmaline rose), Anglès, Lazières, Carabit, au bois de la Lauze près Murat; dans les micaschistes de Labecède, etc.

Plateau Central. — *Aveyron*. Dans les granulites entre Campnack et Villecontat ; gros cristaux noirs dans les pegmatites d'Entraygues près Espalion.

Lozère. Dans la granulite à grains fins d'Albaret Sainte-Marie ; cette tourmaline forme de petites aiguilles montrant en lames minces de remarquables auréoles pléochroïques; dans les pegmatites des environs de Fournels et notamment à Saint-Juéry.

Haute-Loire, Pascal (*Géol. du Velay*, Paris, 1865) signale la tourmaline dans les granulites de Fix, Chanteuges, La Rouveyre, Chassignoles, Chazelles Haut, Alleyras, Saint-Privat d'Allier. Les plus beaux cristaux engagés dans la muscovite ont souvent leurs deux sommets.

Le même minéral se rencontre dans un grand nombre de gisements et notamment à Saint-Jean-de-Nay, Vernassal, Lorlange, Chadecole en Blesle, Lempdes, la Chaise-Dieu. Dans ce dernier gisement, les cristaux de très grande dimension sont associés au grenat et à l'apatite en prismes hexagonaux atteignant 1 ^{cm} de longueur (Gonnard, *B.S.M.* VII. 65. 1885). Dans cette région, il n'est pas rare, d'après M. Boule, de rencontrer des filonnets entièrement constitués par du quartz et de la tourmaline. A Jaziade, près de Saint-Ilpize, le même savant m'a indiqué un cristal de tourmaline verte et rouge atteignant un centimètre de longueur. Il provient d'une région riche en amphibolites.

Cantal. Bouillet (*Description de la Haute-Auvergne*) signale les gisements de tourmaline suivants: grande côte de Massiac (dans filon de quartz) sur la route de Saint-Flour, et sur la même route au versant

méridional du plateau de Flageolle ; côte de Laneau sur la route de Saint-Flour à Chaudesaigues, Besserettes, Sansac.

M. Fouqué a observé de gros cristaux atteignant 4 à 5 cm dans un grand filon de quartz laiteux à Marcolès et à la Vialle en Champagnac. Le même minéral se rencontre dans la granulite rose de Laroquebrou, dans les pegmatites de Molompize, d'Auriac l'Eglise, de Saint-Marc, des environs de Siran et de Glenat. Dans ce dernier gisement, on exploite pour l'empierrement des routes des blocs de quartz renfermant d'énormes agrégats de tourmaline. Enfin M. Rames m'a signalé la tourmaline dans les pegmatites à grands éléments du plateau de Saint-Mary-le-Plain et de Saint-Poncy (notamment à Sal-Bas). Dans ce gisement, M. Fouqué m'a indiqué des cristaux atteignant 1 m. 20 suivant l'axe vertical avec un diamètre de 0 m. 40.

Corrèze. La tourmaline est très abondante dans les pegmatites et filons de quartz de Meymac, de Saint-Yrieix-le-Dejalat, de la route de Saint-Yrieix à Combrossol, sur les plateaux situés au nord d'Egletons ; dans les granulites perçant les amphibolites de Dammiat à 5 km. de Brives et dans les pegmatites de la même région ; dans des granulites à l'est d'Argentat, dans les micaschistes granulitisés au sud de la Bitraque, sur la route d'Argentat à Beaulieu et dans les micaschistes de Neuvic.

Haute-Vienne. La tourmaline est plus ou moins abondante dans la granulite de la chaîne de Blond ; on la trouve notamment à Vaulry, à Cieux près du hameau de Moussac ; elle s'y rencontre avec cassitérite, mispickel et or natif (M. Mallard, *A. M.* 6e série X. 326). A Saint-Léonard, elle forme dans le quartz des agrégats constitués par de très fines aiguilles noires imprégnées d'oxyde de fer (M. Mallard).

Je dois à l'obligeance de M. Besnard du Temple de très jolis cristaux transparents de tourmaline verte, tout à fait comparables par leur couleur à ceux du Brésil. Ils proviennent de la carrière de la Vilate, à Chanteloube. Ils sont parfois engagés avec orthose et muscovite dans du quartz translucide, un peu enfumé. La plupart des cristaux que j'ai examinés sont englobés dans une argile grise teintée de rose ; ils sont alors brisés ; les prismes d^1 $(11\bar{2}0)$, $^1/_2$ e^2 $(10\bar{1}0)$ et plus rarement k $(41\bar{5}0)$ sont extrêmement cannelés ; souvent les cristaux sont triangulaires par suite de la prédominance de trois faces e^2. Les cristaux sont terminés par le rhomboèdre p $(10\bar{1}1)$ et le scalénoèdre d^2 $(21\bar{3}1)$ toujours présent ; tantôt celui-ci montre le même développement que

le rhomboèdre p, les cristaux ont alors la forme représentée par la fig. 11, tantôt, au contraire, il existe seul, et les cristaux à sommets aigus (fig. 10) rappellent la forme qui est fréquente dans les tourmalines d'Auburn (Maine). Les propriétés optiques des cristaux de la Vilate ont été données plus haut. Ces cristaux fondent très facilement en un émail noir.

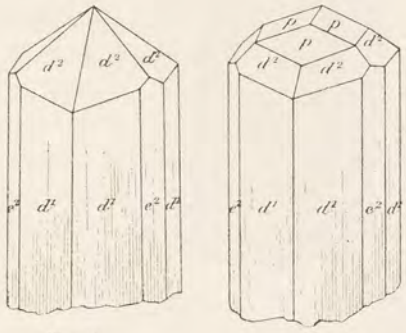


Fig. 10. Fig. 11.

Tourmaline de la Vilate.

Creuse. La tourmaline a été observée dans la granulite à mispickel de Forgeas près Saint-Dizier, dans les pegmatites kaolinisées de Rapissat près Saint-Dizier et de Bonnefond près Bourganeuf (communication de M. Glangeaud) ; M. Gautier me l'a signalée dans les pegmatites entre la Villate et Saint-Sulpice le Gueretois, dans celle du bois de l'Age, sur la route du Grand-Bourg à Chamborant, de Montbrade et de Saint-Laurent près Guéret.

Puy-de-Dôme. Les pegmatites avoisinant le château de Chadieu, près Authezat, ont fourni des cristaux dépassant 10^{cm} de longueur sur 3^{cm} de diamètre ; d'énormes cristaux ont aussi été trouvés dans le quartz de pegmatite des environs d'Olliergues ; gisements très nombreux dans la granulite, la pegmatite et le quartz de pegmatite à Berzet (au-dessus du ravin de Ceyrat), dans la tranchée du chemin de fer de Vichy à Ambert, à Thedde, Saint-Genès, Champanelle, au Puy Girou, à Arlanc, à Dore-l'Église, à la Pradelle (au-dessus de Volvic), à l'ouest de Combronde, à Ardes, etc.

M. Gonnard a trouvé à Roure près Pontgibaud la tourmaline associée à l'apatite dans une pegmatite à orthose rougeâtre (*B. S. M.* V. 269).

Bouillet indique des cristaux nets de tourmaline dans les sables des ravins de Perrier près Issoire. Le même auteur a signalé des aiguilles de tourmaline dans les basaltes du Mont-Dore ; la substance qu'il désigne ainsi doit être selon toute vraisemblance rapportée à la hornblende.

Enfin M. Gautier a bien voulu me remettre de très intéressants

échantillons qu'il a découverts à Chaludet, à l'ouest de la Celle. Ils sont constitués par des pseudomorphoses d'orthose en tourmaline. La roche qui les renferme est une microgranulite à grain fin (*elvan*). Les grands cristaux d'orthose offrant en général les formes rectangulaires p (001) g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) dominantes ont localement disparu. Leur place est occupée par de la tourmaline brunâtre fibreuse divergeant souvent d'un centre comme le montre la fig. 12 qui représente un cristal dessiné grandeur naturelle. Il existe fréquemment de petites géodes dans lesquelles je n'ai pu distinguer des cristaux nets. Au microscope, on constate que cette tourmaline pléochroïque dans les teintes jaune brunâtre et bleu est associée à du quartz. La structure de cette association minéralogique rappelle celle de la *luxulianite* du Cornwall. Il existe en outre un peu d'apatite, des rosettes de mica blanc et de chlorite.

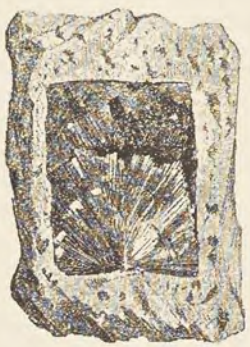


Fig. 12.
Pseudomorphose d'orthose en tourmaline.

La formation de ces pseudomorphoses doit être attribuée à des phénomènes de fumerolles analogues à ceux qui ont donné naissance aux pseudomorphoses d'orthose en cassitérite du Cornwall.

Loire. Grüner a signalé (*Descript. minér. de la Loire*, 1857) de grands cristaux cannelés de tourmaline dans les pegmatites entre Sorbiers et Valfleury ainsi qu'à Montbrison ; dans le quartz des pegmatites des environs de Molières, au N.-O. d'Essertines (cristaux bruns bacillaires) ; à Chagnon près Rive-de-Gier (grands prismes noirs), aux environs d'Albuzy.

M. Termier m'a indiqué le même minéral en cristaux nets dans la pegmatite injectant le gneiss à la Croix de Montvieux (massif du Pilat), dans la pegmatite à biotite du Pont de la Sumène, près Saint-Victor-Malescours (cristaux petits, mais très nets dans les glandules granulitiques des gneiss de l'étang de Couzon près Rive-de-Gier.

Rhône. La tourmaline est extrêmement abondante dans les granulites et gneiss granulitisés du Lyonnais ; les cristaux parfois très volumineux présentent rarement des formes déterminables).

Les seuls cristaux transparents que je connaisse dans cette région proviennent des environs de Mornant ; ils m'ont été communiqués par le frère Euthyme. Ce sont de petites aiguilles vert jaune ayant environ

6^{mm} de longueur; elles sont engagées dans une masse de quartz hyalin un peu trouble par place. Un des côtés de l'échantillon est recouvert de cristaux de quartz; la tourmaline est appliquée sur eux ou pointe dans la cavité; ses cristaux sont très fortement cannelés, ils sont analogues comme gisement à ceux de la Vilate décrits plus haut.

A Montagny, les cristaux de tourmaline dépassent parfois un mètre de plus grande dimension sur 0^{m}40 de diamètre. Ce sont des prismes fortement cannelés et groupés en grand nombre à axes plus ou moins parallèles. Ils se trouvent dans une pegmatite à quartz rose : de gros cristaux ont été aussi trouvés à Verchery près Soucieux en Jarrest, dans les environs d'Orliénas, avec grenat.

A Francheville près Lyon, Drian signale des gerbes palmées de tourmaline atteignant 0^{m}50 de plus grande dimension.

M. Michel Lévy m'a indiqué de très gros cristaux du même minéral à la Ronce en Coise. On le trouve aussi à Saint-Bonnet-le-Froid, au fort Saint-Jean à Lyon. Dans ce dernier gisement, de même qu'à Francheville, Fournet a remarqué autrefois que la tourmaline était localisée dans le quartz des filons de pegmatite dont les salbandes sont exclusivement feldspathiques.

M. Gonnard a signalé la fréquente association de l'apatite à la tourmaline à l'île Sainte-Barbe, à Beaunan, à Irigny, à Sainte-Foy, etc.; on la retrouve dans les mêmes conditions à la Maison-Blanche près Vaugneray, à Malataverne près Messimy.

Enfin le même minéral se rencontre en cristaux ou en houppes fibreuses dans les glandules des gneiss granulitiques vis-à-vis l'île Barbe, etc.

Drian signale d'après Thiollière (*op. cit.*, 509) l'existence de la tourmaline verte dans les pegmatites que l'on rencontre sur le chemin de Chaponost à Saçugny.

Saône-et-Loire et Côte-d'Or. Les gneiss granulitiques du Morvan ainsi que les granulites et les pegmatites qui les traversent et les injectent sont très riches en tourmaline atteignant souvent de très grandes dimensions. Le gisement le plus important à signaler est celui du parc de Montjeu près Autun. La tourmaline s'y rencontre engagée dans le quartz gras d'une pegmatite à très grands éléments, riche en grenat, en béryl et en muscovite; les cristaux sont très cannelés et ne présentent souvent aucune face mesurable dans la zone verticale. Les sommets à faces nettes sont généralement formés par $p\,(10\bar{1}1)$; $e^{4}\,(02\bar{2}1)$;

p, e^1 ; ou pb^1 ($01\bar{1}2$), (fig. 13). On peut encore citer les gisements suivants : Morlet, Marmagne, Saint-Symphorien-de-Marmagne, Mesvres, Broye, Luchet près Le Creusot, Saint-Pierre-de-Varennes, La Tagnière, etc. Dans tous ces gisements, la tourmaline est noire, fréquemment brisée et ressoudée par du quartz. Au moulin Petit près Cressy-sur-Somme, on trouve parfois la tourmaline noire en cristaux noirs peu nets, dans des géodes tapissées de cristaux de quartz (filons de quartz de pegmatite).



Fig. 13.
Tourmaline de Montjeu.

M. Michel Lévy a décrit (*B. S. M.* VI. 326. 1883) un curieux gisement de tourmaline bleue aux environs de Chapey près Marmagne (chemin allant de la Croix-Blanchot à Chapey près des hameaux des Naudiots et des Lartault). Dans cette localité, le gneiss gris est traversé par des veines minces de pegmatite rose associées à des veinules bleu lavande ne dépassant pas quelques centimètres.

L'examen microscopique de ces veinules bleues montre qu'elles sont constituées par un mélange de tourmaline bleue, d'orthose et de quartz ; tous ces minéraux sont brisés ; la tourmaline forme le ciment ; ses fragments sont parfois si petits qu'ils agissent à peine sur la lumière polarisée. Il existe un peu de vermiculite secondaire. Ces veinules peuvent être considérées comme des sortes de brèches de friction microscopiques.

Vosges. — *Vosges*. Delesse a signalé (*A. M.* 4e série XVI. 97) de gros cristaux de tourmaline dans les pegmatites de Saint-Étienne. Le Dr Carrière, MM. Vélain et Kampmann ont décrit ou m'ont indiqué le même minéral à Gérardmer, aux Xettes, à Tendon, à Ranfaing, aux Arrentès de Corcieux, à la Croix-aux-Mines, à Saint-Nabord (très abondante dans les pegmatites), à l'étang d'Huchère près Remiremont (avec mica palmé) ; dans les gneiss granulitiques à Saint-Nabord, à l'étang d'Huchère, à la Béheuille, au Chipal, à Lusse, à Combrimont et à Lubine.

[*Alsace*] Dans les gneiss et les granulites, à Sainte-Marie-aux-Mines, aux environs de Thauvillé, dans la vallée de Darmbach au Hohlandsberg près Colmar, aux environs de Guebwiller (Delbos et Köchlin. *Descrip. géol. et min. du Haut-Rhin*). M. Daubrée a signalé

(*Descrip. géol. et min. du département du Bas-Rhin* 1852. 418) dans les pegmatites des gneiss d'Urbeis des cristaux de tourmaline brisés et ressoudés par du quartz.

Alpes. — *Savoie et Haute-Savoie.* Cristaux volumineux, mais sans sommets, dans les pegmatites du lac Cornu et des Poyettes, près Chamonix et à la Tête-Rouge du Brévent. M. Brun me l'a signalée dans le quartz des pegmatites de l'aiguille du Tour (3400^{m}). M. Michel Lévy en a indiqué (*B. C. F.* III n° 27. 33. 1891) de gros cristaux dans les granulites injectant les schistes micacés de la crête dominant le col de Tricot (versant occidental du Mont-Blanc); dans les filons de granulite perçant le granite de Vallorsine, etc.

Isère. Lévy a décrit et figuré (*Descrip. coll. Heuland Atlas* pl. XXXVIII, fig. 2) un cristal de tourmaline incolore de la forme d^1 $(11\bar{2}0)$, e^2 $(10\bar{1}0)$, p $(10\bar{1}1)$, accompagnant le quartz et l'anatase sur une diorite (amphibolite) du Dauphiné; il est possible que l'échantillon en question doive être rapporté à la phénacite de même que le cristal décrit autrefois par M. Marignac (Voy. à *phénacite*).

Héricart de Thury, dans sa description des minéraux de Chalanches près Allemont (*J. M.* XX. 58. 1806), indique l'existence de beaux cristaux de tourmaline dans une granulite rencontrée dans d'anciennes recherches faites sur le filon de Lafare. Les cristaux atteignent plusieurs centimètres de diamètre constituant parfois des masses cylindroïdes. D'après les indications de l'auteur, il semble que les cristaux de ce gisement présentaient les formes suivantes : e^2, d^1, p, e^1, b^1, a^1.

Maures et **Esterel.** — *Var.* Dans les Maures, la tourmaline est assez abondante. Dans les environs de Sainte-Maxime et de la Garde Freinet, M. Segond m'a indiqué des cristaux de ce minéral atteignant plusieurs centimètres. On le rencontre en petits cristaux nets dans les micaschistes à minéraux de la Verne, des environs de Campeaux, de Collobrières, à la Molle, à l'île du Levant, avec disthène, staurotide et grenat.

Dans l'Esterel, M. Wallerant indique la tourmaline dans les granulites au nord de Bagnols.

Corse. — La tourmaline existe dans les granulites et les schistes cristallins de la Corse, mais je n'ai aucune indication précise de gisement.

Algérie. — *Oran*. M. Pouyanne m'a indiqué l'existence de belles tourmalines noires dans un petit îlot de granulite au milieu des schistes anciens du territoire de Beni-Bou-Saïd. Le même minéral se trouve dans la granulite perçant le granite de Nedroma, au sud de Nemours.

Alger. Je dois à l'obligeance de M. Delage une véritable roche de tourmaline formée de très petites aiguilles noires dont le polychroïsme a été étudié plus haut ; elle se trouve dans les schistes cristallins a l'Agha, près Alger (Delage, Sahel d'Alger).

La collection du Muséum renferme de gros cristaux d^1, e^2, p, recueillis par M. Renou dans les pegmatites du boulevard Bon-Accueil à Alger (Mustapha), ainsi que de gros cristaux brisés provenant des pegmatites de Bouzareah, à l'ouest d'Alger.

La collection de l'école des Mines possède un échantillon d'une roche à tourmaline microcristalline provenant de la route du Fort national au col de Tirourda (Kabylie).

Constantine. D'après M. Parran (*B. S. G.* 3e série. XI, 507. 1883) la tourmaline est abondante dans les filons de quartz des pegmatites traversant les gneiss du massif de l'Edough près Bône : elle se développe aussi dans les gneiss granulitiques de la même région.

MM. Curie et Flamand indiquent le même minéral aux environs de Djebel Filfila en deux points, l'un vers l'embarcadère Lesueur, l'autre au viaduc de la route nouvelle d'Aïn Mokra.

Nouvelle-Calédonie, — La tourmaline existe à la Nouvelle-Calédonie dans les micaschistes et dans les filons de quartz les traversant. L'exposition permanente des colonies renferme un échantillon provenant du Mont d'Or recueilli par M. Garnier.

Guyane. — Dans les sables aurifères de l'Approuague en fragments roulés. Des cristaux et des masses fibreuses de tourmaline engagés dans des pegmatites provenant de la Guyane ont été envoyés à l'Exposition de 1878 sans désignation plus précise.

Madagascar. — Depuis fort longtemps, on exporte de Madagascar, en même temps que le quartz hyalin employé pour l'optique, des cristaux de tourmaline de couleurs très variées.

Jusqu'à présent aucun renseignement n'a été fourni sur leur gisement exact par le petit nombre d'auteurs qui ont eu l'occasion d'étudier Madagascar au point de vue géologique. (Voir *Supplément*. T. IV. p. 686).

M. Grandidier a bien voulu me donner quelques indications précieuses à ce sujet. Je dois à son obligeance un fragment de granulite renfermant de petits cristaux de tourmaline ($^1/_2\ e^2, d^1, p, e^1, a^1$) ; il provient des bords de la Manandona ; cette rivière contourne le massif du mont Bity (20° 6′ de latitude S, et 44° 39′ long, E. ; à 140 km. dans le Sud 25° O. d'Antananarivo : altitude 2260) et se jette peu après dans le Mania. M. Grandidier a vu la tourmaline en grande abondance dans la vallée de la Manandona et dans la partie de la vallée de la Mania, qu'il a explorée, à l'est du confluent de ces deux rivières.

D'après le même savant, elle se trouve dans les mêmes conditions (granulites, pegmatites et quartz de pegmatites) sur le versant ouest du massif central à 1.800 m. E. de la halte d'Amboasary (20° 49′ lat. S. et 43° 25′ long. E.).

Comme, d'autre part, la province centrale de Madagascar (prov. d'Imérina, capit. Tananarive) est constituée en grande partie par des schistes cristallins (*gneiss*, *micaschistes*, *cipolins*) au milieu desquels les granulites et les pegmatites sont abondantes, il y a lieu de penser que ce sont ces dernières roches qui ont fourni les beaux échantillons qui arrivent en Europe. Ces cristaux de tourmaline sont rarement intacts, ils sont souvent arrondis et n'adhèrent à aucune gangue ; ils ont dû, au moins en partie, être recueillis dans des terrains de transport résultant de la désagrégation des roches indiquées plus haut.

Notons aussi que M. Damour a analysé (*B. S. M.*, IX, 153. 1886) un béryl rose, qui lui a été donné comme provenant de Farafatrana, au nord de Tamatave ; il était accompagné de tourmaline et de triphane rose.

Enfin M. Jannasch a publié l'analyse d'une tourmaline provenant de Tamatave.

Les cristaux de tourmaline noire de Madagascar sont généralement simples de formes, très allongés suivant l'axe vertical, très cannelés sur les faces prismatiques ; d'ordinaire, trois faces e^2 seulement sont développées ; les faces p ($10\bar{1}1$) sont les plus habituelles, elles sont parfois accompagnées de e^1 ($02\bar{2}1$). Ces cristaux dépassent parfois 17^{cm} de longueur sur 10^{cm} de diamètre.

La collection de l'École des Mines (*coll. Adam*) possède un curieux cristal de tourmaline de Madagascar présentant un faciès très différent ; les faces prismatiques sont à peine développées, l'une des extrémités

est formée par le rhomboèdre $p\,(10\bar{1}1)$, tandis que l'autre est constituée par une large base, présentant les cannelures en gradins, parallèles aux côtés, qui font revenir à plusieurs reprises les faces b^1 (fig. 14). Il existe aussi des traces de p qui n'ont pas été indiquées sur la figure.

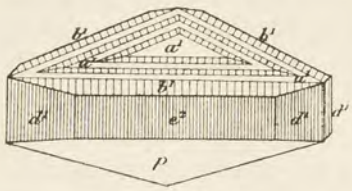


Fig. 14.
Tourmaline de Madagascar.

Les tourmalines hyalines présentent de nombreux types. On y observe toutes les variétés de rouge, rouge violacé, rose, jaune, bleuâtre et vert. Très souvent, les cristaux sont constitués comme ceux du Brésil par des enveloppes concentriques de couleur différente. J'ai pu étudier quelques-uns des échantillons que M. Grandidier a donnés au Muséum. L'un est jaune au centre et rose violacé sur les bords ; dans un autre, le centre, rose, est séparé de la périphérie vert angélique par une mince zone incolore et jaune à l'extérieur. Les indices de réfraction que j'ai donnés plus haut montrent les variations des propriétés optiques dans les cristaux diversement colorés.

Ces tourmalines de couleur claire sont souvent transparentes sous une grande épaisseur et constituent de véritables pierres fines, comparables à celles de Ceylan et du Brésil. Elles arrivent rarement en Europe avec des formes nettes ; elles constituent soit des masses cylindroïdes, soit des fragments de cristaux brisés, dont les faces de la zone verticale sont fortement cannelées. Cependant M. Grandidier a donné à la collection du Muséum un superbe cristal transparent rouge foncé, aplati suivant une face prismatique et terminé par le rhomboèdre $p\,(10\bar{1}1)$; c'est le plus grand cristal de rubellite que j'ai eu l'occasion de voir jusqu'à ce jour. Un fragment de cristal jaune et rouge montre au sommet les faces a^1, b^1, p.

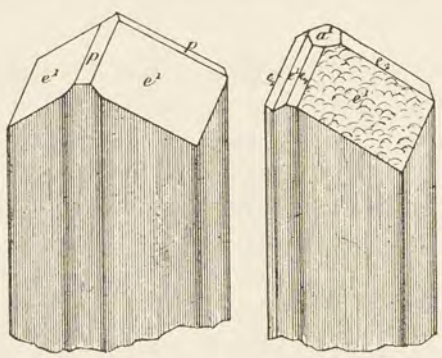


Fig. 15. Fig. 16.[1]
Tourmaline de Madagascar.

1. Par suite d'une erreur de gravure, les symboles des deux faces contiguës e_2 et e^1 de la partie gauche de la figure 16 ont été intervertis.

D'autre part, M. Damour possède dans sa collection deux beaux cristaux : l'un d'eux (fig. 15) est terminé par e^1 $(02\bar{2}1)$ et p $(10\bar{1}1)$; il est d'un beau rose : le second, rose à une extrémité, est jaune verdâtre à l'autre ; l'extrémité rose est terminée par une large face e^1 ondulée, par une autre face e^1 peu développée et par e_2 $(12\bar{3}2)$ dont 4 faces seulement sont visibles : le cristal, profondément cannelé suivant l'axe vertical, est un peu aplati. Toutes les faces qui devraient se trouver en arrière de la figure 16 manquent complètement.

2° *Tourmaline développée indépendamment de l'action des roches granulitiques.*

a) *Dans calcaires et gypses sédimentaires.*

La tourmaline de ce genre de gisement s'observe dans les Pyrénées et l'Algérie. Elle est généralement accompagnée de leuchtenbergite, de rutile, de pyrite, parfois de magnétite, de dipyre, d'albite. Elle semble résulter du métamorphisme de calcaire exercé par des sources thermales ayant accompagné la venue des roches ophitiques. Je ne crois pas toutefois que ces dernières roches aient joué un rôle actif dans la production de ces minéraux ; elles ont plus vraisemblablement précédé la venue de ces sources thermales qui les ont souvent modifiées elles-mêmes plus ou moins profondément (développement de quartz, hématite, altérations profondes, etc.),

Les tourmalines de ces gisements sont magnésiennes, souvent transparentes (incolores, vertes ou brunes de diverses nuances) et toujours en cristaux nets, généralement bipyramidés et montrant bien l'hémimorphisme caractéristique de la substance. Les formes sont plus complexes que dans les tourmalines des granulites. C'est là que nous trouvons toute une série de formes rares. Les cristaux ne sont jamais très allongés suivant l'axe vertical, ils sont très souvent aplatis suivant la base.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Dans le courant de l'année 1878, M. des Cloizeaux a eu l'occasion d'étudier de jolis cristaux de tourmaline brune achetés par M. E. Frossard comme provenant de la région des Eaux-Bonnes. M. des Cloizeaux y découvrit une série de faces nouvelles $w = e_{2/9}$ $(7.11.\bar{1}8.2)$, $\pi = e_{1/4}$ $(35\bar{8}1)$, $\varphi = e_{2/5}$ $(3.7.\bar{1}0.2)$, $u = e_{5/8}$ $(3.13.\bar{1}6.5)$, β $(34\bar{7}2)$, ε $(12\bar{3}1)$, $d^{11}/^5$ $(11.5.\bar{1}6.6)$. Ces faces étant très petites, arrondies, et, par suite, leurs mesures étant incertaines, M. des Cloizeaux conserva ses observations en carton jusqu'en 1882, époque à laquelle il les communiqua à M. Seligmann qui les a

publiées dans son mémoire sur la tourmaline de Dekalb (*Z. K.* VI, 225 et pl. v, fig, 5). Entre temps, M. des Cloizeaux avait appris que ces tourmalines engagées avec pyrite dans du gypse provenaient des environs de Sainte-Colomme (appelé quelquefois Sainte Colombe). Tous les échantillons de ce minéral ont été recueillis par un marchand de Pau.

Je me suis rendu sur les lieux et j'ai pu m'assurer qu'ils ne proviennent pas de cette localité, mais d'une commune voisine, celle de Lys. L'exploitation, qui les a mis au jour, est actuellement abandonnée par suite d'une inondation.

La tourmaline se trouve soit dans le gypse, soit dans le calcaire; elle est accompagnée d'une leuchtenbergite à un axe positif et de jolis petits cristaux aciculaires, souvent maclés, de rutile.

De beaux octaèdres de magnétite ont été également trouvés dans le calcaire, mais ils ne se rencontrent pas dans les mêmes échantillons que la tourmaline.

La même carrière a fourni aussi de grands cristaux transparents de gypse, des cristaux de sphène, de grenat jaune, de quartz, d'oligiste. Ces quatre derniers minéraux tapissent les fissures d'une roche ophitique altérée.

Les tourmalines de ce gisement, malheureusement épuisé, sont les plus intéressantes que l'on ait trouvées en France.

Les nombreux cristaux que j'ai eu l'occasion d'étudier m'ont été communiqués par MM. des Cloizeaux, Frossard, Gourdon et de Gramont.

Ils se rapportent tous au même type : ils sont peu allongés suivant l'axe vertical, ou même souvent aplatis suivant la base. Dans la zone verticale, trois faces e^2 dominent, d^1 est toujours présent, les faces k ($41\bar{5}0$) sont très nettes et très brillantes.

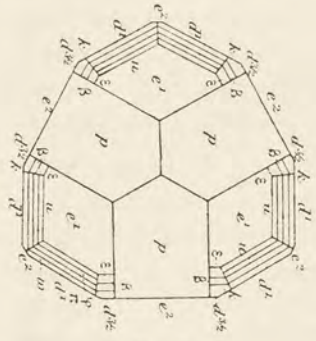


Fig. 17.

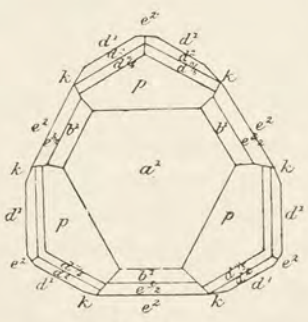


Fig. 18.

Tourmaline brune de Lys.

M. des Cloizeaux m'a fait remarquer que de même que dans les cristaux de Dekalb décrits par M. Seligman, les faces p du

sommet dépourvues de a^1 (0001) se trouvent au dessus des faces e^2 les plus largement développées. Une des extrémités est généralement constituée par p (dominant) et e^1, l'autre par une large base a^1 accompagnée de p et de b^1 généralement très peu développée.

C'est sur des cristaux ainsi constitués que M. des Cloizeaux a trouvé les faces rares énumérées plus haut. Elles sont généralement arrondies et ne se rencontrent jamais réunies ensemble dans un même cristal.

Les cristaux riches en faces sont petits et très irrégulièrement développés ; les formes compliquées ne s'y trouvent pas complètes.

Les fig. 17 et 18 représentent les projections des deux sommets sur lesquelles ont été réunies schématiquement toutes les formes connues dans ce gisement. On voit que les faces $e^3/^2$, d^2, $d^{11}/^5$ ne se trouvent qu'à l'extrémité présentant la base, alors que toutes les autres faces rares se trouvent au sommet dans lequel le rhomboèdre p domine.

Parmi les cristaux que je dois à l'obligeance de M. de Gramont, il s'en trouve de petits, transparents, dont un des sommets est constitué par les faces p $(10\bar{1}1)$, e^1 $(02\bar{2}1)$, $d^3/^2$ $(32\bar{5}1)$ à peu près également développées (fig. 19). Ces cristaux ressemblent beaucoup à ceux de Gouverneur.

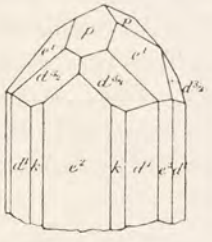


Fig. 19.
Tourmaline de Lys.

Indépendamment des formes qui ont été énumérées plus haut, j'ai observé un certain nombre de faces qui semblent nouvelles, mais qui sont trop arrondies pour qu'il soit possible de les déterminer avec certitude.

Les plus grands cristaux que j'ai eu l'occasion d'observer ont 3^{cm} de diamètre sur $1^{cm}5$ de hauteur. Ils m'ont été communiqués par M. de Gramont.

Ariège. M. des Cloizeaux a signalé en 1862, dans son *Manuel* (p. 511), des cristaux de tourmaline dans le gypse d'Arnave, près Tarascon. Les cristaux recueillis à cette époque sont bruns, fragiles ; ils présentent les formes d^1 $(11\bar{2}0)$, e^2 $(10\bar{1}0)$; l'une de leurs extrémités est formée par p $(10\bar{1}1)$, l'autre par p et a^1 (0001) généralement réduite à une petite facette. Ils sont engagés dans une leuchtenbergite à axes très rapprochés (bissectrice positive).

J'ai examiné à plusieurs reprises depuis quatre ans la carrière de gypse d'Arnave ; j'y ai rencontré la tourmaline dans des lits minces ou dans des nodules dans lesquels elle abonde en cristaux dépassant rarement

8mm. Le gypse de ce gisement résulte de l'hydratation d'anhydrite, formée elle-même par la sulfatisation de calcaires (probablement triasiques), riches en minéraux métamorphiques (*dipyre*, *amphiboles*, *chlorites*, *pyrite*, etc.), qui seront étudiés à leurs chapitres respectifs et qui se trouvent aussi bien dans les calcaires que dans les sulfates.

La tourmaline est facile à dégager de sa gangue, surtout lorsque celle-ci est hydratée. Elle existe souvent seule ou associée à un peu de leuchtenbergite. Dans d'autres cas, elle est accompagnée par de l'actinote. Les cristaux sont d'autant plus gros qu'ils sont plus rares.

En 1891, j'ai observé dans le gypse un banc mince de quelques centimètres d'épaisseur constitué par une roche jaune verdâtre s'écrasant sous la pression du doigt et donnant une poussière à aspect terreux. L'examen au microscope montre qu'elle est uniquement constituée par des cristaux bipyramidés de tourmaline ayant moins de 0mm20 associés à de petites aiguilles d'actinote. Ces petits cristaux de tourmaline ont la même forme que les cristaux plus gros. Je ne crois pas que l'on ait jamais rien signalé de semblable.

Tous mes cristaux sont transparents, d'un brun jaune foncé, analogues à ceux de Lys ; leurs formes sont toujours les mêmes, ils sont très aplatis suivant la base. Ils présentent dans la zone verticale d^1 $(11\bar{2}0)$, e^2 $(10\bar{1}0)$ et souvent k $(41\bar{5}0)$. Un des sommets est constitué par p $(10\bar{1}1)$, avec ou sans e^4 $(02\bar{2}1)$, l'autre par a^1 (0001) très développé avec p et souvent de très petites facettes b^4 $(01\bar{1}2)$.



Fig. 20.
Cristal de tourmaline écrasé et brisé du marbre de Saint-Béat.

Haute-Garonne. M. Gourdon a découvert des cristaux de tourmaline chromifère dans le calcaire saccharoïde jurassique de Saint-Béat. Ils se rencontrent dans la carrière du pic de Rié (Arié de la carte d'Etat-Major), à droite de la route de Marignac, avant d'arriver à Saint-Béat ; j'en ai recueilli aussi un échantillon dans la carrière située au-dessus du bourg : elle est y est très rare. Les cristaux d'un beau vert émeraude atteignent souvent plusieurs centimètres dans la direction de l'axe vertical suivant lequel ils sont allongés. Ils diffèrent donc tout à fait comme aspect de ceux des deux gisements précédents. Ils ont été soumis à des phénomènes dynamiques très violents qui les

ont brisés, aplatis. On les trouve presque toujours réduits en nombreux fragments ressoudés par du calcaire, ainsi que le montre la fig. 20 dessinée d'après un échantillon que m'a donné M. Gourdon. Il est par conséquent très difficile d'observer des formes nettes. J'ai trouvé la base sur un petit cristal, les faces de la zone verticale sont toujours profondément cannelées. J'ai récemment recueilli dans ce gisement de petits cristaux transparents de tourmaline d'un vert moins éclatant que les précédents ; ils sont analogues à quelques-uns de ceux qui vont être décrits en Algérie.

Dans cette même carrière de Rié, on trouve de la *phlogopite*, de la *fuschite*, de la *fluorine*, du *soufre natif*, du quartz, etc.

Algérie. — *Alger*. MM. Nicaise et Montigny ont découvert la tourmaline dans des calcaires secondaires à 4 km. en amont du confluent de l'Oued-Bouman et de l'Oued-Harrach (à 16 km. à vol d'oiseau de Blidah). Ces cristaux ont d'abord été décrits comme *topaze* et *émeraude* par M. Nicaise (*C. R.* XL. 1241. 1855) et par M. L. Ville (*C. R.* XLI. 698. 1855). M. des Cloizeaux, qui a cité ce gisement dans son *Manuel* (p. 505), a bien voulu me communiquer quelques cristaux en provenant. Ils sont extrêmement jolis, dépassant rarement 2 à 3^{mm}. Ils sont tantôt allongés suivant l'axe vertical, tantôt raccourcis et presque lenticulaires. Les formes sont absolument les mêmes que celles des cristaux d'Arnave ; les faces b^1 $(01\bar{1}2)$ y sont seulement plus développées.

Ces tourmalines sont incolores, vertes de différents tons jusqu'au vert émeraude, jaune pâle, ou jaune madère très foncé ; quelques cristaux sont vert émeraude à l'une des extrémités et incolores à l'autre. Le grand développement de trois faces e^2 $(10\bar{1}0)$ leur donne souvent une forme triangulaire analogue à celle de la fig. 6. Les faces sont souvent très nettes.

D'après M. Ville (*C. R. op. cit.* et *Notice minér. sur les provinces d'Oran et d'Alger*. Paris. 1858. 165), ces tourmalines se trouvent aussi bien dans les calcaires que dans les gypses provenant de leur transformation. Suivant le même auteur, ces cristaux seraient en outre connus par les indigènes comme existant dans divers ravins tombant de l'Atlas dans la plaine de la Metidja.

M. Delage a indiqué dans sa *thèse* (Montpellier, p. 153) l'existence du même minéral dans des calcaires des environs du village de l'Arba, non loin de l'Oued-Djemma (affluent de l'Oued-Harrach). Les cristaux

qu'il m'a donnés présentent les mêmes formes que ceux du gisement précédent ; ils sont toutefois plus gros, moins nets et très rarement entiers. Leur couleur est le vert de diverses nuances. Je n'ai observé qu'un seul cristal jaune madère à faces très nettes. J'ai donné plus haut leur densité et leurs indices de réfraction ; ils appartiennent au type magnésien et fondent facilement en un verre blanc laiteux. On les trouve avec pyrite (transformée en oxyde hydraté), petits cristaux de quartz, chlorite blanche positive, rutile et albite (cristaux très rares ayant les formes de ceux des calcaires de Pouzac), dans les parties spathiques d'un calcaire renfermant d'après M. Delage des cristaux allongés et toujours creux de quartz.

Suivant cet auteur, ainsi que d'après MM. Curie et Flamand, les roches renfermant ces tourmalines seraient dues à la transformation de calcaires crétacés. L'origine, sinon l'âge de ces minéraux, serait donc la même que celle des tourmalines de Lys et d'Arnave avec lesquelles, comme nous venons de le voir, ils présentent la plus grande analogie de forme.

3° *Tourmaline développée dans les schistes par métamorphisme général.*

Je rappellerai ici pour mémoire que la tourmaline est extrêmement abondante comme élément *microscopique* des schistes modifiés par métamorphisme général (schistes ardoisiers, schistes à séricite) de Bretagne, du Plateau central, des Ardennes, des Alpes, etc. Elle s'y présente sous forme de très fines aiguilles et parfois de cristaux très nets possédant les propriétés habituelles de la tourmaline. Il est facile de les extraire de ces schistes par l'acide fluorhydrique.

4° *Dans les roches clastiques.*

Enfin la tourmaline se rencontre en cristaux brisés dans les sables de toutes les rivières et de toutes les côtes des régions constituées par les roches anciennes : elle provient alors de la désagrégation de ces dernières.

On la rencontre aussi dans les formations clastiques de toute la série géologique : elle y a une origine analogue.

A ce point de vue, il est intéressant de faire remarquer qu'on la trouve dans des roches sédimentaires parfois très éloignées des massifs anciens. On peut particulièrement citer certains sédiments crétacés du bassin de la Seine.

CARPHOLITE [1]

$H^4\ Mn\ Al^2\ Si^2\ O^{10}$ (Hintze)

Orthorhombique : $mm = 111°27'$ (Kenngott).

Faciès. La carpholite ne se rencontre jamais en cristaux nets, mais en masses fibreuses constituées par des aiguilles très allongées, groupées en agrégats parallèles ou divergents.

Clivages. Clivage parallèle à l'allongement. Cassures transversales.

Dureté. 5.

Densité. 2.876 (Meuville, de Koninck). 2. 9.

Coloration. Jaune paille, jaune verdâtre ; le minéral est transparent en lames minces. Poussière blanche.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à l'allongement. Bissectrice aiguë *négative* perpendiculaire à l'axe vertical.

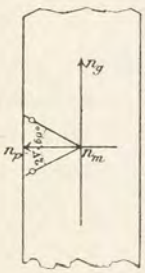


Fig. 1.

Les fibres ont donc un allongement positif (trace de n_g) (fig. 1)

$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}022 \text{ environ.}$$

L'indice médian est d'environ 1,63. L'écartement des axes optiques est variable dans les échantillons des diverses localités, il atteint :

$$2\mathbf{V} = 60° \text{ environ.}$$

Dans nos *Minéraux des roches*, nous avons, M. Michel Lévy et moi, considéré ce minéral comme monoclinique à cause de l'extinction légèrement oblique que nous avaient présentée quelques lames. L'étude de petites aiguilles de Meuville et de Schlaggenwald me conduisent à considérer le minéral comme réellement rhombique).

Pléochroïsme. La carpholite est jaune en lames minces et possède un pléochroïsme net avec

$\mathbf{n}_g$ = incolore
$\mathbf{n}_m$ et $\mathbf{n}_p$ = jaune d'or.

Le maximum d'absorption a donc lieu transversalement aux fibres. L'intensité de la coloration est variable et, dans la carpholite de Meuville, il n'est pas rare de trouver des aiguilles d'un jaune foncé à l'une des extrémités et incolores à l'autre.

1. Voir Supplément, t. IV, 703, pour la Lawsonite.

Composition chimique. L'analyse suivante de la carpholite de Meuville est due à de Koninck [*Acad. Roy. Belg.* XLVII 564. 1879]:

SiO^2.....	37.15
Al^2O^3.....	30.11
Fe^2O^3.....	2.27
MnO.....	17.97
MgO.....	0.41
Alcalis....	0.54
CaO.....	0.33
H^2O.....	11.22
	100.00

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, se gonfle en dégageant une lueur rouge, blanchit, puis fond difficilement en un verre blanc transparent. Avec les flux, donne les réactions du fer et du manganèse.

Donne de l'eau dans le tube.

Peu attaquable par les acides.

Diagnostic. La carpholite de Meuville pourrait être confondue avec l'ardennite, surtout quand elle est imprégnée d'oxyde de fer et de manganèse. Les caractères au chalumeau (fusibilité) permettent de la distinguer aisément. Les propriétés optiques sont également caractéristiques (signe positif de l'allongement, etc.).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau central. — *Rhône.* J'ai rencontré la carpholite (*B. S. M.* VII. 461. 1884) en très rares petites aiguilles blanc jaunâtre dans les filons de quartz plombifère de Monsols près Beaujeau, avec cuivre natif, chrysocole, galène, etc.

[**Ardenne Belge**]. — L. de Koninck a décrit (*Ac. Belg.* LXV. 15. 1878 et XLVII. 564. 1879) la carpholite dans les filons de quartz qui se trouvent dans les schistes paléozoïques entre Meuville et Xhierfomont. Elle y forme des masses fibreuses jaunes et des agrégats divergents, localement colorés en noir ou en brun foncé par des inclusions de pyrolusite.

J'ai pu examiner l'échantillon donné par ce savant à l'École des Mines; c'est sur ce spécimen que j'ai étudié les propriétés optiques données plus haut.

BERTRANDITE[1]

$H^2\ Gl^4\ Si^2\ O^9$

Orthorhombique : $mm = 121°20'$ (Bertrand)

$b : h : : 1000 ; 511{,}814.\ D = 871{,}784.\ d = 489{,}889$

$[a : b : c = 0{,}56193 : 1 : 0{,}58709]$

Formes observées : p (001), m (110), h^1 (100), h^2 (310), g^1 (010), g^2 (130), e^1 (011), $e^{1/3}$ (031).

Macles. Des macles peu fréquentes avec angle rentrant voisin de 60° s'observent avec g^2 (130) ou $e^{1/3}$ (031) pour face d'association.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	121°20′	121°20′ ; 121°22′ (Lx.)
mh^1	150°40′	
mh^2	161°16′	161°10′ (Lx.)
mg^1	119°20′	119°19′ (Lx.)
mg^2	150°1′	150° (Bertrand)
h^1h^2	169°23′	
h^1g^2	120°41′	120°3′ (Dx.)
h^2h^2 (sur h^1)	158°47′	
h^2g^2	131°17′	
h^2g^1	100°37′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
g^2g^2 (sur h^1)	61°21′	61°10′ (Lx.)
g^2g^1	149°19′	149°41′ (Dx.)
pe^1	149°35′	149°24′ (Lx.)
$pe^{1/3}$	119°35′	
e^1e^1 (sur p)	119°10′	
e^1g^1	120°25′	120°25′ (Bertrand)
$e^1e^{1/3}$	150°	
$e^{1/3}e^1$ (sur p)	59°10′	
$e^{1/3}g^1$	150°25′	

Faciès des cristaux. Les faces p (001) sont brillantes et possèdent un éclat nacré très vif ; elles sont parfois striées parallèlement à l'arête $p\ g^1$ (001) (010) ; les faces g^1 (010) sont brillantes et possèdent l'éclat vitreux ; les faces m (110) et parfois les autres faces de la zone verticale portent des stries parallèles à leurs intersections mutuelles.

Les cristaux sont toujours aplatis, tantôt suivant p (001) (fig. 2, 8 à 11), tantôt suivant g^1 (010) (fig. 3 à 6) ; souvent, en outre, ils sont allongés suivant l'arête $p\ g^1$ (001) (010) (fig. 10 et 11). Ces deux aplatissements différents, joints à l'inégal développement des faces de la zone verticale, donnent des faciès très variés aux cristaux provenant des divers gisements.

D'après les observations de M. Penfield sur la bertrandite américaine, ce minéral est *hémimorphe* par rapport à l'axe vertical et *pyroélectrique* :

1. Voir *Supplément*, t. IV, 706.

les cristaux français que j'ai eus entre les mains ne m'ont pas permis de vérifier avec exactitude cette observation.

Clivages. La bertrandite possède des clivages suivant p (001), h^1 (100), g^1 (010), m (110) plus ou moins faciles et se présentant soit ensemble, soit séparément dans les cristaux de certaines localités particulières étudiées plus loin.

Dureté : 6 environ.

Densité : 2.586 (Barbin, *Damour*), 2.593 (Petit Port, *Bertrand*), 2.594 (La Chapelle-s.-Erdre), 2.601 (La Villeder).

Coloration. Incolore ou jaunâtre. Éclat vitreux, éclat nacré sur p (001). Poussière blanche.

Propriétés optiques, Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë négative perpendiculaire à h^1 (100). Dispersion faible avec $\rho < \nu$.

Les cristaux français sont trop petits pour se prêter à la mesure des indices. Nous avons obtenu, M. Michel Lévy et moi, pour les cristaux du Mont Antero (Colorado), les valeurs suivantes (Na) :

$$\mathbf{n_g} = 1.611$$
$$\mathbf{n_m} = 1.593$$
$$\mathbf{n_p} = 1.588$$

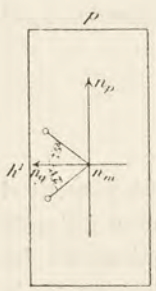


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

La biréfringence maximum (n_g — n_p) est donc de 0,023.

L'écartement des axes est grand ; pour le jaune, on a :

$$2\,\mathbf{V} = \begin{cases} 74°51' & \text{Barbin (Bertrand)} \\ 76° & \text{La Chapelle-s.-Erdre (Lx)} \end{cases}$$

Composition chimique. La formule donnée plus haut correspond bien aux données de l'analyse suivante due à M. Damour (*B. S. M.* VI. 252. 1886).

SiO^2.....	49.26
GlO.....	42.00
Fe^2O^3.....	1.40
H^2O.....	6.90
	99.56

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, la bertrandite est infusible,

mais devient blanc opaque. Dans le matras, au rouge naissant, le minéral reste transparent sans perdre d'eau. Ce n'est qu'au rouge orangé qu'il perd 6 à 7 °/₀ de son poids en devenant blanc opaque. L'eau dégagée est faiblement acide et ne dépolit pas le verre.

Insoluble par les acides.

Altérations. La bertrandite n'est jamais épigénisée par d'autres minéraux. La teinte jaunâtre que présentent parfois quelques cristaux est due à de la limonite ayant imbibé le minéral. Un traitement rapide à l'acide chlorhydrique suffit à les purifier.

Diagnostic. L'éclat nacré de la face p (001) permet de reconnaître aisément le minéral dont les formes sont en outre assez caractéristiques. Les propriétés optiques permettent de le distinguer de certaines zéolites et de la muscovite quand il est réduit aux faces p m (001) (110). La face g^1, en effet, offre en lumière polarisée parallèle une extinction parallèle à ses côtés avec signe négatif suivant l'arête p g^1 ; elle est parallèle au plan des axes optiques. La face p (001) est perpendiculaire à la bissectrice obtuse positive avec axes optiques très écartés (distinction avec une lame p de muscovite).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La bertrandite ne constitue jamais un élément de roche. Son gisement exclusif jusqu'à présent réside dans les granulites. Le quartz hyalin, l'apatite, l'albite et l'orthose en cristaux généralement nets l'accompagnent presque toujours (*Loire-Inférieure*). Je l'ai rencontrée dans des filons d'étain (Villeder) où elle s'est formée aux dépens du béryl : à Chanteloube elle est également associée au béryl.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* C'est dans la Loire-Inférieure que la bertrandite a été découverte. Les premiers cristaux trouvés par M. Baret dans les granulites à Petit-Port près de Nantes, ont été étudiés par M. Bertrand qui, en 1880 (*B. S. M.* III. 96 et 111), les signala comme constituant une espèce nouvelle qui ne put être analysée à cette époque. En 1882, M. des Cloizeaux examina des cristaux d'un nouveau type trouvés par M. Baret à Barbin (Nantes) et établit (*B. S. M.* V. 176) leur identité avec le minéral de Petit-Port. Ce fut l'année suivante que, grâce aux nouveaux matériaux recueillis par M. Baret à Barbin, M. Damour put faire l'analyse de ce minéral rare qu'il dédia à M. Bertrand (*B. S. M.* VI. 252. 1886. Voy. aussi Bertrand, *id.* 248).

Les premiers cristaux découverts à Petit-Port sont aplatis suivant p (001) et présentent en outre les faces m (110) et g_1 (010) (fig. 2) ; ils sont blanc jaunâtre. Quelquefois, ils sont aplatis suivant g^1 (010).

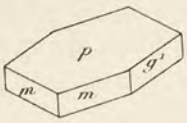


Fig. 2.
Bertrandite de Petit-Port

Les cristaux de Barbin présentent plus rarement la première de ces formes. En général, ils sont aplatis suivant g^1 (010). Tantôt, comme les premiers cristaux décrits par M. des Cloizeaux, ce sont de petites lamelles transparentes très minces p (001), h^1 (100), g^1 (010) (fig. 3), avec parfois e^1 (011) et g^2 (130), cette variété est extrêmement rare ; tantôt les cristaux ont une certaine épaisseur et la face p (001) peut être facilement reconnue à son éclat nacré.

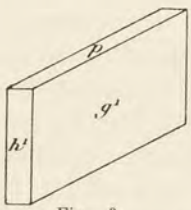


Fig. 3.
Bertrandite de Barbin.

Toutes les formes énumérées plus haut se rencontrent à Barbin. Dans la zone verticale, ce sont les faces m (110) et g^1 (010) qui dominent (fig. 4) ; h^1 (fig. 5), h^2 (310) et g^2 (130) sont plus rares : les faces e^1 (011) et $e^{1/3}$ (031) sont également peu fréquentes (fig. 6).

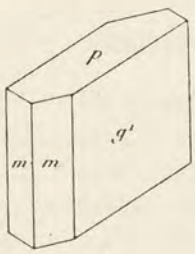


Fig. 4.

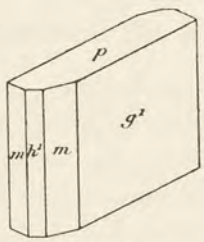


Fig. 5.
Bertrandite de Barbin.

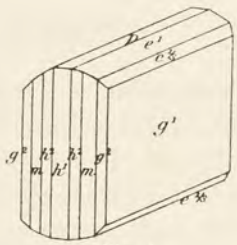


Fig. 6.

M. des Cloizeaux a signalé dans ce gisement un macle en cœur suivant g^2 (130) avec un angle rentrant de 60°40′, (fig. 7). M. Bertrand y a trouvé la macle en cœur suivant $e^{1/3}$ (031) représentée par la figure 12.

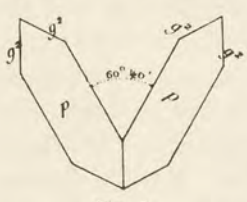


Fig. 7.
Bertrandite macle suivant g^2(130)

Le gisement de Barbin est aujourd'hui complètement épuisé.

Nous avons signalé, M. Baret et moi (*B. S. M.* XII. 527, 1889), la bertrandite à Orvault, près Nantes. L'unique échantillon étudié forme de petites lames tapissant une cavité grossièrement hexagonale qui semble

avoir été occupée primitivement par un béryl, minéral fréquent dans ce gisement. Les cristaux de bertrandite sont les uns aplatis suivant p (001), les autres suivant g^1 (010) ; leurs formes sont celles que représentent les figures 2 et 4.

Nous avons décrit, M. Baret et moi (*B. S. M.* XIV. 189. 1891), le même minéral à la Chapelle-sur-Erdre au lieu dit la Mercerie, près le pont de la Verrière. Les formes y sont très variées.

Les cristaux sont généralement aplatis suivant p (001) et ne présentent que rarement la forme représentée par la figure 5.

Le type le plus commun et qui, au moment de la découverte de ce gisement par M. Baret, était très rare, est celui qui résulte de la combinaison des faces p (001), m (110) (fig. 8), souvent accompagnée de g^1 (010) qui n'est jamais suffisamment développée pour masquer la forme losangique de ces lamelles (fig. 9). Les cristaux sont souvent adhérents à leur gangue par une face g^1 (010). Il existe un clivage suivant g^1 (010) partageant quelquefois le cristal en deux fragments triangulaires égaux qui déroutent au premier abord, lorsqu'un seul de ces fragments reste adhérent à sa gangue.



Fig. 8.



Fig. 9.

Bertrandite de la Chapelle-s.-Erdre.

Ces cristaux sont souvent transparents.

M. Baret a trouvé une petite géode remplie de cristaux complets bien isolés dans une argile jaunâtre.

Le second type constituant la majeure partie des premiers échantillons trouvés à la Mercerie, est formé par des cristaux allongés suivant l'arête $p\ g^1$ (001) (010) et en même temps très aplatis suivant p (001) (fig. 10 et 11) ; les cristaux n'ont pas de faces mesurables ; ils sont lamelleux, aussi l'éclat nacré suivant p (001) est-il très vif.

Les faces p (001) sont souvent très striées et passent parfois par des oscillations insensibles à des clinodomes voisins de e^1 (011). Quelques cristaux semblent présenter l'hémimorphisme par rapport à l'axe vertical.

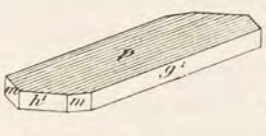


Fig. 10.

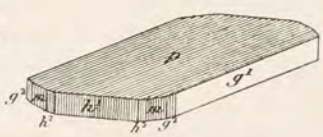


Fig. 11.

Bertrandite de la Chapelle-s.-Erdre.

Enfin M. Baret m'a communiqué plusieurs exemples de macles suivant $e^1/^3$ (031) dans lesquels les cristaux maclés présentent individuellement soit (fig. 12) la forme de la figure 10, soit celle de la figure 9.

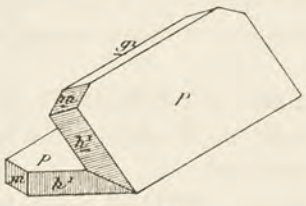


Fig. 12
Bertrandite, macle suivant $e^1/_3$ (031).

A la Chapelle-s.-Erdre, les cristaux atteignent 1^{cm} de plus grande dimension.

Morbihan. J'ai trouvé (*B. S. M.* XII. 514. 1889) dans la collection de M. de Limur de jolis cristaux de bertrandite recueillis autrefois par ce savant à la Villeder. Ils sont implantés sur quartz avec muscovite, cassitérite et béryl. Ils semblent s'être formés aux dépens de ce dernier minéral. M. Bacqua a bien voulu mettre, en outre, à ma disposition, un échantillon du même gisement.

Deux des cristaux étudiés présentent environ 2^{cm} de plus grande dimension, les autres ont environ 0^{mm}5. Leur forme dominante est p (001), h^1 (100), g^1 (010) ; les faces de la zone verticale sont très cannelées ; l'aplatissement suivant la base est marqué, les clivages suivant p (001) et g^1 (010) sont nets. Quelques cristaux présentent de petites facettes m (110) (fig. 13) et h^2, ainsi que des dômes qui n'ont pu être déterminés à cause de la petitesse des cristaux qui les présentent. Ces derniers sont colorés en jaune par des produits ferrugineux secondaires qui ont rendu leurs faces peu réfléchissantes.

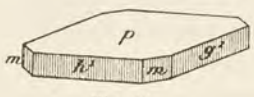


Fig. 13.
Bertrandite de la Villeder.

Normandie. — *Orne.* J'ai trouvé quelques très petits cristaux blancs accompagnant l'apatite bleue sur un cristal d'orthose des granulites de la carrière de Pont-Percé, près d'Alençon, que je dois à l'obligeance de M. Le Tellier.

Sur l'un d'eux, j'ai pu constater à travers une face à extinction parallèle aux côtés que la bissectrice obtuse normale à la lame est positive. Il est probable que ces cristaux appartiennent à la bertrandite, mais il ne m'a été possible de faire aucun autre essai. Il faut espérer que des recherches ultérieures permettront de retrouver ce minéral et de trancher définitivement la question.

Plateau central. — *Haute-Vienne.* M. Michel a signalé (*B. S. M.* XIV. 76. 1891) de très petits cristaux p (001), h^1 (100), g^1 (010) de ber-

trandite dans les cavités du béryl de Chanteloube aux dépens duquel elle paraît s'être formée.

GROUPE DES HUMITES [1]

$$H^2(Mg, Fe)^{19}\,Si^8\,O^{34}\,F^4$$

Ce groupe est constitué par trois minéraux dont l'un est orthorhombique (*humite*) et les deux autres monocliniques (*chondrodite* et *clinohumite*).

Humite : $mm = 85°35'$

$b : h = 1000 : 1288{,}381.\ D = 292{,}733.\ d = 316.228$

$[a : b : c = 1{,}08028 : 1 : 4{,}40131]$ [2]

Chondrodite : $mm = 85°35'$

$b : h = 1000 : 920{,}274.\ D = 292{,}733.\ d = 316{,}228$

$[a : b : c = 1{,}08028 : 1 : 3{,}14379]$

$zx = 90°$

Clinohumite : $mm = 85°35$

$b : h = 1000 : 1656{,}491.\ D = 292{,}733.\ d = 316{,}228$

$[a : b : c = 1{,}08028 : 1 : 5{,}65883]$

$zx = 90°$

Macles. Les cristaux monocliniques de ce groupe présentent des macles polysynthétiques suivant p (001). Il existe en outre des macles rares dont nous n'avons pas à nous occuper ici.

Faciès. Dans les gisements que nous étudierons, les humites ne se présentent jamais en cristaux nets, mais en grains arrondis sans allongement particulier.

Clivages. Clivage distinct suivant p(001), mais souvent peu marqué dans les lames minces.

Dureté. 6 et au-dessus.

1. Voir au *Supplément*, t. IV, 706, les idées nouvelles sur la composition chimique.

2. Contrairement à l'usage, on a pris $a > b$ pour mettre en évidence les analogies que présentent les trois minéraux de ce groupe. Ces paramètres sont ceux qui ont été donnés par vom Rath.

Densité. 3.1 à 3.2.

Coloration. Les minéraux de ce groupe se présentent en cristaux variant du jaune au brun rouge. Dans nos gisements, on distingue surtout deux couleurs dominantes : le jaune paille plus ou moins clair et le rouge orangé. La première variété est incolore en lames minces, la seconde jaune orangé vif.

Éclat vitreux. Les humites sont transparentes en petits fragments.

Propriétés optiques. Le plan des axes optiques est parallèle à p (001) dans la humite rhombique ; dans la clino humite, il fait avec cette face un angle de 9 à 11° environ, et dans la chondrodite de 30°.

D'après les observations de M. des Cloizeaux (*Cristall. Assoc.* 16 juin 1876), il est orienté d'arrière en avant [1], c'est-à-dire de la direction négative a^1 ($\bar{1}01$) vers la direction positive o^1 (101). Dans les trois variétés, la bissectrice aiguë est *positive* et perpendiculaire à g^1 (010).

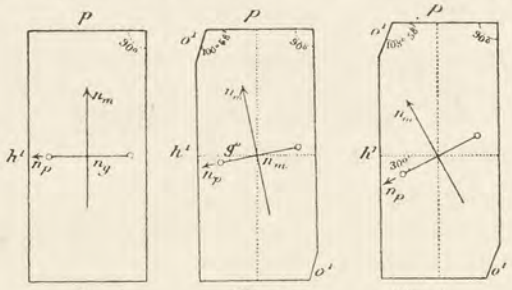


Fig. 1. Humite. Fig. 2. Clinohumite. Fig. 3. Chondrodite.
Face g_1 (010) des minéraux du groupe de la humite montrant la position du plan des axes optiques.

Il est assez fréquent de trouver des groupements réguliers de clinohumite, de chondrodite et de humite rhombique dans lesquels les faces h^1 des deux individus coïncident.

Dans les macles suivant p (001) des types monocliniques, l'extinction dans la face g^1 (perpendiculaire à la bissectrice n_g) est symétrique par rapport à la trace de macle.

Dans les faces de la zone $p\ h^1$ (001) (100), l'extinction est naturellement simultanée dans les deux séries de bandes hémitropes qui se distinguent l'une de l'autre par leur biréfringence, leur pléochroïsme différents et enfin par leur obliquité plus ou moins grande sur les axes n_m et n_p.

1. Dans ce mémoire, M. des Cloizeaux a donné des paramètres différents de ceux qui ont été adoptés ici afin de paralléliser les propriétés cristallographiques et optiques de ces trois substances. C'est par une erreur d'interprétation de ce mémoire que nous avons indiqué, M. Michel Lévy et moi, dans nos *Minéraux des roches*, que le plan des axes était orienté d'*avant en arrière*.

Nous avons mesuré, M. Michel-Lévy et moi, les indices principaux de la chondrodite de Kafveltorp (Suède), et nous avons obtenu les valeurs suivantes pour la lumière du sodium :

$$\mathbf{n}_g = 1.639$$
$$\mathbf{n}_m = 1.619$$
$$\mathbf{n}_p = 1.607$$

ce qui donne pour la biréfringence maximum :

$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0.032$$

nombre autour duquel oscille la biréfrigérence maximum des divers membres du groupe de la humite ; elle atteint 0,038 dans quelques variétés.

L'angle des axes optiques est grand. J'ai obtenu sur un échantillon de clinohumite d'Arignac (lumière du sodium).

$$2\,\mathbf{V} = 70^\circ$$

La dispersion est faible avec $\rho < \upsilon$. Il existe de la dispersion tournante dans la chondrodite et la clinohumite (Dx).

M. Mallard considère le réseau de toutes les humites comme identique. Le type orthorhombique serait dû à des macles submicroscopiques de humite monoclinique.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est énergique dans les variétés colorées. On observe dans toutes les variétés :

$\mathbf{n}_g$ et $\mathbf{n}_m$ = jaune brun très pâle.
$\mathbf{n}_p$ = jaune d'or très pâle.

Composition chimique. La formule donnée plus haut et due à M. Wingard représente assez bien la composition chimique des humites.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, les humites blanchissent sans fondre. Elles sont très facilement attaquables par les acides, même par l'acide acétique. Dans le tube ouvert, elles donnent avec le sel de phosphore fondu les réactions du fluor.

Altérations. Les humites se transforment très facilement en minéraux hydratés, chrysotile, brucite, seuls ou associés.

La clinohumite d'Arignac est souvent épigénisée par de petites lamelles de brucite implantées perpendiculairement aux fissures du minéral et se réunissent parfois pour former de grandes lames blanches macroscopiques (fig. 4). Les agrégats microscopiques de brucite sont souvent riches en inclusions ferrugineuses qui donnent une couleur noire à ces pseudomorphoses quand on les examine à l'œil nu.

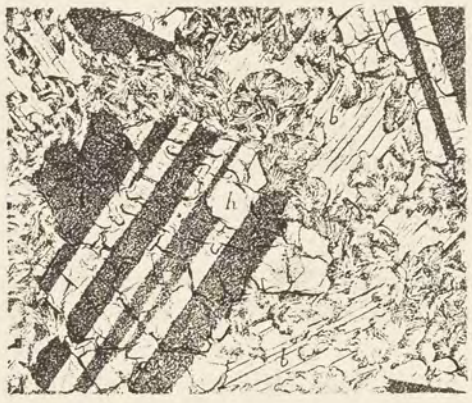


Fig. 4.
Lame mince de clinohumite d'Arignac (*h*) vue en lumière polarisée parallèle et montrant sa transformation en brucite lamellaire (*b*) ou sphérolitique.

La transformation serpentineuse se fait d'après le mode qui sera décrit plus loin à l'occasion du péridot. Dans quelques cas, le silicate magnésien hydraté, au lieu d'être constitué par du chrysotile fibreux, se présente en larges rubans ayant les propriétés de l'antigorite.

Enfin plus rarement, les humites se transforment en carbonates rhomboédriques.

Diagnostic. D'après les propriétés qui viennent d'être énumérées, on voit qu'en l'absence de cristaux mesurables, les divers types de ce groupe ne peuvent se distinguer entre eux que par leurs propriétés optiques quand il existe des macles. L'existence de ces dernières élimine la humite ; l'angle d'extinction dans la face g^1 (010), perpendiculaire à la bissectrice *positive*, permet de différencier la clinohumite (9° à 11°) de la chondrodite (30°).

On trouvera plus loin au titanolivine le diagnostic différentiel de ce minéral et des types monocliniques du groupe des humites avec lesquels il présente une grande analogie.

Quant à la distinction de la humite rhombique et des péridots magnésiens, elle est impossible par les seuls caractères optiques ; il est nécessaire d'avoir recours à une analyse pour trancher la question ; nous y reviendrons au sujet du péridot.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les humites sont connues dans les calcaires de la série des schistes cristallins, dans les enclaves calcaires modifiées de la Somma et dans quelques gisements métallifères. Nous n'avons à les étudier ici que dans les calcaires cristallins (cipolins).

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. J'ai trouvé dans les cipolins de Ville-ès-Martin, près Saint-Nazaire, des fragments de humite presque entièrement transformés en chrysotile. Ils y constituent un élément microscopique rare.

Pyrénées. — *Ariège*. J'ai découvert (*B. S. G.* n° 11. II. 1. 1890) un remarquable gisement de clinohumite dans des bancs de cipolins intercalés dans les gneiss granulitiques des bords de l'Ariège, à Arignac et Mercus, en aval de Tarascon.

Les humites sont localisées dans certains bancs que l'on rencontre surtout à Arignac.

On y distingue deux variétés macroscopiques, l'une jaune paille, l'autre rouge orange foncé. L'examen microscopique fait voir que ces minéraux et particulièrement la variété rouge présentent souvent les macles et les propriétés optiques de la clinohumite.

La plus grande partie de la variété jaune n'est pas maclée; en raison de son intime association avec la clinohumite rouge, je l'ai décrite antérieurement comme de la humite rhombique. J'ai réussi à isoler une petite quantité de cette substance dans un échantillon dépourvu de macles ; les résultats de l'analyse donnée plus loin conduisent à la considérer comme un péridot. Il est fort probable toutefois qu'il existe également dans la roche de la humite rhombique.

La clinohumite rouge se trouve rarement seule dans les calcaires (Mercus, haut de la carrière). A Arignac, entre la carrière et le village, elle forme avec spinelle violacé des nodules au milieu des calcaires. J'ai observé l'un d'eux pesant environ 50 kg. La clinohumite est souvent pseudomorphisée en un mélange noir de brucite et des produits ferrugineux signalés plus haut.

Dans le même gisement, les variétés jaunes, associées au péridot, forment avec spinelle, pargasite, rutile et pyrrhotite des roches exceptionnelles, remarquablement analogues à celles que M. Michel Lévy a décrites en Andalousie.

Les autres minéraux qui accompagnent le plus généralement les humites dans ce gisement sont la phlogopite, la pyrite. Les grains de clinohumite rouge atteignent 1^{cm} de diamètre ; ceux de la variété jaune sont souvent plus gros. Ceux qui offrent les plus grandes dimensions semblent être constitués surtout par du péridot.

Vosges. — *Vosges*. Puton et Fournet (*B. S. G.* 2e sér. IV. 232) ont signalé la chondrodite dans les cipolins du Chipal, près la Croix-aux-Mines. Nous avons étudié, M. Michel Lévy et moi (*B. S. M.* IX. 83. 1886), quelques échantillons de ce gisement que nous a communiqués M. Vélain. Le minéral monoclinique maclé est de la chondrodite jaune. Il est accompagné d'un minéral orthorhombique qui pourrait être du péridot plutôt que de la humite. Je n'ai pu en isoler une quantité suffisante pour l'analyse.

Dans cette roche, ces minéraux sont associés à du spinelle et à de la phlogopite.

[*Alsace*]. Les cipolins de la carrière Saint-Philippe, près Sainte-Marie-aux-Mines, que m'a remis M. Vélain, renferment les mêmes minéraux que ceux du Chipal, associés à des minéraux spéciaux (pyrosclérite, sphène, etc.).

ARDENNITE

(DEWALQUITE)

$H^{10}\ Mn^{10}\ Al^{10}\ Si^{10}\ V^{2}\ O^{55}$

Orthorhombique : $mm = 130°$.

$b : h = 1000 : 284{,}26.\ D = 906{,}301.\ d = 422{,}608$

$[a : b : c = 0{,}4663 : 1 : 0{,}3135.$ vom Rath.]

Formes observées. $m\,(110)$, $h^{1}\,(100)$, $g^{1}\,(010)$, $g^{3}\,(120)$, $h^{5}\,(320)$; $p\,(001)$; $a^{1}\,(101)$; $b^{1/2}\,(111)$; $x = (b^{1}\ b^{1/5}\ h^{1})\ (321)$.

	Angles calculés.		Angles calculés.		Angles calculés.
mm	130°	$b^{1/2}\ g^{1}$	104°35′	$a^{1}\ a^{1}$ (sur p)	112°12′
$g^{3}\ g^{3}$	94°	xh^{1}	123°20′	$m\ b^{1/2}$	126°34′
$h^{5}\ h^{5}$	145°28′	xh^{5}	125° 8′		

Faciès des cristaux. Les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical et souvent groupés en masses plus ou moins bacillaires ou fasciculées. Ils sont toujours cannelés dans la zone verticale, parfois aplatis suivant h^1 (100) et rarement terminés par des pyramides ou par l'orthodôme a^1 (101).

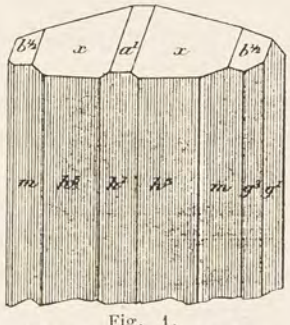


Fig. 1.
Ardennite de Salm-Chateau.

Déformations mécaniques. Les cristaux sont très fréquemment tordus et plus ou moins brisés

Clivages. Clivage facile suivant g^1 (010), assez facile suivant m (110). Quand on brise les masses grossièrement fibreuses, on isole de petites lamelles aplaties suivant h^1 (100) que l'on pourrait confondre avec des clivages si les propriétés optiques ne venaient éclairer l'observateur. Cassure inégale.

Dureté. 6 à 7. Le minéral est très fragile.

Densité. 3.620 (variété non arsénifère). 3.643 à 3.662 (variété arsénifère).

Coloration. Brun colophane à jaune orange. Les cristaux sont souvent marbrés de noir par des inclusions d'oxyde de manganèse.

Éclat vitreux un peu gras. Le minéral est transparent en lames minces.

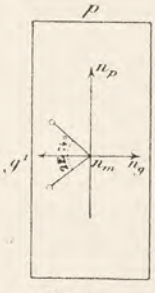


Fig. 2.
Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100).

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *positive* perpendiculaire au clivage facile g^1 (010).

Dans nos « *Minéraux des Roches* », nous avons, M. Michel Lévy et moi, indiqué le plan des axes comme parallèle à g^1 (010) et la bissectrice comme perpendiculaire à p (001), par suite de l'interprétation inexacte de lames aplaties suivant h^1 (100).

L'indice moyen semble très élevé et atteindre 1.79(?).

La biréfringence maximum est d'environ $n_g - n_p = 0{,}020$.

L'écartement des axes optiques est un peu variable; les nombres suivants sont ceux auxquels est arrivé M. des Cloizeaux et que j'ai moi-même observés sur de petites lames que mon savant maître a bien voulu me confier.

$$2\mathbf{E} = \begin{cases} \text{rouge} & 76^\circ \text{ à } 79^\circ \\ \text{Na} & 73^\circ \text{ à } 74^\circ \\ \text{vert} & 68^\circ 30^\circ \text{ à } 71^\circ \end{cases}$$

La dispersion est très forte avec $\rho > \nu$.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est assez fort dans les teintes suivantes :

	Plaques de 0mm 02	Plaques de 0mm 5
n_g	= jaune très pâle	jaune d'or
n_m et n_u	= jaune d'or	brun rouge foncé

Les teintes de pléochroïsme suivant n_m et n_p sont presque les mêmes ; par suite, les plaques perpendiculaires à la bissectrice aiguë sont à peine pléochroïques.

Composition chimique. Il existe deux variétés, l'une de couleur foncée et relativement transparente exempte d'arsenic, l'autre de couleur plus claire et riche en arsenic.

Analyses :

a) par Pisani (*C. R.* 2 décembre 1872).

b) par von Lasaulx et Bettendorff (*P. A.* CXLIX. 245. 1873).

c) par Pisani (*C. R.* 4 août 1873).

d) et *e*) par Bettendorff (*P. A.* CLX. 130. 1877).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)
SiO^2	28.70	29.60	28.40	27.50	27.84
V^2O^5	1.80	9.20	3.12	0.53	9.20
As^2O^5	»	»	6.35	9.33	2.76
Al^2O^3	28.36	23.50	24.80	22.76	24.22
Fe^2O^3	2.94	1.68	1.31	1.15	
MnO	26.40	25.88	25.70	30.61	26.70
FeO	1.30	traces	0.22	0.17	»
MgO	4.32	3.38	4.07	1.38	3.01
CaO	4.30	1.81	2.98	1.83	2.17
H^2O	0.98	4.04	5.20	5.13	5.01
	99.10	99.09	102.15	100.39	100.91

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fusible avec bouillonnement en un verre noir. Dans le tube, donne des traces d'eau.

Très difficilement attaquable par l'acide sulfurique. M. Pisani a montré que ce minéral chauffé avec l'acide phosphorique donne une solution incolore qui devient violette par addition d'acide sulfurique.

Diagnostic. L'ardennite pourrait être confondue avec la carpholite de Meuville. Son indice médian plus grand, le signe négatif de son allongement permettent aisément de les distinguer en lames minces.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

[**Ardenne belge**]. — L'ardennite n'a été trouvée que dans un seul gisement près le pont du chemin de fer qui se trouve au-dessous de Salm-Château, près Ottrez. Elle y forme des agrégats bacillaires dans un filon de quartz traversant les schistes paléozoïques. Les cristaux sont engagés dans du quartz et se trouvent plus rarement dans de petites cavités. Ils sont associés à des lamelles de pyrolusite les colorant parfois en noir, et à de l'albite. La figure 1 est empruntée à vom Rath.

Ce minéral décrit pour la première fois par von Lasaulx sous le nom de *mangandisthène* fut appelé ensuite *ardennite* par le même savant (*Niederhein. Gesell. Bonn* 24 nov. 1872). Presque en même temps M. Pisani en publiait une analyse (*C. R.* 2 déc. 1882) et décrivait ce minéral comme monoclinique en lui donnant le nom de *dewalquite*. Ce fut vom Rath qui fixa définitivement les propriétés cristallographiques du minéral et montra son analogie de forme avec l'ilvaite (*P. A.* CXLIX 241. 1873 etc.) ; depuis lors, l'ardennite a été étudiée à nouveau par MM. Pisani et von Lasaulx (voir les analyses données plus haut).

GROUPE DES ÉPIDOTES

Le groupe des épidotes est constitué par quatre minéraux dont trois (épidote, piémontite et allanite) sont monocliniques alors que le quatrième est orthorhombique (zoïzite). C'est M. des Cloizeaux qui a montré le premier à l'aide des propriétés optiques (*A. M.* XVI. 219. 1859) quel est le véritable système cristallin de ce dernier minéral.

La formule générale du groupe est :

$$H^2 R^4 R^6_{,} Si^6 O^{26}$$

dans laquelle

$$[R = (Ca, Fe) \text{ et } R_{,} = (Al, Fe, Mn, Ce)]$$

On y distingue les quatre types suivants :

Zoïzite. . . .	$H^2 Ca^4 Al^6 Si^6 O^{26}$
Epidote . . .	$H^2 Ca^4 (Al, Fe)^6 Si^6 O^{26}$
Piémontite.	$H^2 Ca^4 (Al, Mn)^6 Si^6 O^{26}$
Allanite. . .	$H^2 (Ca, Fe)^4 (Al, Ce)^6 Si^6 O^{26}$

M. Tschermak (*Lehrb. Miner.* 1885, p. 486) considère le silicate $H^2\ Ca^4\ Al^6\ Si^6\ O^{26}$ (*zoisitsilicat*) comme dimorphe et comme donnant naissance à l'épidote par mélange avec le silicate $H^2\ Ca^4\ Fe^6\ Si^6\ O^{26}$ (*epidotsilicat*).

ZOIZITE [1]

$H^2\ Ca^4\ Al^6\ Si^6\ O^{26}$

Orthorhombique : $mm = 116°16'$ (Dx)

$b : h = 1000 : 294{,}544$. D = 849,280. $d = 527{,}944$

$[a : b : c : = 0{,}62164 : 1 : 0{,}34682]$

Je n'ai observé aucun cristal déterminable dans les gisements français.

Macles. Il existe des macles microscopiques qui seront étudiées à la suite des propriétés optiques.

Faciès. La zoïzite de nos gisements se présente en cristaux allongés suivant l'axe vertical, sans formes déterminables, quelquefois aplatis dans la direction du clivage facile g^1 (010). On observe aussi des masses laminaires, fibreuses ou compactes.

Clivages. Clivages, parfait suivant g^1 (010), très difficile suivant h^1 (100). Cassure inégale ou imparfaitement conchoïdale.

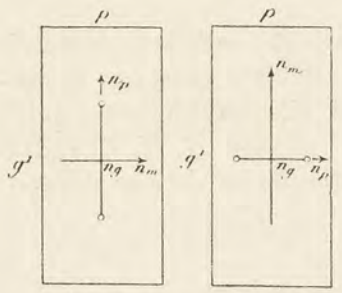


Fig. 1. Section h_1 (100). Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Fig. 2. Section h_1 (100). Plan des axes optiques parallèle à p (001).

Dureté. 6,

Densité. 3.25 à 3.36. 3.257 (Pontaut d'Aleu.)

Coloration. Blanche, blanc jaunâtre ou verdâtre, rose.

Éclat nacré très vif sur le clivage facile. Éclat vitreux. Poussière blanche. Très transparente en lames minces.

Propriétés optiques. La bissectrice aiguë *positive* est toujours perpendiculaire à h^1 (100), mais le plan des axes optiques est tantôt parallèle à g^1 (010), tantôt parallèle à p (001). La seule différence existant entre ces deux orientations consiste donc dans

1. Voir *Supplément*, t. IV, 707.

la permutation de n_m et de n_p (fig. 1 et 2) ; on les observe soit dans des cristaux distincts, soit dans les diverses parties d'un même cristal.

Dans ce dernier cas, le phénomène a été expliqué par des macles multiples suivant $e^{1/3}$ (031), face faisant un angle de 45° avec les axes b et c. M. Tschermack considère ces macles multiples comme se produisant suivant une face prismatique m (110) ou $g^{5/3}$ (140). (Voir *Supplément*, t. IV. 707.)

Notons enfin que M. des Cloizeaux a constaté que dans les cristaux du Saualpe en Carinthie le plan des axes optiques était parallèle à p (001) pour les rayons rouges et parallèle à g^1 (010) pour les rayons bleus.

Dans la zoïsite de la plupart des gisements français, le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010) bien que la seconde orientation et les croisements de lames soient observables dans quelques-uns d'entre eux.

La zoïsite du Pontaut d'Aleu (Ariège) est particulièrement intéressante à cause des macles polysynthétiques qu'elle présente, macles qui sont analogues à celles décrites par M. Tschermak ; mais ici le plan de macle semble être g^1 (010). En effet, les lames de clivage g^1 (010) présentent en lumière polarisée parallèle une orientation optique homogène, tandis que les sections perpendiculaires ou obliques à cette face montrent des bandes hémitropes rappelant celles des feldspaths tricliniques (fig. 3). La petitesse des cristaux ne permet pas de les tailler suivant des directions données et par suite de serrer le problème de plus près, mais tous ces phénomènes semblent conduire à cette conclusion que le réseau élémentaire de la zoïsite n'est pas en réalité rhombique et que sa symétrie apparente est le résultat de croisement de lames ayant une symétrie inférieure, probablement monoclinique.

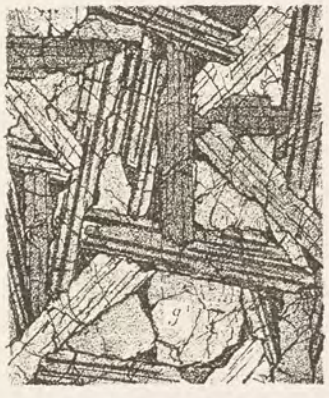


Fig. 3.

Lame mince de la zoïsite du Pontaut d'Aleu vue en lumière polarisée parallèle. Les côtés de la fig. sont respectivement parallèles aux sections principales des nicols. Les plages larges non maclées sont parallèles à g^1 ; les autres, lorsqu'elles ne sont pas parallèles aux sections principales des nicols, montrent les macles.

Nous avons obtenu, M. Michel Lévy et moi, les indices suivants sur un cristal de zoïsite de Carinthie :

$$\mathbf{n_g} = 1{,}902$$
$$\left.\begin{matrix}\mathbf{n_m}\\ \mathbf{n_p}\end{matrix}\right\} = 1{,}696$$

La biréfringence maximum est faible :

$n_g - n_p = 0{,}006$ environ. Les indices n_m et n_p ont sensiblement la même valeur. L'écartement des axes optiques (2 V) est variable (souvent même dans un même cristal) de 19° à 53° environ.

Dans la zoïsite de Saint-Philbert de Granlieu, j'ai observé en moyenne pour le jaune :

$$2\,\mathbf{E} = 95°, \text{ d'où } 2\,\mathbf{V} = 51° \text{ environ.}$$

La dispersion est très forte avec $\rho > \nu$.

Pléochroïsme. La variété rose manganésifère (*thulite*) possède un pléochroïsme très énergique avec n_g jaune, n_m rose vif et n_p rose foncé. On ne la rencontre pas en France.

Composition chimique. Analyse de la zoïsite rose du Pontaut d'Aleu (Ariège) (Lx).

SiO^2.....	40,05
Al^2O^3.....	33,10
Fe^2O^3.....	1,12
CaO	23,93
MgO.....	0,21
Perte au feu....	2,08
	100,49

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, se gonfle et fond avec bouillonnement en un verre grisâtre translucide. Dans le tube, dégage un peu d'eau. La variété thulite donne les réactions du manganèse. La zoïsite est difficilement attaquable par les acides, mais après calcination, elle est attaquée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Diagnostic. Les propriétés optiques constituent le meilleur diagnostic de la zoïsite.

Dans les roches, ce minéral se reconnaît à ses sections allongées à extinctions longitudinales, à forte réfringence. La biréfringence est très faible et en raison de la forte dispersion, on n'obtient pas d'extinction franche, mais des teintes bleuâtres très caractéristiques. Le signe de l'allongement est négatif quand le plan des axes est parallèle à g^1 (010) (fig. 1), de signe variable quand il est parallèle à p (001) (fig. 2).

L'absence de coloration et la différence de biréfringence permettent aisément de distinguer l'une de l'autre la zoïsite et l'épidote qui s'accompagnent fréquemment.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La zoïsite se rencontre : 1° comme élément constitutif des schistes cristallins ; 2° comme produit secondaire dans des roches feldspathiques.

1° *Dans les schistes cristallins, les cipolins et les filons quartzeux qui les traversent.*

C'est particulièrement dans les schistes amphiboliques et pyroxéniques de la série des schistes cristallins, que la zoïsite est abondante ; à ce point de vue, les éclogites et quelques amphibolites méritent une mention spéciale. Dans ces roches, la zoïsite joue souvent le rôle d'élément essentiel ; elle peut y être extrêmement abondante.

Plus rarement, les filons de quartz et de pegmatite qui traversent ces roches renferment de la zoïsite en grands cristaux ou plutôt en grandes masses. C'est là surtout où l'on peut se procurer ce minéral pour l'étude.

Je me contenterai de citer quelques gisements dans lesquels on rencontre la zoïsite à l'état macroscopique.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. J'ai rencontré (*Bull. Soc. sc. natur. Ouest*. I. 81. 1891) ce minéral en abondance comme élément constitutif des éclogites dont les gisements seront énumérés à l'article « grenat ». Les environs de Saint-Philbert de Grandlieu et ceux du Cellier se recommandent spécialement à ce point de vue.

Dans la carrière de Piedpain en Saint-Philbert de Grandlieu, M. Bareta trouvé (*B. S. M.* V. 174. 1882) des masses laminaires et des cristaux indistincts de zoïsite engagés dans un filon de pegmatite traversant les éclogites. Cette zoïsite en s'altérant prend une teinte gris bleuâtre. Elle devient très fragile ; à l'état de pureté, elle est faiblement translucide. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010).

Anjou. — *Maine-et-Loire*. Je dois à l'obligeance de M. L. Bureau la communication d'un intéressant gisement de zoïsite. La roche qui la renferme provient de Chantepie, à l'ouest de Liré. C'est un micaschite amphibolique essentiellement constitué d'amphibole, de quartz et de zoïsite. Ce dernier minéral forme 50 0/0 de certains échantillons. Il constitue de petites baguettes d'un blanc vif à éclat nacré, atteignant 1 cm et se groupant en grand nombre dans des directions grossièrement parallèles.

Pyrénées. — *Ariège*. J'ai découvert dans l'Ariège au Pontaut d'Aleu, sur la route de Saint-Girons à Massat, un remarquable gisement de zoïsite. Sur le bord de la route et non loin d'un petit pont, les gneiss renferment quelques bancs minces de cipolins. Dans l'un d'eux, j'ai rencontré des lentilles de zoïsite rose ne dépassant pas 0^m30 de plus grande dimension sur 0^m05 d'épaisseur. Elles sont entourées d'une gaine serpentineuse et plus ou moins pénétrées d'un pyroxène blanc laiteux présentant des macles secondaires et des plans de séparation suivant p (001) très répétés.

Le minéral est d'un beau rose fleur de pêcher qui devient plus vif lorsque le minéral réduit en poudre grossière est débarrassé par l'acide chlorhydrique de la calcite secondaire qui l'imprègne. Il est possible ainsi d'isoler de microscopiques géodes desquelles je n'ai pu extraire que quelques fragments de petits cristaux aplatis suivant g^1 (010).

Le minéral présente à l'œil nu une structure très compacte. Au microscope on constate qu'il est formé par l'enchevêtrement de longues baguettes offrant les macles qui ont été étudiées plus haut (fig. 3).

Malgré sa couleur rose qui rappelle celle de la thulite, le minéral est absolument incolore en lames minces. Sa coloration n'est pas due à du manganèse, mais à la petite quantité de fer indiquée par l'analyse ci-dessus. Elle disparaît, du reste, dès qu'on chauffe le minéral à une température un peu élevée. Celui-ci devient alors un peu jaunâtre.

Alpes. — *Isère*. M. Groth a signalé (*Sitzb. Bayr. Akad.* 390, 1885) la zoïsite verdâtre en agrégats cristallins montrant des traces de brachydômes dans les fentes d'un chloritoschiste du flanc nord du Taillefer, à l'ouest du Bourg-d'Oisans.

Le même minéral est très abondant dans toutes les amphibolites des Alpes.

On vend au Bourg-d'Oisans, sous le nom inexact de zoïsite, des cristaux d'épidote jaune verdâtre provenant de la Rampe des Commères au mont de Lans.

2° *Dans les roches feldspathiques et particulièrement dans les diorites, diabases, gabbros comme produit secondaire.*

La zoïsite est très fréquente comme produit d'altération des feldspaths de diverses roches et particulièrement de celles des groupes : diorites, diabases et gabbros. Je rappellerai que la *saussurite* des

gabbros (euphotides) des Alpes n'est pas autre chose qu'un feldspath basique plus ou moins complètement transformé en un mélange microscopique de zoïsite, de feldspaths récents avec accompagnement d'actinote, de chlorite, etc. Cette transformation des feldspaths, que l'on a désignée sous le nom de *saussuritisation*, s'opère, comme l'a montré M. Cathrein, par perte de silice et d'alcalis et par gain de chaux, de fer et d'eau.

Les gabbros (euphotide) du mont Genèvre, ceux de Corse, etc., présentent de bons exemples de saussuritisation. (Voy. plus loin FELDSPATHS. *Altérations.*)

Dans les roches basiques altérées, on observe souvent des filonnets secondaires renfermant du quartz et de la zoïsite. Je dois à l'obligeance de M. Barrois de beaux échantillons de ce genre qu'il a recueillis en Bretagne dans les diabases de Barnenès (falaises à l'E. de la baie de Morlaix).

ÉPIDOTE [1]

$H^2\ Ca^4\ (Al\ Fe)^6\ Si^6\ O^{26}$

Monoclinique : $mm = 69°59°$

$b : h = 1000 : 969{,}279.\ D = 533{,}932.\ d = 845{,}528$

angle plan de $p = 64°32'34''$

angle plan des faces $m = 110°18'20''$

$[a : b : c = 1{,}58359 : 1 : 1{,}81536]$

$zx = 64°33'$

Formes observées. h^1 (100), h^3 (210), m (110), g^1 (010) ;

p (001), o^2 (102), o^1 (101), $o^{1/2}$ (201) $a^{1/5}$ ($\bar{5}01$), $a^{1/3}$ ($\bar{3}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $a^{2/3}$ ($\bar{3}02$), $a^{6/7}$ ($\bar{7}06$), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{4/3}$ ($\bar{3}04$), a^2 ($\bar{1}02$), a^3 ($\bar{1}03$), a^5 ($\bar{1}05$) ; e^2 (012), e^4 (011) ; $d^{1/2}$ (111), $d^{3/2}$ (113) ; $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$) ;

$\rho = (b^1\ b^{1/3}\ h^{1/2})$ ($\bar{2}12$), $\mu = (b^{1/2}\ b^{1/6}\ h^{1/3})$ ($\bar{4}23$), $\pi = a_3 = (b^1\ b^1{}_/{}^3\ h^1)$ ($\bar{2}11$), $l = (b^{1/4}\ b^{1/6}\ h^{1/2})$ ($\bar{5}12$) ; $w = (b^{1/7}\ d^{1/9}\ g^4)$ ($\bar{1}81$), $n = (b^{1/23}\ d^{1/25}\ g^4)$ ($\bar{1}.24.1$).

Macles. Macles souvent polysynthétiques suivant h^1 (100) se présentant souvent sans angles rentrants ; très rarement macles suivant p (001).

L'initiale M se rapporte aux angles mesurés par M. Marignac sur les

1. Voir *Supplément*, t. IV, 709, pour la *Clinozoïsite*.

cristaux du Dauphiné, Dx à ceux obtenus par M. des Cloizeaux sur un petit cristal de Pouzac (observation inédite), Lx à ceux que j'ai mesurés sur des cristaux de Chamonix et sur des cristaux des Pyrénées (Lx[1]).

	Angles calculés	Angles mesurés
mm	69°56′	69°70′ M
mh^1	124°58′	125°10′(Dx.)
mg^1	145°2′	
h^1g^1	90°	
mh^3	160°32′	
h^3h^1	144°26′	
h^3h^3 (sur h^1)	108°52′	108°54′ M
h^3g^1	125°34′	125°36′(Lx.)
po^2	157°27′	
o^2h^1	138°0′	
po^1	145°16′	144°58′(Lx).
h^1o^1	150°11′	150°15′ M
$po^{1/2}$	133°48′	
$o^{1/2}h^1$	161°39′	
ph^1 (ant.).	115°27′	115°32′ M 115°20′ (Lx). 17′(Lx.)
pa^5	168°51′	
pa^3	157°34′	
a^3h^1	86°59′	
pa^2	145°32′	
a^2h^1 (adj.)	99°1′	99°5′ (Dx.)
$pa^{4/3}$	129°6′	
$a^{4/3}h^1$	115°27′	
pa^1	116°8′	116°15′(Lx.)
a^1h^1	128°25′	128°25′(Lx.) 128°30′ M 128°8′ (Dx.)
o^1a^1 (sur p)	81°24′	
$pa^{6/7}$	109°15′	109°10′ (Lx.)
$a^{6/7}h^1$	135°18′	134°40′ M 135°1′ (Lx.)

	Angles calculés	Angles mesurés
$pa^{2/3}$	99°33′	
$a^{2/3}h^1$	145°0′	144°30′ M
$pa^{1/2}$	90°25′	
$a^1a^{1/2}$	154°17′	
$a^{1/2}h^1$	154°8′	154°16′ M 154°12′(Lx.)
$pa^{1/3}$	81°15′	
$a^{1/3}h^1$	163°18′	163°24′ M
pe^2	140°41′	140°42′ M
e^2e^2(sur p)	101°22′	101°25′ M
e^2e^1	160°43′	
pe^1	121°24′	121°23′ M 121°28′(Lx.)
e^1e^1(sur p)	62°48′	62°46′ M
e^1e_1(sur g^1)	117°12′	117°7′ (Lx.)
$pd^{3/2}$	150°59′	151°0′ (Lx.)
$pd^{1/2}$	127°36′	128°0 (Lx.)
$d^{1/2}m$	156°39′	
pm (ant.)	104°15′	104°19′ M 104°20′(Lx.)
$pb^{1/2}$(adj.)	104°41′	104°46′ M
$b^{1/2}m$	151°4′	151°5′ (Lx.)
$b^{1/2}d^{1/2}$s.m	127°43′	
$pb^{1/4}$	90°14′	
$b^{1/4}m$	165°31′	165°40′(Dx.)
ph^3	110°28′	
$p\nu$ adj.	111°2′	110°20′ M
$p\mu$ adj.	101°3′	
$p\pi$	90°20′	

	Angles calculés	Angles mesurés
$d^{1/2}h^1$	130°6′	
e^1h^1 (ant.)	102°56′	
$e^1d^{1/2}$	152°50′	
$b^{1/2}h^1$	69°3′	69°45′ (Dx.)
$b^{1/2}e^1$	146°7′	
$b^{1/2}d^{1/2}$s.e^1	118°57′	
$h^1\pi$ (ant.)	45°8′	
g^1n	178°19′	178°17′ Bücking
g^1w	174°58′	174°51′ Bücking
$g^1b^{1/2}$	144°53′	
$g^1\nu$	125°24′	
$b^{1/2}b^{1/2}$s.a^1	70°14′	70°8′ M
$b^{1/2}b^{1/2}$s.g^1	109°46′	109°50′ (Lx[1].)
$b^{1/2}a^1$	125°7′	125°11′ (Lx[1].)
$\nu\nu$ (sur a^1)	109°12′	
$g^1b^{1/4}$	147°44′	
$g^1\pi$	128°22′	
$b^{1/4}b^{1/4}$s.$a^{1/2}$	64°32′	
$a^1\pi$ (adj.)	134°56′	
a^1m (adj.)	110°52′	111° (Lx.)
πm	155°56′	
$a^{1/2}m$ (adj.)	121°3′	121°7′ (Lx.)
$a^{1/2}b^{1/2}$	121°13′	
$b^{1/2}m$(lat.)	117°44′	
e^1m(post.)	124°50′	124°20′ (Lx[1].)
o^1m	110°49′	
$a^1\pi$	134°56′	
a^1m	110°52′	
e^1m (ant.)	145°52′	146°1′ (Lx.)

Faciès des cristaux. Les cristaux d'épidote sont tous allongés suivant l'arête $p\,h^1$ (001) ($\bar{1}00$), sauf de très rares exceptions. Les faces les plus habituelles dans la zone d'allongement sont p (001), h^1 (100), o^1 (101), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), a^1 ($\bar{1}01$), a^2 ($\bar{1}02$), a^3 ($\bar{1}03$). Presque toutes ces faces portent des cannelures plus ou moins profondes parallèles à leur intersection mutuelle. Les cristaux sont souvent aplatis, tantôt suivant p (001), tantôt suivant h^1 (100) ou a^3 ($\bar{1}03$). L'aplatissement suivant p (001) est

facile à reconnaître ; la face p en effet est presque perpendiculaire à un axe optique et permet de voir par transparence le phénomène des houppes dont il sera question plus loin.

Les extrémités des cristaux sont terminées, le plus souvent, soit par les faces $h^{1/2}$ $(\bar{1}11)$ ou m (110) qui ne peuvent se distinguer les unes des autres sans mesures à cause de leur angle très voisin, à moins toutefois que la macle suivant h^1 (100) ne soit apparente, soit par la face g^1 (010), souvent largement développée et striée parallèlement à son intersection avec $h^{1/2}$ $(\bar{1}11)$.

Les cristaux d'épidote sont généralement implantés sur leur gangue par une de leurs extrémités, de telle sorte que les cristaux à deux sommets sont relativement rares. Ils ont une grande tendance à former les agrégats *en buisson* représentés par la figure 13.

Clivages. Clivage très facile suivant p (001) ; moins facile suivant h^1 (100). Cassure inégale.

Dureté. 6 à 7. Fragile.

Densité. 3.32 à 3.49. 3.36 (Épidote blanche de Port Durand), 3.42 (Épidote verte du Bourg d'Oisans).

Coloration. La couleur la plus habituelle de l'épidote est le vert de diverses nuances (vert pistache, vert jaune, vert brun, vert noir). Quelques variétés sont jaune plus ou moins verdâtre, jaune brunâtre, grises, blanches ou presque incolores. Ces dernières sont les plus pauvres en fer et possèdent une densité plus faible.

Éclat vitreux, un peu nacré suivant le clivage facile p (001). Poussière grise. L'épidote est transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). La bissectrice aiguë négative fait un angle très petit avec l'axe vertical dans l'angle aigu de ph^1 (001) (100).

M. des Cloizeaux a fait voir que les indices de réfraction et l'écartement des axes optiques sont très variables. Pour le rouge, suivant les gisements, il a obtenu pour l'indice moyen les valeurs suivantes :

$$\mathbf{n}_m = 1.72 \text{ à } 1.753$$

et pour l'écartement des axes :

$$2\,\mathbf{V} = 74^o \text{ à } 88^o.$$

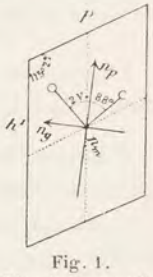


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

J'ai moi-même observé pour le jaune :

$$2\,V = \begin{cases} 14°50' \text{ (Chamonix).} \\ 77°\ 6' \text{ (Cornillon).} \end{cases}$$

M. Michel Lévy a de même appelé l'attention sur les variations de biréfringence que l'on observe souvent dans un même individu ; dans l'épidote de Cabre, ce savant a obtenu des biréfringences maxima variant de 0,016 à 0,054.

Peut-être doit-on chercher l'explication de ces variations des propriétés optiques dans des croisements de lames submicroscopiques.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est énergique en lames épaisses, très faible ou nul en lames minces, le minéral étant alors souvent presque incolore.

L'absorption maximum a lieu suivant n_m ; elle est minimum suivant n_p ; en lames épaisses, on observe généralement les teintes suivantes :

n_g = vert.
n_m = brun.
n_p = jaune.

En lames minces, les teintes jaunes sont celles que l'on observe le plus ordinairement.

Quand on regarde le ciel blanc à travers une lame d'épidote taillée perpendiculairement à un axe optique, on observe de chaque côté de l'axe deux cônes sombres sur un fond brillant (phénomène des houppes). Les houppes sont généralement très nettes et colorées sur leurs bords. Les cristaux aplatis suivant *p* (001) montrent ce phénomène sans qu'il soit nécessaire de les tailler (fig. 2).



Fig. 2.
Houppes de l'épidote vues à travers *p* (001).

La couleur de cette face vue par transparence est le vert plus ou moins foncé.

Composition chimique. — Analyses : *a*) de l'épidote blanche de Port-Durand (Nantes) (Lx.).

Les analyses suivantes ont toutes été faites sur des cristaux d'épidote de l'Oisans.

b) par Descotils (*J. M.* n° XXX. 415. an V). Chalanches.

c) par Hermann (*Erdm. J.* XLIII. 81). *d*) (*id.* LXXVIII. 295).

e) par Scheerer (*P. A.* XCV. 501. 1855).

f) par Stockar-Escher (*Id.*).

g) par Laspeyres (*Z. K.* III. 564. 1878-79).

h) de Chalanches, par Lory (*B. S. G.* VII. 543. 1849-50). Cette dernière analyse est rapportée pour mémoire. Le fer y est donné à l'état de protoxyde, mais son état d'oxydation n'a sans doute pas été déterminé.

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)	*h*)
SiO^2.....	40,2	37	37,60	38,00	37,56	37,35	36,71	40,6
Al^2O^3.....	30,5	27	18,57	20,87	20,78	22,02	22,61	30,2
Fe^2O^3.....	5,5	17	13,37	15,06	16,49	15,67	14,47	11,2
CaO.....	22,3	14	21,19	21,93	22,70	22,54	23,67	17,7
FeO.....	»	»	5,55	1,90	»	»	0,62	»
MgO.....	»	Mn^2O^3 1,5	1,40	»	0,29	»	»	»
H^2O.....	2,5	3,5	1,68	2,08	2,09	2,35	1,02	»
	101,0	100,0	99,36	99,84	99,91	99,93	100,00	99,7

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, plus ou moins fusible en une scorie noire magnétique. Les variétés riches en fer sont les plus fusibles. Les variétés de couleur pâle chauffées dans un feu réducteur prennent une couleur brun foncé ou noire.

L'épidote est à peine attaquable par les acides; après calcination, elle fait gelée dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Les formes et la couleur de l'épidote sont très caractéristiques. Dans les lames minces de roche, les propriétés optiques et particulièrement le fort indice, l'extinction longitudinale des sections parallèles à l'allongement $p\ h^4$ (001) (100) comparées à l'extinction oblique des sections transversales, la position du plan des axes optiques, transversal à l'allongement, jointes à une haute biréfringence, variable dans un même cristal, constituent un bon diagnostic de l'épidote.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'épidote est un des minéraux les plus communs. Elle se rencontre en grande abondance dans les schistes cristallins, dans les calcaires modifiés par les roches éruptives : enfin on la trouve comme produit secondaire dans toutes les roches anciennes éruptives ou métamorphiques renfermant des feldspaths ou des silicates ferrifères et calciques.

En raison de cette banalité de gisement, il me semble inutile de citer une longue liste de gisements qui n'ont aucun intérêt en l'absence de cristaux déterminables.

Je me contenterai de signaler les gisements peu nombreux qui fournissent des cristaux à formes nettes ou qui présentent quelques particularités spéciales.

Nous étudierons successivement l'épidote :

1° Dans les schistes cristallins et les roches éruptives (anciennes) acides ;

2° Dans les roches éruptives (anciennes) basiques ;

3° Dans les calcaires modifiés par l'action des roches éruptives.

1° Dans les schistes cristallins et les roches éruptives acides.

Les schistes cristallins renferment souvent de l'épidote qui, dans les amphibolites, devient parfois un élément essentiel s'isolant dans les fissures sous forme de cristaux.

Les plus beaux cristaux d'épidote se rencontrent dans des fentes, généralement perpendiculaires ou obliques à la schistosité de la roche. Ils ont été produits par la circulation d'eaux minéralisées qui ont laissé déposer en même temps dans un grand nombre de gisements de l'axinite, de la prehnite, du quartz, de la calcite, etc.

Dans les roches éruptives acides (granite, granulite, syénite), l'épidote se présente dans les mêmes conditions.

Bretagne. — Les amphibolites, les gneiss amphiboliques et pyroxéniques sont fréquents en Bretagne, soit dans l'étage des gneiss, soit dans celui des micaschistes.

Dans de nombreux gisements, l'épidote est très abondante et forme même parfois des lits plus ou moins importants. Elle y est parfois associée à de la zoïsite. On peut citer à ce point de vue les amphibolites à glaucophane de l'île de Groix, les amphibolites des falaises de Billiers (*Morbihan*), celles de la *Loire-Inférieure* (Saint-Herblain, Oudon, Saint-Aignan).

Loire-Inférieure. Dans ce dernier département, M. Baret a trouvé quelques gisements qui méritent une mention spéciale. Ce sont ceux de Port-Durand, de la Trémissinière, de Barbin et de Petit-Port, aux environs immédiats de Nantes.

L'épidote que l'on y rencontre est d'un gris presque incolore ; souvent les cristaux sont colorés en jaunâtre par des infiltrations ferrugineuses qu'il est facile de faire disparaître par un lavage à l'acide chlorhydrique. Elle forme des masses bacillaires atteignant 10^{cm} à Port-Durand (voir l'analyse *a*).

Les cristaux nets sont assez rares ; j'ai cependant observé les formes suivantes sur un fragment de cristal de Barbin : p (001), h^1 (100), a^1 ($\bar{1}01$) et $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

A Barbin et à la Trémissinière, l'épidote est accompagnée d'idocrase et de grossulaire dans des lits quartzeux de micaschistes granulitisés.

A la carrière de l'Étang près Saint-Nazaire, on trouve dans des gneiss pyroxéniques à dipyre de grands cristaux plats d'épidote (5 à 6^{cm}), sans formes bien nettes.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Les gneiss du tunnel de Cambo et particulièrement leurs variétés basiques renferment souvent de l'épidote associée à de la chabasie, de la stilbite, etc. ; je n'y ai pas trouvé de bons cristaux.

Hautes-Pyrénées. Au lac d'Illé ou près Cauterets (entre le pic de Péguères et le Monné), on rencontre de petits cristaux jaune verdâtre engagés dans du quartz ou noyés dans une ripidolite jaune. J'ai étudié de petits cristaux transparents sur lesquels j'ai pris une partie des mesures données plus haut (Lx[1]). Ils présentent les formes p (001), h^1 (100), a^1 ($\bar{1}01$) et à l'extrémité libre $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) et e^1 (011) (fig. 3). La face a^1 ($\bar{1}01$) est cannelée et séparée de p par des faces courbes correspondant sans doute à a^2 ($\bar{1}02$) et à a^3 ($\bar{1}03$).

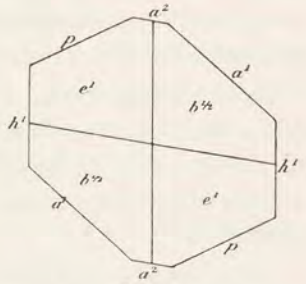


Fig. 3.
Épidote d'Illéou, projection sur g^1(010).

M. Frossard m'a indiqué le même minéral dans le granite du pic de Péguères.

Les plus gros cristaux d'épidote des Pyrénées ont été découverts en 1784 à la piquette déras lids près Barèges (voir grenat) et décrits par Picot de Lapeyrouse (J. P. XXVI. 435) sous le nom de « schorl verd ». Ils se rencontrent généralement engagés dans du quartz remplissant les fentes de roches modifiées par le granite ; ils sont souvent associés à de l'axinite et de la prehnite ; ils sont parfois engagés dans de l'asbeste (carton de montagne) ou bien reposent sur ou dans de gros cristaux

transparents de calcite. Dans ce gisement, l'épidote a été formée postérieurement au métamorphisme des calcaires, c'est pourquoi je la décris dans ce paragraphe.

Les cristaux, dont quelques-uns atteignent 8^{cm} de longueur, ont la forme de grandes baguettes minces ; ils sont maclés et parfois aplatis suivant h^1 (100). Cette dernière face est en général peu développée; les faces dominantes sont p (001), a^2 ($\bar{1}02$), a^1 ($\bar{1}01$), h^1 (100) ; les mesures précises sont impossibles en raison des cannelures et de l'arrondissement des faces ; les cristaux placés sur le goniomètre donnent une suite non interrompue d'images superposées. Les cristaux sont terminés par $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ou par m (110). Les extrémités sont souvent arrondies ou dentelées et trahissent alors la structure intérieure des cristaux formés par l'empilement d'un grand nombre d'individus très minces ; ils sont jaune verdâtre pâle et parfois transparents.

Aux environs de Barèges, sur les flancs du pic d'Espade, j'ai observé dans le granite ainsi que dans les calcaires et les schistes paléozoïques modifiés par lui, des filons ou des bancs (dépassant parfois 1 mètre d'épaisseur), constitués par de l'axinite et de l'épidote. Ce dernier minéral forme rarement des cristaux nets dans des géodes généralement remplies par de la calcite. On y rencontre parfois des blocs énormes, pauvres en axinite et presque exclusivement formés par de l'épidote en sphérolites grossièrement fibreux, serrés les uns contre les autres et pouvant atteindre 2^{cm} de diamètre.

Dans les druses d'un échantillon d'axinite de la montagne de Campana, située à l'ouest du pic d'Espade, j'ai observé de petits cristaux d'épidote vert pistache de la forme p (001), a^1 ($\bar{1}01$), h^1 (100), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), maclés et aplatis suivant h^1 (100) ; ils proviennent du même genre de gisement.

Dans les lits basiques des gneiss granulitiques de la montée du lac Bleu, par Chiroulet (Vallée de Lesponne), j'ai rencontré des cristaux d'épidote jaune verdâtre engagés avec actinote dans des cavités remplies de calcite ; ces cristaux atteignent 1^{cm} de diamètre, les faces dominantes dans la zone horizontale sont : p (001), o^1 (101), h^1 (100), a^1 ($\bar{1}01$), a^2 ($\bar{1}02$) ; je n'ai pu dégager de sommets intacts.

C'est probablement au même genre de gisement qu'il faut rapporter de gros cristaux d'épidote jaune pâle accompagnés de ripidolite recueillis par M. Frossard à Saligos, entre Luz et Pierrefitte.

Dans la syénite néphélinique de Pouzac, près Bagnères-de-Bigorre, l'épidote vert pistache associée au grenat est fréquente comme produit secondaire. M. Frossard y a trouvé des cristaux sur lesquels M. des Cloizeaux a observé les formes suivantes : h^1 (100), a^1 ($\bar{1}01$), a^2 ($\bar{1}02$), et aux extrémités m (110), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$). Ils sont aplatis et maclés suivant h^1 (100), (fig. 4) ; ils sont parfois transparents.

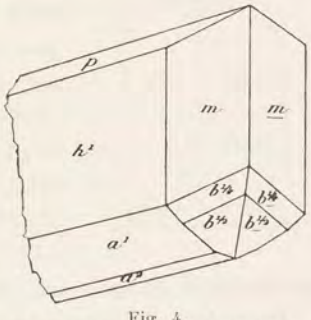


Fig. 4.
Macle suivant $h1$ (100) de l'épidote de Pouzac.

Haute-Garonne. — Charpentier (*op. cit.* 135) signale de jolis cristaux d'un vert sale dans les fentes du granite au lac glacé d'Oo, à Bordes, Bonac, Orle. Ils sont, d'après cet auteur, analogues à ceux du Dauphiné. M. Gourdon m'en a indiqué au Port-Vieux, dans les fissures du granite, et m'a communiqué un échantillon d'épidote jaune pâle bacillaire du Pont de Mousquères près Luchon, engagée avec chlorite dans de la calcite lamellaire.

Ariège. Sur la rive droite du torrent d'Arnave et en amont de ce village il a été fait autrefois des recherches sur un amas de magnétite intercalé au milieu des gneiss granulitiques. La gangue du minerai est un mélange d'amphibole, de grenat mélanite et d'épidote.

J'y ai recueilli quelques bons cristaux vert pistache foncé, engagés dans du quartz et quelquefois moulés par de la calcite. Ils sont aplatis suivant p (001) et présentent, en outre, les formes suivantes a^2 ($\bar{1}02$), a^1 ($\bar{1}01$), h^1 (100) ; ils sont terminés par e^1 (011) et m (110), ils se rapprochent du type de la fig. 7.

Les gneiss d'Arignac renferment par places, au milieu d'amphibolites, d'énormes blocs d'épidote ; je n'y ai trouvé que des cristaux indistincts.

A Cabre, sur le côté gauche de la route de Tarascon à Vicdessos et peu avant ce bourg, les gneiss granulitiques renferment une masse énorme d'une roche curieuse, extrêmement tenace, exploitée pour l'empierrement. Elle me semble intercalée dans les gneiss bien que ses relations stratigraphiques ne soient pas très claires. Cette roche d'un jaune verdâtre clair est une véritable *épidotite* ; elle est, en effet, constituée en grande partie par de l'épidote souvent accompagnée de quartz, de pyroxène ou d'amphibole et de sphène. Elle est parcourue par des veines atteignant plus d'un mètre d'épaisseur d'un pyroxène

vert jaune très pâle, remarquable par ses plans de séparation suivant p (001) ; il est facile d'en détacher des fragments clivés ayant 1 décimètre de plus grande dimension.

J'ai trouvé dans cette roche une géode tapissée de jolis cristaux d'épidote jaune pâle que j'ai facilement débarrassés par un acide du calcaire qui les enveloppait. Ils sont très fragiles ; leurs faces sont généralement peu réfléchissantes. Ils sont pour la plupart aplatis suivant p (001) et présentent les faces p (001), h^1 (100), et offrent à leurs extrémités m (110) dominant avec $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) et e^1 (011) (fig. 5). Dans d'autres cristaux, on observe en outre a^1 ($\bar{1}01$) : les faces e^1, $b^{1/2}$ et m présentent le même développement (fig. 6). Enfin d'autres cristaux ont la même forme que ceux d'Illéou représentés par la fig. 3.

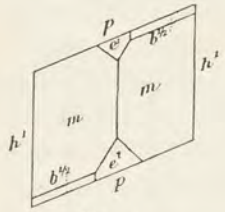


Fig. 5.
Épidote de Cabre, projection sur g^1 (010).

Dans les environs de Quérigut, l'épidote se rencontre en longs cristaux jaune très pâle (rappelant ceux de la piquette déras lids) dans les filonnets de quartz traversant les calcaires précambriens ou paléozoïques métamorphisés par le granite (voy. à *grenat grossulaire*). On peut citer spécialement à cet égard les environs du port de Paillières au-dessus de Mijanès, et le mont-Ginevra à l'ouest de Quérigut.

Plateau Central. — Bien que l'épidote soit très abondante comme élément des amphibolites, des gneiss amphiboliques et pyroxéniques et d'une façon générale de tous les schistes cristallins et roches éruptives acides du Plateau central, aucun gisement riche en cristaux ne me semble particulièrement digne d'être noté.

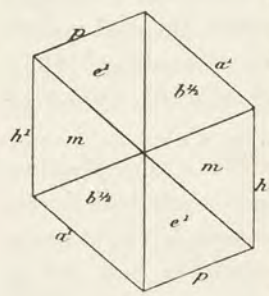


Fig. 6.
Épidote de Cabre, projection sur g^1 (010).

Peut-être faut-il faire exception pour les gneiss de Saint-Jumien (*Haute-Vienne*) dans lesquels le frère Euthyme m'a indiqué de grandes baguettes jaune vert sale d'épidote facilement clivables suivant p (001) et h^1 (100) remarquables par leur grande taille (3 à 4^{cm}).

M. Gonnard a signalé également l'épidote dans le granite à amphibole d'Enval, près Riom (*Puy-de-Dôme*). (*B. S. M.* II. 179. 1879.)

Alpes. — *Haute-Savoie.* La granulite (protogine) du massif du mont Blanc et les micaschistes qu'elle a modifiés présentent fréquemment

des druses tapissées de cristaux d'épidote. Les gros cristaux semblent avoir été abondants autrefois, mais on ne les trouve plus guère que dans les vieilles collections.

Lévy (*Descr. Coll. Heuland.* II. 116. 1838) a décrit et figuré (Atlas pl. XXXVI et XXXVII)[1] des cristaux verts isolés ou engagés dans du quartz et les indique comme provenant de Chamonix, sans indication plus précise. Ces cristaux sont parfois maclés suivant h^1 (100) sans angles rentrants.

D'après les figures de cet auteur et d'après mes propres observations sur les cristaux de Charmoz, du glacier d'Argentière et de Courmayeur, les cristaux de cette région peuvent être rapportés à huit types différents suivant qu'ils sont terminés ou non par la face g^1 (010), suivant qu'ils sont aplatis, parallèlement à p (001), h^1 (100) ou à a^3 ($\bar{1}03$) ou enfin qu'ils ne présentent pas d'aplatissement spécial.

1er *type*. Cristaux aplatis suivant p (001) ou tout au moins ayant cette face très développée et présentant à leur extrémité la face g^1 (010) (Lévy, planche XXXVII, fig. 16 et 19). Dans un cristal, en outre de p et g^1, Lévy a dessiné les formes $o^{1/2}$ (201), h^1 (100), $a^{1/3}$ ($\bar{3}01$), a^1 ($\bar{1}01$), a^3 ($\bar{1}03$), m (110), e^1 (011), e^2 (012). Un autre cristal présente en plus $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$).

J'ai observé de petits cristaux verts transparents de ce type provenant de Charmoz, ils présentent les faces p (001), o^1 (101), h^1 (100), a^1 ($\bar{1}01$), a^2 ($\bar{1}02$) et sont terminés à leurs extrémités par les faces m (110), e^1 (011) avec g^1 (010) plus ou moins développées suivant les échantillons. Ils sont comparables comme forme aux cristaux du Striegau décrits et figurés par M. Bücking.

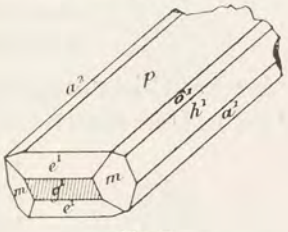


Fig. 7.
Épidote de Charmoz.

1. Lévy a adopté une forme primitive différente de celle que j'ai admise à la suite de Marignac et Des Cloizeaux ; pour la facilité de la lecture des figures de Lévy, voici quelle est la correspondance de ces deux systèmes :

Notre		Lévy	Notre		Lévy	Notre		Lévy
p	(001)	$= h^1$	$a^{1/3}$	($\bar{3}01$)	$= a^3$	$d^{1/2}$	(111)	$= d^{1/2}$
h^1	(100)	$= p$	$a^{1/2}$	($\bar{2}01$)	$= a^2$	b^1	($\bar{1}12$)	$= a$
g^1	(010)	$= g^1$	a^1	($\bar{1}01$)	$= a^1$	$b^{1/2}$	($\bar{1}11$)	$= b^{1/2}$
m	(110)	$= e^1$	a^3	($\bar{1}03$)	$= a^{1/3}$	$b^{1/4}$	($2\bar{2}1$)	$= (b^1\ b^{1/2}\ g^{1/2})$
h^3	(210)	$= e^2$	e^2	(012)	$= h^3$	$a_:$	($\bar{2}11$)	$= b^1$
$o^{1/2}$	(201)	$= o^2$	e^1	(011)	$= m$			
o^1	(101)	$= o^1$						

2e *type*. Cristaux avec p (001) très développé et pas de faces g^1 (010). Les faces observées sont p (001), $o^{1/2}$ (201), h^1 (100), $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01), a^1 ($\bar{1}$01), m (110), e^1 (011), $b^{1/2}$ ($\bar{1}$11), $b^{1/4}$ ($\bar{2}$21). (Lévy, planche XXXVII, fig. 12).

Les cristaux de ce type présentent des macles sans angles rentrants (même planche, fig. 11 et planche XXXVI, fig. 4).

La collection du Museum renferme un gros cristal vert de 4cm de longueur de la forme p (001), o^1 (101), h^1 (100), a^1 ($\bar{1}$01) et m (110). Il provient du même gisement.

3e *type*. Cristaux aplatis suivant h^1 (100) et présentant la face g^1 (010).

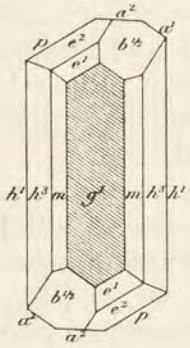


Fig. 8.
Épidote du glacier d'Argentière, projection sur g^1 (010).

J'ai eu l'occasion d'étudier de fort jolis cristaux transparents d'un jaune un peu verdâtre provenant du glacier d'Argentière et de Courmayeur. Ils sont souvent aplatis suivant h^1 (100) et sont riches en faces. Un cristal présente la forme p (001), h^1 (100), a^1 ($\bar{1}$01), a^2 ($\bar{1}$02), h^3 (210), m (110) et aux extrémités g^1 (010), e^1 (011), e^2 (012), $b^{1/2}$ ($\bar{1}$11) fig. 8. Un autre possède en outre $d^{3/2}$ (113), $d^{1/2}$ (111).

Lévy dans son texte cite un cristal de Chamonix aplati suivant h^1 (100), présentant les formes p (001), a^3 ($\bar{1}$03), a^1 ($\bar{1}$01), $a^{1/3}$ ($\bar{3}$01), m (110), g^1 (010), e^2 (012). Cependant, dans son atlas, la figure correspondante est représentée avec un aplatissement marqué suivant a^3 ($\bar{1}$03) (planche XXXVI, figure 8).

4e *type*. Cristaux aplatis suivant h^1 (100) et ne présentant pas de faces g^1 (010). Une observation analogue à la précédente doit être faite pour le cristal p (001), h^1 (100), $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01), a^1 (101), a^3 ($\bar{1}$03), a_3 ($\bar{2}$11) de la fig. 6, planche XXXVI de Lévy. Mais comme, dans le texte, le gisement de Chamonix est indiqué en seconde ligne, il est possible que la figure se rapporte à un cristal du Dauphiné présentant les mêmes formes avec un aplatissement différent.

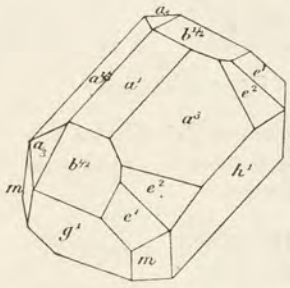


Fig. 9.
Épidote de Chamonix.

5e *type*. Cristaux aplatis suivant a^3 ($\bar{1}$03) et présentant aux extrémités les faces g^1 (010) très développées (Lévy, planche XXXVII, fig. 15 et 17). Les faces des cristaux de ce type présentent en outre des deux formes précédentes, h^1 (100), $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01), m (110), e^2 (012),

$b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), a_3 ($\bar{2}11$) (fig. 9), un autre cristal présente h^1 (100), $a^{1/3}$ ($\bar{3}01$), a^1 ($\bar{1}01$), h^3 (210), e^1 (011), e^2 (012), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) et a_3 ($\bar{2}11$).

6e *type*. Cristaux aplatis suivant a^3 ($\bar{1}03$) et dépourvus de la face g^1 (010) ; les extrémités sont formées par les faces m (110). Les cristaux présentent en outre les formes suivantes : p (001), a^1 ($\bar{1}01$) ou enfin p (001), o^1 (101), h^1 (100), $a^{1/3}$ ($\bar{3}01$), a^1 ($\bar{1}01$) (fig. 10) (planche XXXVI, fig. 2 et 7).

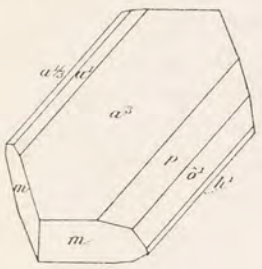


Fig. 10.
Épidote de Chamonix.

7e *type*. Cristaux non aplatis et terminés par g^1 (010). Les cristaux du glacier d'Argentière du 3e type sont accompagnés parfois de cristaux présentant les mêmes faces, mais en différant par ce fait que le cristal n'est pas aplati ; les faces de la zone horizontale sont très cannelées et rendent souvent les mesures presque impossibles.

La figure 11 représente un de ces cristaux dans lequel j'ai pu déterminer dans la zone de symétrie les faces suivantes : p (001), a^2 ($\bar{1}02$), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $a^{6/7}$ ($\bar{7}06$), $a^{1/3}$ ($\bar{3}01$), h^1 (100).

8e *type*. Cristaux non aplatis et dépourvus des faces g^1 (010). J'ai rencontré parmi les cristaux d'Argentière des cristaux terminés par $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) et présentant dans la zone horizontale un grand nombre de faces courbes non mesurables donnant aux cristaux une forme cylindrique (fig. 12).

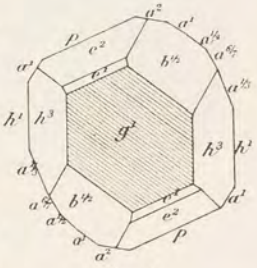


Fig. 11.
Épidote du glacier d'Argentière, projection sur g^1 (010).

Tout récemment MM. Duparc et Mrazec ont énuméré les faces qu'ils ont trouvées sur des cristaux d'épidote vert brunâtre provenant du glacier d'Argentière et de celui de Miage (*Arch. Sc. phys. et nat.* Genève XXVII. 659. 1889). Ces cristaux atteignent 15cm de longueur et sont fréquemment tordus ; ils présentent les faces h^1 (100), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) et ($b^{1/2}b^{1/6}h^{1/3}$) ($\bar{4}23$).

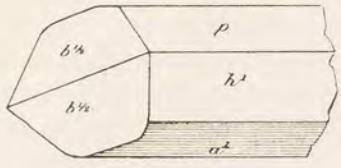


Fig. 12.
Épidote du glacier d'Argentière.

Au moment de la mise en pages de cette feuille, j'ai reçu de M. Duparc une série de ces cristaux qu'il ne m'a pas été possible d'étudier encore : ils se rapportent aux types, 3, 4, 8 : ils seront décrits dans le 1er supplément de cet ouvrage.

Enfin il y a lieu de signaler l'épidote filonienne ou formant des croûtes en buisson dans les fissures du granite (protogine) du glacier des Bossons, des Petits-Mulets, du Brévent, du dôme du Goûter, du glacier de Letalay, etc.

Isère. L'épidote est extrêmement abondante dans le Dauphiné où elle tapisse les fissures des amphibolites et des chloritoschistes plus ou moins granulitisés.

Romé de l'Isle (*op. cit.* II. 405) signale déjà le « *shorl vert* » du Bourg-d'Oisans découvert par de Bournon ; plus tard, de Saussure décrivit ce minéral sous le nom de *delphinite* pour rappeler son abondance dans le Dauphiné. Il a été aussi appelé *oisanite* ; (ce nom a été également donné à l'anatase).

Les gisements qui ont fourni les plus beaux cristaux se trouvent aux environs du Bourg-d'Oisans.



Fig. 13.
Épidote en buisson du Cornillon.

Les échantillons généralement distribués dans les collections et dont la fig. 13 représente le faciès habituel proviennent en grande partie des abrupts sud et est du sommet de la montagne désigné sur la carte d'état-major sous le nom de Cime-du-Cornillon (au nord-ouest du Bourg - d'Oisans). Dans beaucoup de vieilles collections et notamment dans celle du Museum de Grenoble, ils sont inexactement indiqués comme provenant de Malène. La localité ainsi désignée est le hameau de Mélaine, bâti sur le *lias*, qui vient s'appuyer sur les schistes cristallins du Cornillon beaucoup plus bas que le gisement de l'épidote.

Les échantillons du haut du Cornillon sont formés par l'agglomération en forme de buisson d'un grand nombre de cristaux à axes plus ou moins parallèles ; leur couleur est le vert olive souvent presque noir.

Le cachet de ces cristaux réside dans l'existence constante à leurs extrémités d'une large face g^1 (010), souvent accompagnée d'une bordure de m (110), $b^{1/2}$ ($\bar{1}12$) et plus rarement de h^3 (210). Les faces de

la zone horizontale les plus habituelles sont p (001), o^1 (101), h^1 (100), a^1 ($\bar{1}01$).

Ces cristaux tapissent des fissures d'amphibolites granulitisées. On a trouvé dans ce gisement des fentes de plusieurs mètres carrés entièrement tapissées de cristaux d'épidote, implantés normalement à la paroi.

Sur le même côté du Cornillon, mais à un niveau moins élevé, le guide Albertazzo exploite des veines d'épidote de même forme et de même couleur ; elles sont accompagnées d'autres filonnets, riches en axinite et contenant des cristaux d'épidote de forme spéciale décrits par M. Groth et signalés plus loin.

Les échantillons que j'ai vus chez M. Albertazzo sont quelquefois accompagnés de quartz hyalin.

Les auteurs qui ont décrit les cristaux d'épidote de cette région n'ont généralement pas précisé les provenances exactes de leurs matériaux d'étude et les ont indiqués comme provenant du Dauphiné ou du Bourg-d'Oisans.

Les travaux qui vont être résumés se rapportent à des cristaux du type de ceux du Cornillon.

Hermann (*J. für prakt. Chem.* XLIII. 93. 1848 et LXXVIII. 298. 1859) a décrit et analysé des cristaux vert olive de la forme p (001), h^1 (100), a^1 ($\bar{1}01$) terminés par g^1 (010) très développée et $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), m (110) et h^3 (210).

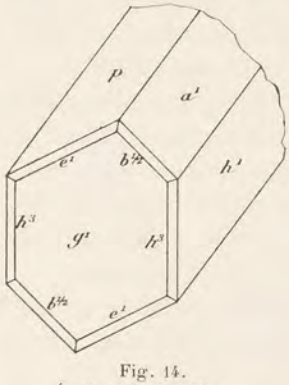


Fig. 14.
Épidote du Cornillon.

Hessenberg (*Mineral. Notizen*, n° 1) a décrit et figuré la combinaison : p (001), h^1 (100), o^1 (101), a^1 ($\bar{1}01$) (h^1 et o^1 sont très réduites), avec les faces suivantes aux extrémités : g^1 (010) dominante, h^3 (210) et a_3 ($\bar{2}11$), g^1 est fortement strié parallèlement à l'arête a^1 g^1 ($\bar{1}01$) (010) ; enfin la face a_3 est très réduite.

Haidinger a décrit (*Edingh.* J. X. 312. 1824) des cristaux du même type : p (001), h^1 (100), a^1 ($\bar{1}01$), g^1 (010), h^3 (210).

Lévy a figuré deux cristaux d'épidote de cette région (*Descr. de la Coll. Heuland*, pl. XXXVI). L'un présente les formes p (001), h^1 (100), a^1 ($\bar{1}01$) également développées ; la face g^1 (010) est large et bordée

par e^1 (001), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), h^3 (210), l'autre présente en outre $o^{1/2}$ (201), a^3 ($\bar{1}03$) peu développée et ne possède pas $b^{1/2}$.

Les cristaux du Cornillon que j'ai personnellement étudiés ne m'ont présenté aucun fait nouveau. La fig. 14 représente l'un d'eux offrant la première des combinaisons décrite par Lévy.

J'ai recueilli des cristaux de ce même type, associés à du quartz hyalin dans les fissures des schistes amphiboliques du massif du Taillefer, au-dessus du hameau des Roberts-en-Livet.

Enfin M. Termier m'a signalé l'abondance des cristaux d'épidote dans les fentes des amphibolites granulitisées de la chaîne de Belledonne et particulièrement de la partie haute de la Combe de Madame (région des Sept Lacs). Les cristaux que je dois à l'obligeance de ce savant sont identiques à ceux du Cornillon.

Le même minéral est très abondant dans tout le massif du Pelvoux.

Les cristaux d'épidote caractérisés par la prédominance de la face g^1 à leurs extrémités ne sont pas les seuls que l'on rencontre dans le Dauphiné ; en effet, M. Groth, dans le compte rendu d'une excursion dans cette région, a signalé (*Sitzb. Bayr. Akad.* 1885. 382) dans les fentes des amphibolites du flanc S. et E. du Cornillon des cristaux d'épidote jaune vert clair, accompagnés d'axinite : ils présentent les formes : p (001), h^1 (100), a^1 ($\bar{1}01$) et aux extrémités $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Ces cristaux sont fortement striés suivant la zone horizontale et sont en réalité constitués par l'empilement de cristaux très minces.

Les échantillons de ce gisement que m'a remis M. Albertazzo sont fréquemment riches en épidote groupée en faisceaux bacillaires. Les filonnets renfermant ces minéraux alternent avec d'autres dont il a été question plus haut et qui ne contiennent que de l'épidote vert foncé.

De beaux cristaux d'épidote vert foncé ont été trouvés autrefois dans les exploitations argentifères de la montagne de Chalanches près Allemont (Héricart de Tury. *I. M.* XX. 59. 1006). Ces cristaux se trouvent avec quartz, axinite, amiante et chlorite. M. Lory les a analysés. (*Analyse h.*)

J'ai eu l'occasion de voir dans une vieille collection des cristaux indiqués comme provenant de ce gisement ; ils présentent une grande analogie avec les cristaux de Traversella (Montaieu) : ils sont aplatis suivant p (001) et terminés par m (110) ; il ne m'a du reste pas été possible de les étudier d'une façon complète.

Dans l'Oisans, on rencontre associés à l'axinite, au quartz et à la

prehnite des cristaux d'un vert jaunâtre clair ou d'un jaune pâle : ils sont rarement terminés soit par g^1 (018), soit par $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) dans un même gisement. Ces cristaux sont souvent vendus sous le nom impropre de *zoisite*.

Les gisements à signaler sont le rocher d'Armentier, au-dessus du hameau du Vernis (Bourg-d'Oisans), la Balme-d'Auris, la Rampe-des-Commères (quartier de la montagne du Mont-de-Lans sur la route de Briançon), les environs du Chalet de la Selle, dans la gorge du Diable près Saint-Christophe (Combe de la Selle).

Les cristaux de la Rampe-des-Commères sont parfois groupés en masses grossièrement fibreuses et colorées en rouge par des inclusions d'hématite. Dans une fissure riche en cristaux d'axinite et de quartz découverte cette année par le guide Albertazzo, j'ai observé des cristaux fort nets d'épidote souvent englobés par le quartz.

A la Combe de la Selle, les cristaux jaune brunâtre sont rarement nets, ils sont associés à la prehnite, l'axinite, l'asbeste.

Il me reste à passer en revue les cristaux d'épidote décrits par divers auteurs comme provenant du Dauphiné ou de l'Oisans et dont je ne puis préciser le gisement exact.

Lévy a figuré avec l'indication « département de l'Isère » des cristaux présentant l'un (pl. XXXVI. fig. 6), les formes p (001), h^1 (100), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), a^1 ($\bar{1}01$), a^3 ($\bar{1}03$), m (110) et a_3 ($\bar{2}11$), ce cristal est aplati suivant a^3 ($\bar{1}03$) ; l'autre (pl. XXXVII, fig. 14), les faces p (001), h^1 (100), $a^{1/3}$ ($\bar{3}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), a^5 ($\bar{1}05$) et aux extrémités h^3 (210), m (110), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$). Le premier est indiqué comme étant accompagné d'amphibole, le second de quartz.

M. Marignac a donné (*Arch. Sc. phys. Genève*. IV. 148. 1847) des angles mesurés sur des cristaux du Dauphiné sans indiquer ni la provenance exacte, ni le faciès des cristaux qu'il a étudiés. Il y a trouvé les formes suivantes : p (001), o^1 (101), $o^{1/2}$ (201), h^1 (100), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $a^{2/3}$($\bar{3}02$), $a^{6/7}$ ($\bar{7}06$), a^1($\bar{1}01$), a^2($\bar{1}02$), g^1(010), h^3(210), m (110), e^1 (011), e^2 (012), $b^{1/2}$($\bar{1}11$), $v = (b^1 b^{1/3} h^{1/2})$ ($\bar{2}12$) et peut-être $l = (b^{1/4} b^{1/6} h^{1/2})$ ($\bar{5}12$).

Dans sa monographie de l'épidote, M. Bücking (*Z. K.* II. 400. 1878) décrit à la suite de l'épidote de l'Oisans un cristal isolé, indiqué comme provenant de *Sala* (localité inconnue en Oisans). Ce cristal, dont la projection sur g^1 est représentée par la fig. 15, est aplati suivant p (001) ; il présente les nombreuses faces suivantes :

p (001), o^2 (102), o^1 (101), h^1 (100), $a^{1/5}$ ($\bar{5}01$) a^1 (101), a^2 ($\bar{1}02$) et aux extrémités les faces $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) dominantes avec g^1 (010), $n = (b^{1/23}\ d^{1/25}\ g^1)$ ($\bar{1}.24.1$) $w = (b^{1/7}\ d^{1/9}\ g^1)$ ($\bar{1}81$), m (110), h^3 (210), e^2 (012), e^1 (011), $l = (b^{1/8} b^{1/16}\ h^{1/5})$ ($\bar{5}12$).

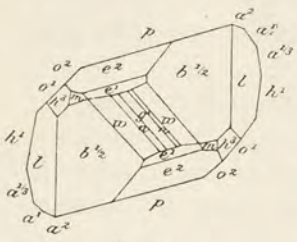


Fig. 15.
Épidote de l'Oisans, projection sur g^1 (010).

Le même auteur a décrit un cristal vert pistache clair, implanté avec quartz sur de l'épidote compacte et indiqué comme provenant du mont Sorel. On sait qu'il n'existe pas en Dauphiné de montagne de ce nom (voy. monazite) ; le gisement en question est peut-être l'Alpe Sarrel qui se trouve au N.-E. du Bourg-d'Oisans, près du hameau de Maronne, célèbre par les beaux cristaux de calcite et de quartz qu'on y a trouvés autrefois.

Quoi qu'il en soit, ce cristal présente (fig. 16) les formes p (001), h^1 (100), $a^{1/3}$ ($\bar{3}01$), a^1 ($\bar{1}01$), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), e^2 (012) e^1 (011), h^3 (210), m (110), g^1 (010), a_3 ($\bar{2}11$) et peut-être o^2 (102), $a^{4/3}$ ($\bar{3}04$) et a^2 ($\bar{1}02$) qui n'ont pu être mesurées avec précision.

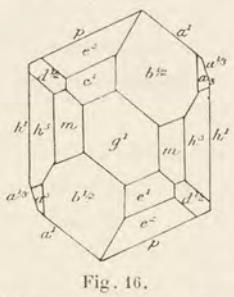


Fig. 16.
Épidote de l'Oisans, projection sur g^1 (010).

On remarquera l'analogie de forme que présente ce cristal avec ceux du massif du Mont-Blanc représentés par les fig. 8 et 11 et l'on peut se demander s'il ne provient pas du même gisement.

J'ai eu l'occasion d'étudier des cristaux vert pistache foncé atteignant 2^{cm} 5, et indiqués comme provenant de l'Oisans sans indication plus précise ; leurs faces dominantes sont : p (001), h^1 (100), $a^{4/3}$ ($\bar{3}04$), a^1 ($\bar{1}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). En outre des faces précédentes, ils présentent dans la zone horizontale d'autres faces qui n'ont pu être mesurées à cause de profondes cannelures dans la zone d'allongement.

M. Damour possède dans sa collection un échantillon identique avec cristaux terminés à leurs deux extrémités par $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ; ils sont implantés avec quartz sur un gros cristal de calcite.

Le frère Euthyme m'a communiqué un échantillon d'épidote verte, moulée par de la calcite et recouverte par places par de petites paillettes d'*or natif*. Il est indiqué comme provenant de l'Oisans sans gisement plus précis.

Un autre échantillon est constitué par de l'épidote jaune verdâtre

rappelant comme couleur celle de la Piquette déras lids ; les cristaux sont groupés en grand nombre, formant des masses bacillaires dans des veines quartzeuses d'un chloritoschiste imprégné de chalcopyrite et de calcite.

Corse. — De petits cristaux verts d'épidote accompagnés d'albite et de chlorite ont été trouvés dans les fissures de la syénite de Matoni près Alata.

Madagascar. — M. Damour possède deux fragments d'un énorme cristal d'épidote présentant une surface de clivage très facile p (001) ayant environ 4^{cm} de côté, ainsi qu'un clivage très net suivant h^1 (100). Le minéral d'un beau vert foncé est translucide en lames de clivage un peu épaisses. Il a été trouvé avec la tourmaline décrite page 104 dans un lot de minéraux de Madagascar sans indications précises de gisement.

2° *Dans les roches éruptives non quartzifères.*

L'épidote est un des minéraux secondaires les plus fréquents comme produit d'altération des feldspaths basiques. La transformation se fait d'une façon analogue à celle que nous avons signalée pour leur transformation en zoïsite (*saussuritisation*) et que nous étudierons en détail à l'article Feldspaths (altération).

Dans les roches feldspathiques basiques, l'épidote s'isole souvent en cristaux microscopiques qui nous occuperont seuls ici.

Normandie et Bretagne. — Dans les diabases, diorites, porphyrites, kersantites de Bretagne et de Normandie, l'épidote est extrêmement répandue comme produit secondaire, s'isolant parfois en veinules ou en masses grenues ou fibreuses. Dans aucun gisement à ma connaissance, on n'a trouvé de cristaux déterminables.

Pyrénées. — Les roches vertes désignées dans les Pyrénées sous le nom d'*ophites* (diabases, gabbros et porphyrites à structure ophitique) renferment en grande abondance de l'épidote qui forme très souvent le remplissage de fissures pouvant atteindre 7 à 8^{cm} de largeur. Les cristaux groupés d'une façon grossièrement parallèle sont en général implantés normalement aux parois de la fissure. Quelquefois on trouve dans des cavités de petites aiguilles enchevêtrées. Je n'ai

trouvé que très rarement des cristaux déterminables. Dans quelques gisements, l'épidote constitue une portion importante de la roche.

L'oligiste lamellaire, le quartz, la calcite, l'asbeste sont les minéraux qui accompagnent le plus souvent l'épidote des roches ophitiques.

Il existe dans les Pyrénées plusieurs centaines de pointements ophitiques qui tous contiennent plus ou moins d'épidote. Je me contenterai de citer ceux dans lesquels ce minéral a été rencontré en abondance exceptionnelle.

Landes. Port-Sainte-Marie en Port-de-Lanne ; petits cristaux enchevêtrés : p (001), o^2 (102), a^2 ($\bar{1}02$), a^1 ($\bar{1}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), g^1 (010) accompagnés de quartz et d'amphibole vert très pâle. Ces cristaux sont souvent colorés en rouge par des inclusions d'hématite. Saint-Pandelon, aux environs de Dax. Palassou a signalé de petits cristaux très brillants au monticule de Bonnehon, près Sainte-Marie de Gosse.

Basses-Pyrénées. Mont Baygoura.

Hautes-Pyrénées. Gerde, Le Courret (vallée de Lesponne), Trebons près Bagnères-de-Bigorre, Lourdes, etc.

Haute-Garonne. Col de Menté entre Couledoux et Saint-Béat.

Ariège. Lacourt, Vernaux (avec asbeste), Vèbre, Lordat, etc.

Alpes. — La même observation peut être faite pour les roches éruptives non quartzifères du reste de la France et notamment pour les gabbros (euphotides) des Alpes qui sont en général très riches en filonnets secondaires d'épidote.

Corse. — L'épidote se rencontre dans les druses de la diorite de la pointe de Parata.

Algérie. — Il en est de même pour les roches ophitiques de l'Algérie qui présentent une grande analogie avec celles des Pyrénées.

Je citerai cependant un échantillon d'épidote que m'a communiqué M. Bleicher. Il provient du N.-N.-O. du poste de Djenian-bou-Resg, près Figuig (*Oran*). Il se trouve avec les ophites décrites par ce savant (in Thomas *B. S. G.* 3e série. XIX. 440. 1891). L'épidote forme sur le quartz des masses bacillaires de 2cm vert jaunâtre clair. Elle est accompagnée d'hématite.

3° *Épidote comme produit de contact des roches éruptives.*

L'épidote se présente parfois dans les calcaires modifiés par des roches éruptives (granites, diabases, kersantites, etc.).

On peut citer à cet égard les calcaires modifiés par le granite de Dielette (*Manche*), ceux de l'Arbizon (*Hautes-Pyrénées*), de Bordes (*Haute-Garonne*), les cornes vertes du *Lyonnais*, du *Beaujolais* et du *Morvan ;* les roches grenatifères de Framont, etc.

M. Gourdon m'a communiqué des nodules ayant environ 4^{cm} de diamètre et constitués par une épidote jaune vert clair en baguettes très serrées, divergeant d'un centre : ils proviennent des calcaires de Senet [*Catalogne*] et accompagnent le grenat qui sera décrit plus loin.

Dans tous ces gisements, l'épidote forme rarement des cristaux nets et se présente en masses plus ou moins cristallines le plus souvent associées à du grenat. Les calcaires des environs de Barèges (*Hautes-Pyrénées*) renferment quelquefois des cristaux d'épidote, mais ceux-ci se sont formés par des druses postérieures à l'action du granite ; ils ont été décrits page 140.

Quant aux cristaux décrits comme épidote grise par de Charpentier (*op. cit.*, 222) et plus tard par Haüy dans les calcaires du mont Béat, d'Aulus, du col de la Trappe (*Ariège*) et divers autres points des Pyrénées, ils sont à rapporter au dipyre (couzéranite) et non à l'épidote.

PIÉMONTITE

$$H^2\,Ca^4\,(Al\,Mn)^6\,Si^6\,O^{26}.$$

$$b : h = 1000 : 966{,}927.\ D = 527,\ 626.\ d = 849{,}477.$$

$$[a : b : c = 1{,}6100 = 1 : 1{,}8326\ (\text{Laspeyres})]$$

$$z\,x = 64^\circ\ 39'.$$

Formes observées. m (110), h^1 (100), p (001), a^1 ($\bar{1}01$), $b^{1/2}$ $\bar{1}11$).

Macles. Macles habituelles de l'épidote suivant h^1 (100) et très rarement suivant p (001).

	Angles calculés.		Angles calculés.		Angles calculés.
mm	169°	ph^1	115° 21′	$pb^{1/2}$	104° 44′
		pa^1	116° 30′		

Faciès des cristaux. Le seul cristal que j'ai observé est aplati suivant p (001) et allongé suivant l'arête ph^1 (001) (100) comme l'épidote normale.

Clivages. Clivage facile suivant p (001), moins facile suivant h^1 (100). Très fragile.

Dureté. Supérieure à 6.

Densité. 3,40.

Coloration. Rouge, brun rouge plus ou moins foncé. Poussière rouge cerise. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë positive. D'après M. Laspeyres, dans la piémontite de Saint-Marcel la bissectrice obtuse (n_p) fait un angle de 6° 41′ (Na) avec l'axe vertical dans l'angle aigu ph^1 (001) (100) ; la bissectrice aiguë fait un angle de 32° 2′ avec la trace de p (001).

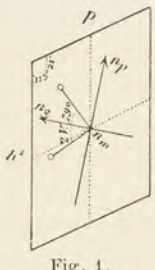


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g_1(010).

M. des Cloizeaux a obtenu pour l'écartement des axes de la piémontite de Saint-Marcel (*B. S. M.* VI, 24. 1883) :

$$2\,H_a = 82° \text{ à } 90°$$
$$2\,H_o = 121° \text{ à } 126°$$

conduisant pour la valeur (moyenne) de l'angle réel des axes :

$$2\,V = 79° \text{ environ.}$$

La biréfringence maximum est voisine de celle de l'épidote.

Pléochroïsme. — Le pléochroïsme est caractéristique et intense même en lames minces. On observe les teintes suivantes :

n_g = rouge vif.
n_m = violet améthyste.
n_p = jaune orange ou jaune citron.

Composition chimique. Je n'ai pu isoler une quantité de substance suffisante pour faire une analyse de la piémontite de Groix.

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau en un verre noir. Avec le borax, donne les réactions du manganèse. Les autres réactions sont celles de l'épidote.

Diagnostic. La piémontite possède en résumé toutes les propriétés de l'épidote dont elle diffère par sa couleur et son pléochroïsme (teintes rouge et jaune), le signe de sa bissectrice et les réactions du manganèse donnés au chalumean.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La piémontite a été rencontrée dans des gisements manganésifères à St-Marcel [vallée d'Aoste], daes des schistes cristallins et des roches éruptives acides (porphyre rouge antique, granulite, etc.).

Bretagne. — *Morbihan*. J'ai décrit (*B. S. M.* XI. 148. 1888) de très petits cristaux d'épidote manganésifères découverts par M. de Limur dans le micaschite de l'île de Groix.

Les échantillons que j'ai étudiés consistent en trois fragments de fer titané recouverts d'un peu de mica blanc, englobant de petits cristaux rouges qui ne dépassent pas 2^{mm} sur 0^{mm} 25. Ils sont aplatis suivant p (001) ; leur grande fragilité ne m'a permis d'isoler qu'un très petit fragment qui n'a pu être mesuré. Dans la zone d'allongement, ils présentent les faces p (001) dominantes avec a^1 ($\bar{1}01$), h^1 (100) ; leur extrémité est toujours arrondie, mais il est possible d'y reconnaître les faces m (110) et $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

Un petit cristal examiné au microscope montre à travers p (001) un axe optique. Le milieu du cristal est jaunâtre, tandis que les bords possèdent une couleur violet foncé avec un polychroïsme très marqué.

L'écartement des axes semble varier de la zone jaune à la zone violette et il est fort possible que l'on soit en présence d'un mélange d'épidote et de piémontite. Malgré la ressemblance de ce minéral avec l'épidote rose du Rothenkopf (Zillerthal) qui présente aussi un noyau jaune, je crois devoir rattacher les cristaux de Groix à la piémontite, la bissectrice aiguë étant positive. En raison de la petitesse des cristaux et de leur rareté, je n'ai pu obtenir de plaque suffisante pour la mesure de l'angle des axes optiques qui est très grand.

Plateau central. — *Haute-Loire*. Je signalerai pour mémoire la présence de petits cristaux de piémontite trouvés par M. Boule (*B. C. G. F.* n° 28. II. 39. 1902) comme élément microscopique d'une granulite des environs de Saint-Julien Chapteuil. Cette épidote rose y présente les mêmes caractères que dans le célèbre porphyre rouge antique.

ALLANITE[1]

(ORTHITE)

$$H^2\,(Ca\,Fe)^4\,(Al\,Ce)^6\,Si^6\,O^{26}$$

$$b : h = 1000 : 958{,}388.\ D = 541{,}958.\ d = 840{,}415$$

$$[a : b : c = 1{,}55070 : 1 : 1{,}76838]$$

$$z\,x = 64°59'$$

L'allanite n'a été rencontrée en France qu'en cristaux microscopiques peu allongés suivant la zone ph^1 (001) (100) et généralement terminés par la face m (110) ; ils sont souvent aplatis suivant h^1 (100). La macle suivant h^1 est assez fréquente.

Clivages, Clivages plus ou moins nets suivant p (001) et h^1 (100).

Dureté. 6.

Densite. 3 à 4.

Coloration. L'allanite est noir de poix et possède un éclat vitreux un peu gras, parfois semi-métallique. En lames minces, le minéral devient transparent ; dans les gisements français, il est brun de diverses nuances, très fréquemment zoné.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Nous avons indiqué, M. Michel Lévy et moi, que la bissectrice aiguë *négative* se confondait sensiblement avec la bissectrice de l'angle obtus ph^1 (001) (100). Depuis lors, j'ai eu l'occasion d'étudier un fragment de cristal d'allanite de Franklin (N. J.) présentant une face p (001) et une large face qui semble être a^1 ($\bar{1}01$).

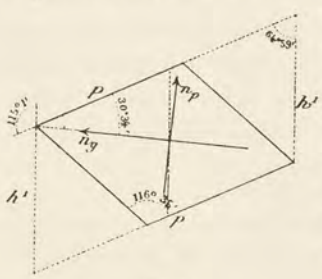


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

L'axe n_g fait un angle de 30° à 34° avec la trace du clivage p (001) dans l'angle *aigu* de p a^1 (001) ($\bar{1}01$). Il en résulte que la bissectrice *négative* n_p fait un très petit angle avec l'axe vertical, dans l'angle aigu ph^1 (001) (100) (fig. 1). Le minéral étudié n'étant transparent qu'en lames minces, l'angle d'extinction donné plus haut ne doit être considéré que comme une première approximation.

1. Voir *Supplément*. T. IV. 711.

Les propriétés optiques ainsi établies sont tout à fait identiques à celle des autres minéraux du groupe de l'épidote.

$\mathbf{n}_m = 1.68$ à 1.70
$2\,\mathbf{V} = 65°$ à $70°$ environ

La dispersion est forte.

La biréfringence est variable dans l'étendue d'une même plage et souvent en relation avec les zones diversement colorées ; son maximum atteint : 0.032 $(n_g - n_p)$. On observe souvent des cristaux complètement isotropes ou ne présentant que de petites plages biréfringentes, comme cela a lieu dans les orthites scandinaves.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est généralement énergique avec :

$\mathbf{n}_g$ = brun jaune, brun rouge.
$\mathbf{n}_m$ = brun rouge foncé, brun rouge.
$\mathbf{n}_p$ = brun verdâtre pâle, brun jaune.

L'allanite détermine des auréoles polychroïques énergiques dans la biotite qui l'englobe.

Composition chimique. L'allanite des gisements français n'a pu être analysée, ce minéral se présentant toujours en cristaux microscopiques. Une petite quantité isolée par les liqueurs denses a été attaquée par un acide ; les terres rares ont été ensuite dissoutes dans du borax ; la perle ainsi formée a donné au spectroscope les bandes d'absorption du didyme.

Essais pyrognostiques. Fusible au chalumeau avec bouillonnement en un verre noir magnétique ; généralement attaquable avec l'acide chlorhydrique avant calcination.

Groupements réguliers d'allanite et d'épidote. — Il est très fréquent dans les roches de voir des cristaux d'allanite entourés par une zone d'épidote jaune qui possède la même orientation cristallographique que la zone brune centrale, tout en ayant une extinction un peu différente (fig. 2).

Diagnostic. La réfringence assez grande, la coloration inégale dans un même cristal, le polychroïsme dans les teintes brunes, les grandes variations dans la biréfringence, enfin l'association avec l'épidote constituent les meilleurs caractères distinctifs de l'allanite.

GISEMENTS

L'allanite se rencontre dans un grand nombre de roches éruptives et métamorphiques. Dans les gisements français, on la trouve presque exclusivement à l'état microscopique. Je citerai les plus intéressants.

1° *Dans les granites et microgranulites.*

Normandie. — *Manche*. Je l'ai rencontrée dans le granite de Flamanville.

Bretagne. — *Finistère*. M. de Limur a signalé autrefois ce minéral dans le granite à cordiérite (pinite) de Huelgoat. Nous avons étudié M. Michel Lévy et moi (*B. S. M.* XI. 65. 1880), l'allanite du Pont-Paul, près Morlaix. Elle y forme de petits cristaux noirs atteignant $0^{mm}5$ que l'on peut parfois reconnaître à l'œil nu ; ils sont en général entourés d'une auréole ocreuse. Ils sont parfois englobés par la biotite et déterminent dans celle-ci des auréoles pléochroïques très intenses. Dans quelques échantillons l'allanite est tellement abondante qu'une préparation mince pour l'étude de la roche en renferme toujours plusieurs cristaux.

Alpes. — *Haute-Savoie*. L'allanite est un élément très fréquent dans le granite (protogine) du massif du Mont-Blanc. D'après M. Michel Lévy qui l'y a découvert (*B. C. G.* n° 9. 12. 1890), ce minéral est d'un brun rouge foncé en lames minces.

Corse. — C'est dans les mêmes conditions que l'allanite se rencontre dans le granite des environs d'Ajaccio ; elle est en général entourée d'épidote.

Cochinchine. — J'ai trouvé l'allanite dans plusieurs des micropegmatites rapportées de Cochinchine par M. Petiton.

2° *Dans les schistes cristallins.*

Bretagne. — *Finistère*. J'ai décrit dans mon mémoire sur les gneiss à pyroxène (*B. S. M.* XII. 139. 1889) de très beaux exemples de cristaux d'allanite entourés d'épidote dans les gneiss amphiboliques de Geffren en Roscoff (fig. 2).

Plateau Central. — *Corrèze.* J'ai également rencontré ce minéral dans un gneiss recueilli par M. Fouqué entre Sexcle et la Broque-

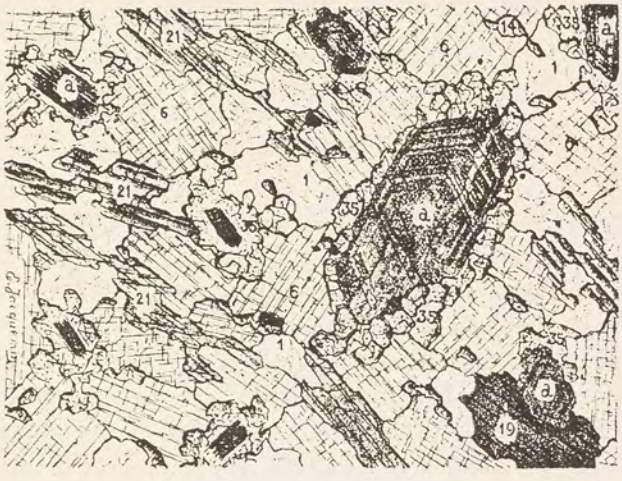


Fig. 2.
Allanite (*a*) entourée d'épidote (35) dans un gneiss amphibolique constitué par de l'oligioclase (6), du quartz (1), de la hornblende (21) et de la biotite (19). — Geffren en Roscoff. (*Lame mince vue en lumière polarisée parallèle.*)

rie. Il détermine des auréoles polychroïques intenses dans la biotite qui l'englobe.

IDOCRASE [1]

$$[H^{6}\,(Ca\,Mg)^{3}\,(Al\,Fe^{2})]^{11}\,Si^{15}\,O^{65}$$

Quadratique :

$$b : h : 1000 : 379{,}849.\ D = 707{,}107$$

$$[a : c = 1 : 0{,}53719]$$

Formes observées. m (110), h^{1} (100), h^{3} (210), p (001), a^{1} (101), $b^{1/2}$ (111), $b^{1/6}$ (331).

Je n'ai eu l'occasion de mesurer que deux cristaux d'idocrase de

1. Voir *Supplément*, t. IV, 711.

gisements de notre région provenant l'un de Péguères (*), l'autre du col de Boups (**).

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	90°		pa^1	151°45′	151°42′(**)	$b^{1/2}b^{1/2}$s.p	105°33′	105°37′(*)
mh^1	135°		a^1h^1	110°15′		$pb^{1/6}$	112°41′	
mh^3	161°34′		$pb^{1/2}$	142°47′	142°47′(**)	$b^{1/2}b^{1/6}$	147°54′	
h^3h^1	153°26′	153°20′ (**)	$b^{1/2}m$	127°13′	127°20′(**)	$b^{1/6}m$	156°19′	

Faciès des cristaux. Les cristaux nets sont généralement courts et peu allongés suivant l'axe vertical. J'ai eu l'occasion d'étudier un cristal allongé suivant une arête pm (001) (110). Nos cristaux provenant presque tous de calcaires ont leurs faces généralement corrodées ou arrondies. Ils se rapportent à deux types suivant que la base (fig. 3, 4) ou que l'octaèdre $b^{1/2}$ (111) existent au sommet seuls ou associés (fig. 2).

Souvent l'idocrase s'allonge beaucoup suivant l'axe vertical ; les baguettes ainsi formées s'associent en grand nombre à axes plus ou moins parallèles pour constituer des masses bacillaires. Très rarement, le diamètre de ces baguettes devient assez petit pour que le minéral constituant de véritables fibres se groupe sous forme de longs sphérolites aplatis (Arbizon).

Clivages. Clivages très difficiles suivant m (110), h^1 (100) et p (001). Cassure inégale.

Dureté. 6,5.

Densité. 3,35 à 3,45. 3.336 (Mail Plané). La densité s'abaisse à 2,95 après fusion.

Coloration. Vert de diverses nuances (vert pistache, vert jaune), brun rougeâtre, jaune de diverses nuances, rarement bleu ou rose. L'examen en lames minces montre que l'idocrase présente très fréquemment des zones de coloration différente.

Éclat vitreux, un peu résineux. Poussière blanche. Le minéral est transparent ou translucide. Les échantillons de nos gisements ne sont transparents qu'en lames minces.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négatif*. En lumière convergente, la croix noire se disloque souvent. M. Mallard a observé des anomalies optiques qui lui font considérer le réseau de l'idocrase comme monoclinique. Des anomalies fort intéressantes ont été décrites récemment

par M. Prendel (*Z. K.* XVII. 95) dans l'idocrase de Wilui qui est optiquement *positive*.

M. des Cloizeaux a donné les nombres suivants pour les indices de l'idocrase de la Somma (jaune) :

$$\mathbf{n}_g = 1{,}719 \text{ à } 1{,}722.$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}718 \text{ à } 1{,}720.$$

On en déduit pour la biréfringence maximum :

$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}001 \text{ à } 0{,}002$$

Ces derniers nombres sont des minima et des mesures directes font voir que la biréfringence maximum s'élève jusqu'à 0,005 ou 0,006.

Pléochroïsme. L'idocrase de divers gisements est pléochroïque avec maximum d'absorption suivant $\mathbf{n}_p$. Les cristaux que nous étudions ici sont trop peu transparents pour qu'on puisse les étudier à ce point de vue sous une épaisseur suffisante.

Composition chimique. L'analyse suivante a été faite sur l'idocrase du Mail Plané décrite plus loin :

SiO^2	37,23
Al^2O^3	18,32
Fe^2O^3	9,55
CaO	32,46
H^2O	2,45
	100,01

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond facilement avec bouillonnement en un verre jaune, brun ou verdâtre. Très difficilement attaquable par les acides, mais fait gelée avec l'acide chlorhydrique après calcination ou même après fusion.

Diagnostic. La forme des cristaux d'idocrase est caractéristique. Les masses bacillaires peuvent être confondues avec quelques variétés d'épidote auxquelles elles sont souvent associées. Les caractères au chalumeau et surtout l'examen au microscope rendent le diagnostic facile.

En lames minces, les caractères distinctifs de l'idocrase consistent dans sa haute réfringence, sa très faible biréfringence, le signe négatif de son allongement et la forme souvent trapue de ses sections de la zone verticale, enfin dans ses zones de diverses nuances qui s'observent presque toujours.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'idocrase se trouve en France dans trois genres de gisements différents :

1° Dans les calcaires précambriens ou paléozoïques au contact du granite ;

2° Dans des filons de quartz, de granulite, traversant les micaschistes, les schistes micacés ou les calcaires (précambriens) et dans ces derniers calcaires métamorphisés par la granulite ;

3° Dans les gneiss à pyroxène.

Dans aucun de ces gisements, l'idocrase n'est drusique ; aussi les cristaux distincts sont-ils rares ; ce minéral est le plus souvent accompagné de grenat grossulaire.

1° *Dans les calcaires modifiés par le granite.*

Pyrénées. — Un des traits saillants de la géologie des Pyrénées consiste dans l'existence de niveaux calcaires dans toutes les formations géologiques, y compris les gneiss.

Le granite se trouve en contact avec des calcaires précambriens, siluriens, dévoniens dans un très grand nombre de points et y développe généralement de l'idocrase, du grenat et plus rarement de la wollastonite. Il suffit donc de jeter les yeux sur une carte géologique des Pyrénées pour voir les localités nombreuses où l'on peut rencontrer ces minéraux. Je me contenterai de citer les plus typiques.

Basses-Pyrénées. Au-dessus des Eaux-Bonnes, les calcaires dévoniens des alentours des mines d'Anglas et d'Ar renferment en assez grande abondance du grenat et de l'idocrase. La roche a été soumise à des actions mécaniques puissantes qui ont écrasé les minéraux que l'on rencontre sous forme de petits rognons jaunes ou brunâtres atteignant quelques centimètres ; ils sont déchiquetés sur les surfaces attaquées par les agents atmosphériques. Aussi n'est-il guère possible d'isoler des cristaux ayant des formes nettes. L'examen microscopique fait voir qu'ils sont toujours brisés et imprégnés de calcite.

Je n'ai pas exploré beaucoup cette région, mais il me semble probable que ces minéraux se rencontrent dans d'autres points entre le gisement d'Ar et celui de Cauterets.

Hautes-Pyrénées. Picot de Lapeyrouse a signalé le premier l'idocrase

à la Peyrère de Cauterets, montagne désignée généralement aujourd'hui sous le nom de Pic de Péguères. Dans ce gisement, au contact du granite (route de la Raillère), on observe des schistes pétrosiliceux très durs : les calcaires y forment de petits lits dans lesquels ont été développés le grenat et l'idocrase. Ces calcaires métamorphisés ne se voient que difficilement en place, mais ils peuvent être recueillis dans les éboulis qui surmontent le petit chemin conduisant de la route de la Raillère au bois de Péguères. Par suite de l'action des eaux pluviales, ces blocs calcaires sont corrodés superficiellement et laissent en relief leurs minéraux silicatés.

Les minéraux de ce gisement sont fort beaux mais en réalité peu abondants.

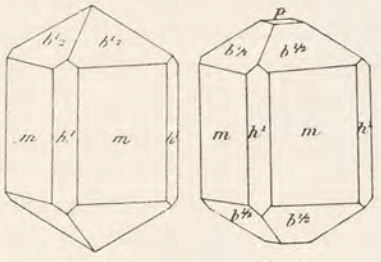


Fig. 1. Fig. 2.

Idocrase de Péguères.

L'idocrase est brun verdâtre ou vert pistache. En traitant le calcaire par un acide, il est facile de dégager ce minéral. Je dois à l'obligeance de M. Frossard la communication d'un petit cristal vert représenté par la fig. 1 et montrant la combinaison m (110), h^1 (100), $b^{1/2}$ (111) ; quelques cristaux présentent en outre la face p (001) (fig. 2).

Cette forme est celle que possèdent les cristaux bien connus de Wilui, mais elle est rare à Péguères et les cristaux les plus fréquents, de couleur jaune brunâtre ou verdâtre, présentent les formes m (110), h^1 (100), p (001) (fig. 4). Il n'est pas rare de les voir intimement associés aux grenats ; ils sont soit enveloppés par ces derniers, soit implantés sur eux (fig. 3).



Fig. 3.

Cristaux d'idocrase (i) implantés sur des rhombododécaèdres de grenat (g) dans le calcaire de Péguères.

Quand on les a dégagés par les acides, on constate que leurs faces sont souvent creusées de nombreuses cavités. Les cristaux se sont formés dans le calcaire et ont englobé les cristaux de calcite de celui-ci, comme la staurotide de Bretagne l'a fait pour les grains de quartz (p. 10, fig. 8). M. Frossard a trouvé dans

ce gisement des agrégats bacillaires d'idocrase gris brunâtre, analogues à ceux de l'Arbizon qui vont être décrits.

L'idocrase se rencontre en abondance beaucoup plus grande et dans les mêmes conditions au contact du granite du massif de Néouvielle avec les calcaires paléozoïques (dévoniens ?). Les gisements les plus importants à signaler sont les pics du Bassia, d'Arbizon, de Montfaucon. L'idocrase y est associée au grenat comme au pic de Péguères. Nous verrons plus loin que l'axinite a souvent été en outre produite, mais toujours postérieurement à ces deux derniers minéraux.

Au cirque d'Arec formé par les pics de Bassia, d'Arbizon et de Montfaucon, j'ai observé le contact immédiat du granite et des calcaires paléozoïques. On y voit ces derniers transformés en grenat massif, accompagné d'idocrase brune en cristaux peu allongés ($ph^1\ m$) (fig. 4).

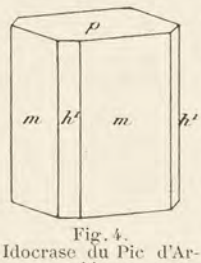


Fig. 4.
Idocrase du Pic d'Arbizon.

Par places, ces minéraux sont disséminés en bons cristaux au milieu du calcaire. Plus loin, les calcaires moins modifiés alternent avec des bancs silicatés ; le contact de ces deux roches est souvent constitué par de l'idocrase se présentant sous une forme particulière. C'est celle qui a été trouvée autrefois par Picot de Lapeyrouse (Charpentier, *op. cit.*, 277).

Le minéral forme alors des rosettes constituées par un très grand nombre de longues aiguilles de 1^{cm} à 5^{cm} disposées autour d'un centre. Elles ressemblent à la coupe diamétrale d'un énorme sphérolite. Cette idocrase est verte ou brune dans les surfaces exposées à l'air ; dans les cassures fraîches, elle est souvent blanc grisâtre. Quelques échantillons plus finement fibreux et verts ressemblent à de l'actinote ou à de l'épidote.

La formation de cette idocrase est postérieure à celle du grenat, car on voit souvent ces rosettes interrompues par un cristal de ce dernier minéral.

Cette variété d'idocrase s'observe surtout au pied des derniers escarpements du pic de Bassia et de celui de l'Arbizon ; elle s'y rencontre en abondance extraordinaire.

M. Gourdon m'a communiqué de superbes cristaux d'idocrase brun jaune ou brun verdâtre qu'il a recueillis sur le versant espagnol des Pyrénées dans le massif des Posets.

Le gisement se trouve au col qui sépare le pic de Boups (pic de Box) et le pic de la Habana (pic de Comajuana de la carte de M. Schra-

der). L'idocrase est accompagnée de grenat grossulaire rose chair dans un calcaire voisin du granite.

Ces cristaux présentent les faces p (001) m (110) h^1 (100); souvent à peu près également développées, avec $b^{1/2}$ (111) (fig. 5) et parfois des traces de h^3 (210).

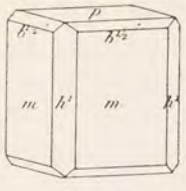


Fig. 5.
Idocrase du col de Boups.

La figure 6 représente un cristal de la collection de M. Gourdon présentant un curieux allongement suivant une arête ph^1 (001) (100). Le cristal montre les faces h^1 (100) et p (001) dominantes avec m (110), h^3 (210), $b^{1/2}$ (111) et a^1 (101). Il mesure 7^{cm} de plus grande dimension et a environ 3^{cm}5 de hauteur et de largeur.

Ce gisement mérite une mention toute spéciale et son exploration approfondie permettrait d'y recueillir de beaux échantillons de collection.

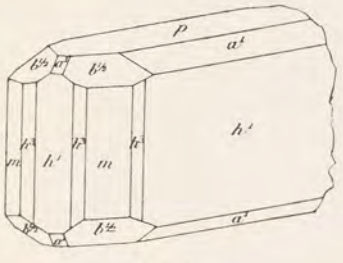


Fig. 6.
Idocrase du col de Boups, allongée suivant l'arête de zone ph^1 (001) (100).

Le grenat jaune de la montagne de Senet [Catalogne] est accompagné d'idocrase jaune verdâtre, d'épidote, etc. A la pique Fourcanade [Aragon], M. Gourdon a aussi trouvé de l'idocrase et du grenat semblables à ceux de l'Arbizon.

Ariège. M. Caralp m'a indiqué l'existence de l'idocrase et du grenat dans les calcaires paléozoïques au contact du granite du lac de Bethmale (massif du Mont-Vallier). Ces cristaux sont du même type que ceux de l'Arbizon.

Dans la vallée d'Aulus, j'ai observé également ces deux minéraux à la mine des Argentières. L'idocrase se présente en cristaux brunâtres m (110), h^1 (100), p (001) très cannelés et difficiles à isoler de leur gangue. Ils sont accompagnés de wollastonite.

Un peu plus à l'est, les mêmes minéraux se rencontrent au port de Saleix et notamment sur son flanc S. E. (vallée de Saleix).

Dans les contacts du granite et des calcaires anciens des environs de Quérigut, qui seront décrits plus loin à l'occasion du grenat grossulaire, l'idocrase se rencontre en petite quantité. On peut citer notamment le roc de l'Encledous, au-dessous du col de Paillières près Mijanès, ainsi que le pic de Ginevra. Dans ce dernier gisement, l'idocrase brun rouge foncé se présente soit en cristaux à formes nettes, soit en cristaux bacillaires, rappelant l'égérane de Bohême.

Pyrénées-Orientales. — L'idocrase se trouve dans les mêmes conditions sur la rive gauche de l'Aude, près de la forge de Puyvalador, ainsi qu'au pic de Madres : les cristaux de ce dernier gisement m'ont été donnés par M. Roussel.

Plateau Central. — *Rhône.* Fournet (in Drian, *op. cit.*, 230) a trouvé l'idocrase dans les cornes vertes de Chessy. Ces roches constituées en grande partie par du pyroxène, du grenat, etc., seront étudiées plus loin en détail.

Vosges. — Je dois à l'obligeance de M. Vélain un bloc constitué en grande partie par de l'idocrase accompagnée d'un peu de grenat. Il a été recueilli au contact d'une porphyrite amphibolique et d'un calcaire paléozoïque à Raon-l'Étape. Les cristaux d'idocrase atteignent 5^{cm} de plus grande dimension sur 1^{cm}3 de diamètre environ. Ils sont enchevêtrés les uns dans les autres et cimentés par un peu de calcite et de quartz. Ce n'est qu'à grand'peine que j'ai pu isoler en partie un cristal présentant les faces m (110), h^1 (100), p (001), $b^{1/2}$ (111), $b^{1/6}$ (331). Ils sont d'un vert jaunâtre foncé à la périphérie et jaune vert à l'intérieur. La partie centrale des cristaux est translucide alors que leur surface est opaque. Il serait sans doute possible de trouver de très beaux cristaux dans ce gisement.

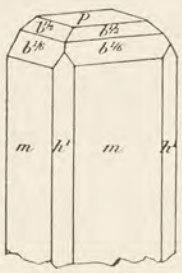


Fig. 7.
Idocrase de Raon-l'Etape.

2° *Dans les filons ou amandes de quartz de pegmatites et dans les calcaires modifiés par la granulite.*

L'idocrase de ce genre de gisement est toujours accompagnée de grenat grossulaire, quelquefois d'épidote. Elle se présente d'ordinaire en masses bacillaires.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* Dans les carrières du Pont-du-Cens, de la Trémissinière et de Barbin, à Nantes, M. Baret a trouvé de l'idocrase en masses bacillaires blanches, jaunes ou un peu verdâtres. Ce minéral est associé au grenat et à l'épidote. Généralement, quand l'idocrase est blanche, les grenats qui l'accompagnent sont incolores ou blancs.

Ces minéraux forment avec du quartz au milieu de micaschistes granulitisés de petits lits qui ont été primitivement riches en calcite,

dissoute plus tard par les actions atmosphériques. Les minéraux que nous étudions ont été ainsi mis à découvert ; ils présentent les caractères des minéraux dégagés d'un calcaire ; les cristaux de grenat sont souvent incomplets, criblés de cavités, friables, etc.

M. Baret m'a indiqué le même minéral dans les gneiss pyroxéniques à wernérite de la carrière de l'Étang, près Saint-Nazaire.

Pyrénées. — Dans les Pyrénées, l'idocrase de cette catégorie de gisement a un cachet particulier ; elle est généralement associée à un grenat grossulaire jaune rougeâtre.

Hautes-Pyrénées. J'ai trouvé de l'idocrase en petits cristaux bruns dans les veines quartzeuses associées aux cipolins des gneiss granulitiques de la montée du Lac-Bleu par Chiroulet (vallée de Lesponne).

Les calcaires précambriens ou paléozoïques intercalés dans les schistes micacés à andalousite du massif du pic du Midi sont extrêmement riches en idocrase. A une centaine de mètres de l'observatoire du pic, j'ai recueilli au milieu de ces calcaires de l'idocrase jaune verdâtre, transparente, en prismes bacillaires associés à de gros grenats grossulaires jaune rougeâtre. Ces minéraux se trouvent implantés sur le quartz au contact du calcaire.

Au-dessus du lac d'Oncet, entre l'hôtellerie du pic du Midi et le col d'Ouest, j'ai trouvé l'idocrase en grands cristaux brun rouge foncé, présentant des formes nettes p (001), m (110), avec quelquefois h^1 (100) engagés dans le calcaire. Après avoir franchi le col d'Oncet dans les éboulis qui conduisent au col d'Aube, on trouve en abondance le même minéral ; mais c'est surtout dans les roches calcaires de la Som de Pène-Blanque que longe le sentier conduisant du col d'Aube au Lac Bleu que l'idocrase est extraordinairement abondante en prismes bacillaires bruns ou rougeâtres plus ou moins foncés, associés au grenat grossulaire. Ces deux minéraux forment souvent de véritables roches, rappelant celles que l'on observe au contact du granite et des calcaires paléozoïques du pic d'Arbizon. Cependant, dans ce gisement, ces minéraux sont dus très nettement à l'action de la granulite.

Le massif du pic du Midi, compris entre la vallée de Lesponne au nord et la vallée du Bastan au sud, est extrêmement intéressant au point de vue des minéraux d'origine métamorphique qu'il renferme. L'éloignement de lieux habités en rend malheureusement assez difficile l'étude approfondie.

Haute-Garonne. M. Gourdon m'a communiqué des masses bacillaires d'idocrase brunâtre constitués par des cristaux très cannelés ayant $2^{cm}5$ de longueur environ et englobés par du quartz avec quelques cristaux b^1 (110) de grenat. Le quartz forme ces veinules dans le calcaire de Port-Vieux (haute région orientale de la vallée du Lys, près Luchon).

Au Mail Plané près Luchon, l'idocrase se présente sous la même forme, sa couleur est le jaune brunâtre clair ; sa composition chimique a été donnée plus haut.

Ariège. Les schistes micacés des environs d'Ax renferment de petits bancs calcaires presque entièrement modifiés et transformés en une roche composée de pyroxène et localement d'idocrase et de grenat.

A la montée de la route de Prades, au-dessus du Couloubret à Ax, on voit sur le bord de la route des filonnets de quartz qui sont riches en petits cristaux : m (110), h^1 (100), p (001) et plus rarement a^1 (101), d'idocrase brun clair. Ils sont généralement opaques, très cannelés ; accidentellement on trouve de très petits cristaux qui sont translucides. Ce minéral a été signalé pour la première fois par M. Caralp. (*Thèse.* Toulouse, 1888.)

J'ai retrouvé ce minéral dans les mêmes conditions le long d'un petit sentier qui descend du village d'Ascou vers un moulin situé dans le ravin. L'idocrase forme parfois des bancs atteignant plusieurs centimètres d'épaisseur ; elle est brun foncé, mais ne se présente pas en cristaux déterminables.

3° *Dans les gneiss à pyroxène.*

Bretagne. — *Morbihan.* Le gneiss à pyroxène de Roguédas contient des masses bacillaires brun cannelle d'idocrase (type égérane) associés à la wollastonite, etc., qui ont été indiquées pour la première fois par M. de Limur (*op. cit.*, 78). Elles atteignent parfois plusieurs centimètres de longueur.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Le gneiss à pyroxène de Saint-Clément identique à celui de Roguédas (voir *B. S. M.* XII. 146. 1889) renferme également de l'idocrase

ORTHOSILICATES

GROUPE DES PÉRIDOTS

Ce groupe de minéraux est constitué par plusieurs types qui tous sont orthorhombiques (sauf peut-être le titanolivine) et dont la composition chimique est représentée par la formule générale :

$$R^2Si\,O^4$$

dans laquelle

$$R = (Mg, Ca, Fe, Mn \text{ ou } Zn)$$

Dans le titanolivine, une partie de *Si* est remplacée par *Ti*.
On distingue dans ce groupe les types suivants :

Forstérite	$Mg^2\,Si\,O^4$
Monticellite	$Mg\,Ca\,Si\,O^4$
Olivine, *Hyalosidérite*	$(Mg, Fe)^2\,Si\,O^4$
Titanolivine	$(Mg,Fe)^2(Si, Ti)\,O^4$
Hortonolite	$(Fe, Mg)^2\,Si\,O^4$
Fayalite	$Fe^2\,Si\,O^4$
Knebélite	$(Fe, Mn)^2Si\,O^4$
Téphroïte	$Mn^2\,Si\,O^4$
Roeppérite	$(Fe, Mn, Zn)^2Si\,O^4$

Deux seulement de ces minéraux se trouvent en France : l'*olivine* et la *fayalite* [1]. J'ai cependant étudié en outre le *titanolivine* qui provient de Zermatt [Valais] et qui est intéressant à cause de son analogie de caractères extérieurs avec la humite d'un gisement pyrénéen.

1. Voir *Supplément*, t. IV, pour *Forstérite* et *Téphroïte*.

OLIVINE

$(Mg\ Fe)^2\ Si\ O^4$[1]

Orthorhombique : $mm = 119°\,13'$ (Dx.).

$b : h = 1000 : 401{,}725$. $D = 862{,}602$. $d = 505{,}883$.

$[a : b : c = 0{,}58646 : 1 : 0{,}46573]$

Formes observées. $h^1(100)$, $g^1(010)$, $g^3(120)$, $p(001)$, $a^1(101)$, $e^1(011)$, $e^{1/2}(021)$.

Macles. Macles suivant m (110) qui ne se présentent que rarement dans les cristaux des roches parmi les gisements que nous étudions ici.

La plupart des auteurs étrangers adoptent une autre forme primitive. Voici la concordance avec la position adoptée ici et qui est celle de M. des Cloizeaux. Il me semble préférable de la conserver, car elle met en évidence la forme limite du péridot :

Notre h^1 (100)	devient	p (001)	Notre a^1 (101)	devient	a^1 (101)
g^1 (010)		g^1 (010)	e^1 (011)		m (110)
g^3 (120)		$e^{1/2}$(021)	$e^{1/2}$(021)		g^5 (120)
p (001)		h^1 (100)			

Les cristaux d'olivine des gisements français proviennent tous de tufs ou de scories basaltiques et sont généralement recueillis dans les sables. Il en résulte qu'ils sont presque toujours roulés ou qu'ils sont enduits de matière vitreuse, ce qui rend les mesures précises impossibles.

1. L'olivine peut être considérée comme constituée par un mélange isomorphe de forstérite (Mg^2SiO^4) et de fayalite (Fe^2SiO^4). Je n'ai pas séparé l'olivine renfermant de 5 à 25 % de FeO de la hyalosidérite en renfermant de 25 à 30 %. D'après M. Max Bauer, les paramètres de la hyalosidérite du Kaiserstuhl sont les suivants :

$b : h = 1000 : 403{,}192$. $D = 861{,}236$. $d = 508{,}095$.

$[a : b : c = 0{,}58996 : 1 : 0{,}46815.]$

Voir *Supplément*, t. IV, 717.

Les angles que je donne ici ont été mesurés sur des cristaux provenant des tufs basaltiques de Bessac en Saint-Jean-de-Nay et des sables d'Espaly (Haute-Loire).

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	119°13′		a^1a^1 sur h^1	76°54′	76°43′	$pe^{1/2}$	137° 2′	
$\frac{3}{16}g$ h	130°27′		ph^1	90°		$e^1e^{1/2}$	162° 1′	126° 5′
g^3g^3 sur h^1	80°54′	81°10	$p\,e^1$	155° 2′		$e^{1/2}g^1$	132°58′	133° 5′
g^3g^1	139°33′	104°1′	e^1g^1	114°58′	115°15′	$p\,g^1$	90°	90°
a^1h^1	128°27′		e^1e^1 sur p	130° 3′	129°51′			

Faciès des cristaux. Les cristaux des gisements étudiés ici sont généralement un peu allongés suivant l'arête $p\,g^1$ (001) (010). Quand la face g^1 (010) est très développée, ils ont la forme de petites tables très caractéristiques. Ce développement est celui qu'on observe généralement dans le péridot microscopique des roches volcaniques basiques. Dans quelques cristaux de la Réunion, j'ai observé un allongement curieux suivant l'axe vertical (fig. 11).

Clivages. Clivages, assez facile suivant g^1 (010), difficile suivant p (001). En lames minces, ces clivages ne se voient pas toujours ; ils apparaissent dans l'olivine en voie d'altération.

Cassure conchoïdale.

Dureté. 6.2 à 7.

Densité. 3.2 à 3.34 ; 3.38 (Lherz, *Damour*) ; 3.204 (Arignac).

Coloration. Jaune plus ou moins verdâtre. Par altération, le minéral devient jaune ou rougeâtre ; l'examen microscopique fait voir que ce changement de couleur est dû à des produits de décomposition.

Éclat vitreux, transparent ou translucide.

Inclusions. L'olivine renferme souvent des inclusions d'hématite qui seront décrites aux altérations. Dans les roches basiques, elle contient des inclusions vitreuses avec ou sans bulle, des cristaux arrondis de magnétite et de pléonaste ; dans les lherzolites et les nodules à olivine des basaltes, elle renferme des inclusions gazeuses et liquides avec ou sans bulles mobiles (acide carbonique liquide ou peut-être carbure d'hydrogène très volatil).

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100. Bissectrice aiguë *positive*, perpendiculaire à p (001).

M. des Cloizeaux a mesuré les indices suivants sur l'olivine de Torre del Greco (Na) :

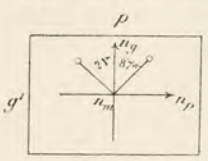


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100).

$$\mathbf{n}_g = 1.697$$
$$\mathbf{n}_m = 1.678$$
$$\mathbf{n}_p = 1.661$$

La biréfringence maximum est :

$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}036$$

L'écartement des axes est toujours très grand. J'ai déduit la valeur suivante de la mesure de 2 *d* (Na) :

$$2\,\mathbf{V} = 88^\circ \qquad \text{Saint-Jean-de-Nay.}$$

La dispersion est faible avec $\rho < \nu$.

Le péridot des nodules à olivine et des péridotites présente souvent en lames minces des extinctions roulantes dues à ce que les sections considérées sont constituées par des plages, séparées par des lignes droites et s'éteignant à partir d'elles sous des angles ne dépassant pas 3°. M. Michel Lévy considère ces apparences comme dues à des groupements suivant *p* (001) de l'ordre de ceux qui s'observent dans un grand nombre de minéraux pseudosymétriques ; peut-être pourrait-on voir là des macles secondaires.

Composition chimique. Analyses : *a*) de l'olivine des nodules péridotiques de Langeac, par Berthier (*A. M.* X. 369. 1825).

b) de l'olivine de Bessac en Saint-Jean-de-Nay (*Haute-Loire*) (Lx.).

c) du Vivarais, sans indication plus précise, par Walmstedt (*Stockholm, Acad. Handl.* II. 359. 1824).

d) de l'olivine de la lherzolite de l'étang de Lherz, par M. Damour (*B. S. G.* XXIX. 413. 1862).

e) de l'olivine des cipolins d'Arignac (Lx.).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)
SiO^2...	40,8	40,09	41,44	40,59	39,12
MgO...	41,6	43,96	49.19	43,13	47,23
FeO...	16,4	15,85	9,72	13,73	13,13
MnO ..	»	»	0,13	1,60 perte	0,64
CaO...	»	»	0,21	»	»
Al^2O^3..	»	»	0,16	»	»
	98,8	99,90	100,85	99,05	100,12

Beaucoup de péridots sont nickélifères. Je n'ai pas eu l'occasion de le constater directement pour ceux des gisements français. Cependant la lherzolite de Moncaup (Haute-Garonne) très serpentinisée renferme souvent de petites veines de *garniérite* qui s'est formée aux dépens du péridot de la roche ; celui-ci n'étant pas intact, aucun essai n'est possible à cet égard. Les célèbres gisements de nickel de la Nouvelle-Calédonie ne semblent pas avoir une autre origine.

Berzélius a signalé des traces de cuivre dans l'olivine d'Auvergne (in Rammelsberd *Handl. d. Miner. Chem.* 429).

Essais pyrognostiques. L'olivine est infusible au chalumeau ; les variétés très ferrifères (*hyalosidérite*) fondent difficilement en un globule noir magnétique. Très facilement attaquable par les acides (même par l'acide acétique) en faisant gelée.

Altérations. L'olivine est un des silicates s'altérant avec le plus de facilité et donnant ainsi naissance au plus grand nombre de substances différentes.

Ces transformations peuvent être ramenées à quatre types :

1° *Transformation en carbonates.* Certaines péridotites présentent ce mode de décomposition d'une façon très nette ; il en résulte la formation d'un carbonate de magnésie ; la silice se dépose sous forme d'opale ; il se forme aussi des produits ferrugineux. A Moncaup (Haute-Garonne), les carbonates ont été en partie enlevés par lévigation et l'opale subsiste à peu près seule.

Dans un grand nombre de basaltes d'Auvergne, l'olivine est transformée en carbonates rhomboédriques. Ce mode d'altération est très fréquent dans les pépérites de la Limagne dont j'ai observé un grand nombre de préparations grâce à l'obligeance de M. Gautier.

Le basalte de Montaudou près Royat et les nodules à olivine qu'il renferme sont aussi remarquables à ce point de vue. Dans ces derniers, la transformation se propage le long des clivages du péridot. Les pseudomorphoses présentent souvent alors en lames minces une apparence fibreuse.

2° *Rubéfaction sans hydratation.* Ce mode d'altération s'observe surtout dans les nodules à olivine. Dans certains gisements, on les voit devenir rouge foncé. L'examen d'une lame mince fait voir que l'olivine seule est altérée ; dans tous ses clivages, dans toutes ses cassures se

développent de très fines lamelles d'hématite y dessinant de délicates arborisations ou des arabesques parfois très élégantes (fig. 2) qui se détachent en rouge vif sur le fond incolore de l'olivine. Les lamelles sont polychroïques ; le péridot intact gêne pour l'étude de leurs propriétés optiques ; il n'est cependant pas douteux qu'elles soient constituées par de l'hématite.



Fg. 2.
Lame mince taillée dans un nodule à olivine rubéfiée constitué par de l'olivine criblée d'inclusions d'hématite et par un peu d'enstatite (E). Ardes (Puy-de-Dôme).

En chauffant au rouge vif pendant quelque temps, dans un creuset de platine, des fragments de lherzolite, des nodules à olivine et des cristaux d'olivine, j'ai reproduit très facilement tous les stades de cette transformation.

3° *Rubéfaction avec hydratation*. L'olivine de très nombreuses roches basiques présente un autre mode d'altération. Le minéral se transforme soit par la périphérie, soit par le centre (fig. 3) en un produit biréfringent brun rouge qui l'épigénise parfois complètement. Dans certains cas, il semble que cette substance soit de la göthite ; dans d'autres, au contraire, elle est constituée par un silicate ferrugineux hydraté de composition du reste encore indéterminée. C'est particulièrement le cas qui se présente dans les basaltes du Mont-Dore récemment décrits par M. Michel Lévy (*B. S. G. Réunion extraordinaire à Clermont-Ferrand*, 1890). Les propriétés optiques de ce minéral seront étudiées à la suite du groupe du chrysotile.

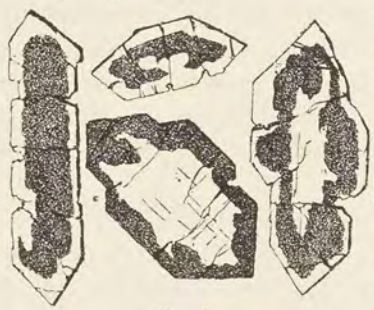


Fig. 3.
Sections microscopiques d'olivine se transformant en produits ferrugineux rouges biréfringents (Mont Dore).

Ce mode de rubéfaction est extrêmement fréquent dans toutes les roches volcaniques à olivine française, dans celles de la Réunion, etc.

Les péridots rubéfiés ont été considérés autrefois comme des substances spéciales et désignés sous le nom de *chusite*, *limbilite*, etc.

3° *Serpentinisation*. Ce mode d'altération est le plus fréquent et celui

que l'on observe particulièrement d'une façon constante dans les péridotites. La serpentinisation consiste dans une hydratation plus ou moins complète de l'olivine conduisant à la formation de minéraux du groupe du chrysotile avec ou sans résidu de produits amorphes, ferrugineux ou magnésiens. Les minéraux cristallins qui prennent ainsi naissance seront étudiés en détail à l'article *chrysotile*. Je me contenterai de rappeler que lorsque l'olivine se serpentinise, elle se fendille ; dans ses fissures, dans ses clivages se développent des fibres ou des rubans de chrysotile qui peu à peu finissent par remplacer complètement le minéral primordial (fig. 4).

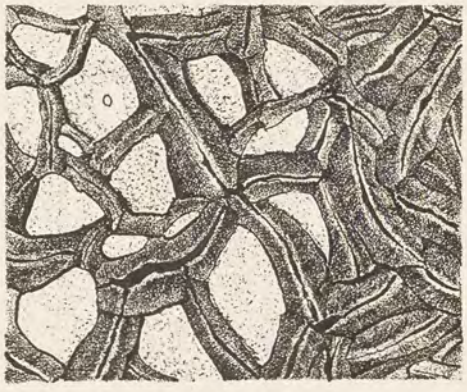


Fig. 4.
Lame mince d'une péridotite montrant la transformation de l'olivine en chrysotile (serpentinisation) (Étang de Lherz).

Le chrysotile est incolore en lames minces ou légèrement verdâtre. La bissectrice positive est parallèle à l'allongement des fibres et sa biréfringence maximum d'environ 0.01.

Le péridot de quelques roches volcaniques se transforme en un produit plus ferrugineux vert ou jaune de diverses nuances, polychroïque, dont la biréfringence maximum peut dépasser 0.025. Tantôt cette substance est fibreuse ou se présente en sphérolites, rappelant certaines chlorites (*delessite*), tantôt, au contraire, elle constitue des plages homogènes ayant la forme du péridot épigénisé. Elle se rencontre surtout dans les basaltes anciens (*mélaphyres*). La bissectrice est négative et l'écartement des axes souvent faible. Je les considère comme des silicates de magnésie et de fer hydratés dont j'essaierai d'établir les relations mutuelles à la suite de l'article chrysotile. Il est possible que le minéral du Mont-Dore étudié par M. Michel Lévy et signalé plus haut appartienne à cette série et en soit un terme très ferrugineux.

C'est au même groupe de produits qu'il y a lieu de rattacher la *garniérite* d'un beau vert qui se trouve dans les péridotites serpentinisées de la Nouvelle-Calédonie et dans celles de Moncaup (Haute-Garonne).

On sait que la *villarsite* est un péridot transformé en chrysotile. On

verra plus loin que c'est par erreur que cette substance a été signalée dans les granites du Forez et du Morvan.

4° *Transformation en amphibole.* Enfin l'olivine de nombreux gisements présente une transformation périphérique curieuse que j'ai observée et décrite dans les gabbros à olivine du Pallet (Loire-Inférieure). Les grains d'olivine qui sont englobés par le feldspath s'entourent d'une double couronne périphérique incolore dans la zone intérieure, verte dans la zone en contact avec le feldspath. Au Pallet, la première semble être constituée par de la trémolite (?) en baguettes accolées, la seconde est formée par de l'actinote. Elle est généralement

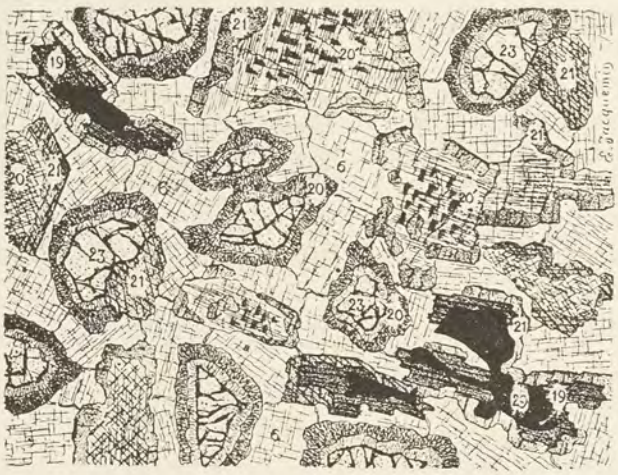


Fig. 5.
Lame mince du gabbro à olivine du Pallet (Loire-Inférieure) montrant l'olivine (23) entourée d'une double zone périphérique (20) d'actinote et de trémolite. La roche renferme en outre du diallage (20') de la hornblende (21), de la biotite (19) et du labrador (6) (*Lumière naturelle*).

fibreuse et son extrémité plongeant dans le feldspath est souvent vermiculée et dentelliforme ; les couronnes rappellent la kelyphite se développant autour du pyrope des péridotites ainsi que les produits de transformation du pyroxène des éclogites de la Loire-Inférieure. Assez rarement, l'olivine est entièrement transformée.

Il est probable que le feldspath fournit une partie des éléments des minéraux nouvellement formés puisque c'est à son contact seul que se produisent ces intéressants phénomènes qui ne s'observent plus quand l'olivine est englobée par le pyroxène.

Ce mode de transformation de l'olivine est fréquent dans les gabbros scandinaves où il a été étudié pour la première fois ; les pétrographes qui l'ont décrit le considèrent comme dû au dynamométamorphisme.

Dans les lherzolites des divers gisements de l'Ariège et particulièrement dans celle de Sem, j'ai observé des diaclases microscopiques dans lesquelles l'olivine, aussi bien que le pyroxène, est transformée en amphibole vert clair dentelliforme dans du feldspath triclinique ou quelquefois dans du dipyre.

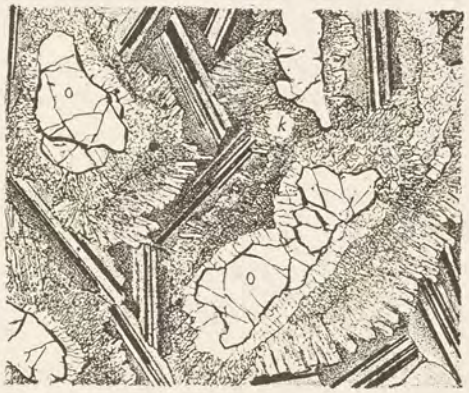


Fig. 6.
Lame mince de la roche représentée par la fig. 5 (lumière polarisée). L'olivine se trouve en plus grands cristaux. La double couronne périphérique (*k*) de l'olivine (*o*) est plus nette.

Diagnostic. Les cristaux de péridot sont faciles à reconnaître ; la densité, la facile attaque par les acides sont des caractères très typiques de ce minéral. Dans les lames minces, les propriétés optiques ne sont pas moins caractéristiques. Quand le minéral présente des formes propres, on les reconnaît à leurs profils à pointements aigus (fig. 12) (distinction avec pyroxène), à leur réfringence élevée, accompagnée d'un aspect chagriné spécial aux minéraux durs, à leur absence de coloration.

En lumière polarisée parallèle, on constate une biréfringence élevée ($n_g - n_p = 0{,}036$), des extinctions parallèles aux côtés et aux traces des clivages quand il en existe. Dans la grande majorité des cas, les cristaux sont allongés suivant l'arête $p\ g^1$ (001) (010) et alors on peut constater que le plan des axes optiques est transversal à l'allongement et que ce dernier est tantôt positif [g^1 (010)], tantôt négatif [p (001)] (fig. 12). L'olivine est exceptionnellement allongée suivant l'axe vertical dans les microlites de quelques roches spéciales. Les faces g^3 (120) dominent dans la zone verticale ; les sections transversales p (001) présentent des pointements à 80° 54′ alors que les sections longitudinales à extinctions symétriques par rapport aux côtés ont la forme représentée par la fig. 13. L'allongement est toujours de signe positif.

Enfin les produits d'altération ferrugineux viennent compléter le diagnostic, car ils manquent aux minéraux (pyroxènes) avec lesquels on

pourrait confondre parfois l'olivine. Les produits magnésiens d'altération du pyroxène se distinguent bien de ceux du péridot.

On a vu plus haut (p. 122) que les propriétés optiques seules sont insuffisantes pour assurer le diagnostic différentiel de l'olivine et de la humite rhombique en l'absence des formes géométriques : l'analyse chimique seule peut trancher la question.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'olivine constitue un élément essentiel ou accessoire d'un grand nombre de roches, mais dans les gisements français elle ne se rencontre en cristaux macroscopiques que dans les produits de projection volcaniques. Ces cristaux sont soit isolés dans les tufs ou sables, soit adhérents à des laves scoriacées dont il est possible de les extraire. J'étudierai tout d'abord le petit nombre des gisements de ce genre pour m'occuper ensuite de l'olivine considérée comme élément de roches.

(*a*) Gisements des cristaux d'olivine.

Plateau central. — *Haute-Loire.* Les tufs et les cendres basaltiques de cette région renferment par place des cristaux d'olivine assez nets ; on les retrouve aussi dans les ruisseaux ayant lavé les formations précédentes. On peut citer comme gisement particulièrement intéressant à ce point de vue les tufs de Bessac en Saint-Jean-de-Nay et ceux

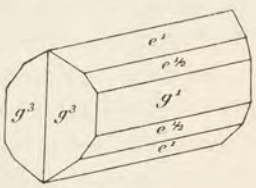


Fig. 7.

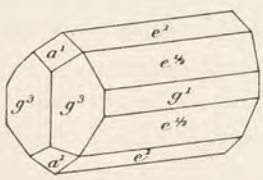


Fig. 8.

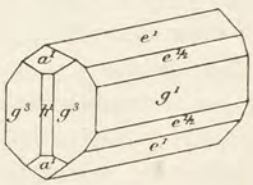


Fig. 9.

Olivine de Saint-Jean-de-Nay. — Olivine du Coupet.

du volcan du Coupet sur les communes de Mazeyrat et de Saint-Elbe. Dans ce dernier gisement, on trouve en même temps que le péridot, et beaucoup plus abondants que lui, des cristaux de corindon et de zircon

provenant de la démolition d'enclaves de roches anciennes (granulite et gneiss) arrachées aux profondeurs par des éruptions basaltiques.

De jolis cristaux se rencontrent aussi dans les sables du Riou-Pezzouliou à Espaly ; ils sont accompagnés des mêmes minéraux.

Les cristaux de tous ces gisements sont identiques ; ils varient de dimension depuis 2^{mm} jusqu'à 1^{cm} environ. Ils présentent ordinairement la combinaison g^1 (010), g^3 (120), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021) (fig. 7) à laquelle s'ajoutent plus rarement a^1 (101) (fig. 8) et h^1 (100) (fig. 9).

Ils sont ou bien nettement allongés suivant p g^1 (001) (010) ou bien aplatis suivant g^1 (010) et alors grâce à un développement à peu près égal suivant les axes a et c, ils présentent la forme de petites tables rectangulaires (fig. 10). Le premier type est surtout abondant à Saint-Jean-de-Nay et au Coupet. Le second n'est pas rare à Espaly.

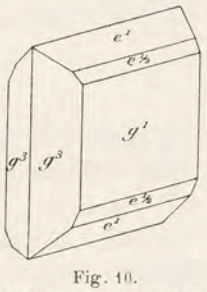


Fig. 10.
Olivine d'Espaly aplatie suivant $g1$ (010).

Pascal (*op. cit.* 396) signale en outre de petits cristaux d'olivine dans les scories basaltiques poreuses du Croustet, de Taulhac, de Mons, etc.

Puy-de-Dôme. Bouillet a signalé des cristaux de péridot dans le basalte de Cergovia, près du village de Merdogne. Cette observation n'a pas été confirmée.

La Réunion. — Les produits de projection basaltiques de la Réunion sont connus depuis longtemps pour leurs cristaux d'olivine déjà cités par Haüy (*op. cit.* 472) qui signale des cristaux de 4^{mm} dans la rivière Saint-Denis ; le cristal qu'il a représenté offre les formes h^1 (100), g^3 (120), g^1 (010), a^1 (101), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021).

J'ai moi-même décrit (*B. S. M.* VII. 172. 1884) de très jolis cristaux de ce gisement qui m'ont été donnés par M. Ch. Velain. Ce savant les a recueillis à la plaine des Sables près du Volcan (*Descrip. géol. de la presqu'île d'Aden, de l'île de La Réunion*, etc. Paris, 77, 1878). Ils y forment avec des cristaux d'augite de véritables sables que l'on rencontre dans tous les ravins voisins.

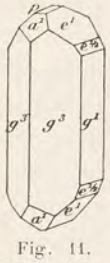


Fig. 11.
Olivine allongée suivant l'axe vertical.
(La Réunion.)

La forme du plus grand nombre d'entre eux est celle des cristaux les plus communs dans le Velay : g^1 (010), g^3 (120), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021) accompagné parfois de a^1 (101) et de h^1 (100) ; cette dernière forme est assez rare et constituée toujours par de très petites facettes (fig. 7 à 9).

J'ai cru autrefois voir sur un petit cristal les faces m (110), mais

après nouvel examen, le cristal est tellement arrondi qu'elles me semblent douteuses.

Enfin j'ai observé deux très petits cristaux présentant un allongement anormal, suivant l'axe vertical. L'un d'eux porte une face p (001) arrondie (fig. 11).

b) Olivine considérée comme élément constitutif des roches.

Nous avons à considérer successivement le péridot comme élément : 1° des roches volcaniques, 2° des roches grenues (péridotites, gabbros, etc.), et 3° des calcaires cristallins.

1° *Dans les roches volcaniques.*

L'olivine se rencontre généralement dans les roches volcaniques à l'état d'élément ancien de première consolidation ; exceptionnellement, on l'y trouve à l'état microlitique de seconde consolidation.

Péridot de première consolidation. Le péridot de première consolidation est un des éléments essentiels, caractéristiques des basaltes[1] tertiaires ou antetertiaires (mélaphyres), des limburgites, des néphélinites basiques, etc. Il se rencontre en outre occasionnellement dans certaines labradorites et andésites basiques, enfin il existe comme élément essentiel de roches exceptionnelles communes au Mont-Dore (*Trachytes augitiques à olivine*).

Dans les basaltes, l'olivine est souvent macroscopique ; elle y est parfois extrêmement abondante, comme cela a lieu notamment dans la variété désignée en Auvergne sous le nom de basalte porphyroïde et dans quelques laves de l'île de la Réunion dans lesquelles l'olivine forme une partie notable de la roche. Dans les basaltes et néphélinites, l'olivine offre souvent des formes propres et, d'après les sections microscopiques, il est facile de voir que ses cristaux ont exactement la forme de ceux des tufs basaltiques que nous avons décrits plus haut. En général, ils sont d'autant plus nets que la roche qui les renferme est plus vitreuse.

Les cristaux offrent très souvent des formes cristallitiques montrant

1. J'emploie la nomenclature pétrographique de MM. Fouqué et Michel Lévy basée sur la composition minéralogique et la structure; le lecteur la trouvera exposée à l'article « Feldspaths ».

que, comme dans les reproductions synthétiques de MM. Fouqué et Michel Lévy et dans les scories métallurgiques, le cristal a commencé par un squelette se remplissant du dehors au dedans. Les cristaux d'olivine sont fréquemment corrodés par le magna qui les englobe (fig. 12, *b*).

Les macles avec pénétration suivant *m* (110) sont rares dans les roches françaises.

L'olivine constitue un des minéraux les plus anciens des roches basaltiques et ne renferme guère à l'état d'inclusions que de la magnétite, de petits octaèdres a^1 de spinelle brun, de l'apatite ou du zircon, ainsi que des inclusions vitreuses.

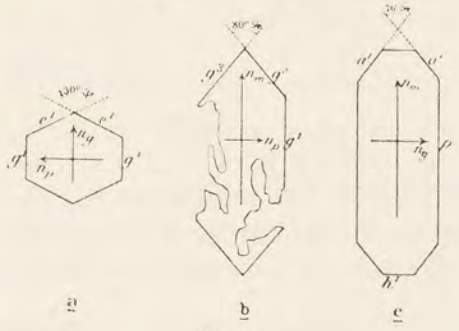


Fig. 12.

Sections orientées d'olivine de première consolidation des roches basaltiques montrant leurs profils et leur orientation optique : *a*) section transversale *h*1 (100), *b*) section *p* (001), *c*) section *g*1 (010).

On observe tous les modes d'altération cités plus haut. Ils sont naturellement plus fréquents dans les basaltes anciens (mélaphyres) que dans ceux de la période tertiaire.

Dans les labradorites, les andésites et les trachytes augitiques à olivine, le péridot présente les mêmes propriétés que dans les basaltes ; les formes nettes y sont peut-être plus rares.

Péridot de seconde consolidation. Dans les roches françaises, le péridot de seconde consolidation est une exception. Il se rencontre exclusivement dans les andésites et labradorites augitiques de la chaîne des Puys où M. Michel Lévy l'a signalé le premier (*C. R.* 10 *nov.* 1890) et dans quelques-unes de celles du Velay étudiées par M. Boule (*B. C. G.* n° 28. III. 138. 1892). Il y forme de petits cristaux allongés suivant l'axe vertical (fig. 13) dont le centre est souvent occupé par la matière vitreuse (fig. 13, *b* et *c*).

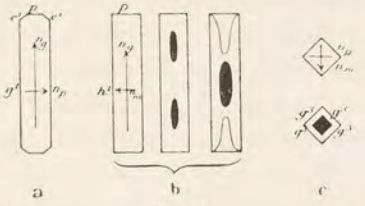


Fig. 13.

Sections orientées de microlites d'olivine allongés suivant l'axe vertical (chaîne des Puys). *a*) section *h*1 (100), *b*), section *g*1 (010), *c*) sections transversales *p* (001). (D'après M. Michel Lévy.)

2° *Dans les roches grenues.*

Dans cette catégorie de roches, l'olivine existe dans les gabbros

et les diabases et surtout dans les péridotites qui sont parfois presque entièrement formées par ce minéral. Aussi m'étendrai-je particulièrement sur cette dernière catégorie de roches. Enfin on le rencontre dans les météorites.

a) *Péridotites.*

L'olivine est l'élément unique ou essentiel des roches grenues qui constituent le groupe des péridotites. Des noms spéciaux ont été attribués par divers pétrographes aux diverses roches auxquelles donne naissance la combinaison de l'olivine avec l'enstatite, les pyroxènes monocliniques et la hornblende. Je rappellerai que ces types sont les suivants ;

Dunite.....	olivine seule.
Harzburgite.....	olivine et enstatite.
Lherzolite.....	olivine, enstatite, diopside.
Wehrlite.....	olivine, diallage, hornblende
Picrite.....	olivine, augite.
Picrite à hornblende.	olivine, hornblende.

Toutes ces roches renferment en outre du spinelle. Elles ont une grande tendance à se transformer en serpentine. Dans les gisements français, les types les plus fréquents sont la lherzolite et la picrite à hornblende, bien que les deux premiers soient assez abondamment répandus dans les Vosges, où ils sont presque toujours serpentinisés.

Dans toutes ces roches, l'olivine est grenue, sans forme géométrique. Les inclusions liquides à bulle y sont parfois abondantes. Le mode d'altération le plus habituel est la transformatiou en chrysotile. Je commencerai par la lherzolite qui est la plus abondante en France.

Péridotites à enstatite et diopside (lherzolite).

Pyrénées. — Cette roche a été découverte par Lelièvre qui la signala en 1787 dans le *Journal de physique* et la décrivit comme formant une variété de péridot. Picot de Lapeyrouse (*Fragments sur la minéralogique des Pyrénées*, p. 27) essaya de montrer qu'elle constituait une variété d'épidote. Le nom de lherzolite fut créé par de Lamétherie (*Théorie de la terre*, II, 281). Plus tard, Charpentier (*op. cit.*, 246)

consacra une longue description à cette roche et voulut en faire un pyroxène en roche.

C'est M. Damour qui a démontré l'inexactitude des observations des anciens auteurs et établi que la lherzolite constituait une roche composée d'olivine, de pyroxène vert chromifère, d'enstatite et de spinelle (picotite) (*B. S. G.* 2e sér. XIX. 413. 1862).

Les échantillons étudiés par M. Damour renfermaient environ 75 °/₀ de l'olivine dont l'analyse a été donnée plus haut.

La lherzolite est une roche jaune verdâtre finement grenue, très dense (4.08). Ses éléments sont parfois exactement calibrés ; dans d'autres cas, on observe des concentrations de pyroxène vert ou d'enstatite brune et de picotite noire.

Ariège. La lherzolite est surtout abondante dans l'Ariège où je l'ai particulièrement étudiée. La masse la plus importante se trouve à l'Etang de Lherz, au sud de Massat ; il en existe une série très nombreuse d'affleurements depuis Lherz jusqu'à Suc et aux environs de Vicdessos et de Sem. Une autre série de gisements commence à Bestiac et Caussou dans la vallée de l'Ariège et se retrouve très développée aux environs de Prades (Ariège).

Cette roche se rencontre toujours au milieu des massifs de calcaires dolomitiques secondaires. J'ai pu déterminer approximativement son âge qui date du milieu du jurassique.

J'ai en effet constaté, notamment au bois de Fajou près Caussou, d'intéressants phénomènes de contact de la lherzolite avec les calcaires marneux du lias moyen et recueilli en de nombreux points des galets lherzolitiques dans les calcaires dolomitiques supérieurs dont l'âge est malheureusement encore indécis, mais certainement compris entre le lias supérieur et le crétacé inférieur.

Les masses de lherzolite de l'Ariège, sauf quelques exceptions, ne se serpentinisent que peu profondément ; la roche exposée à l'air devient rougeâtre et les buttes de lherzolite se distinguent de loin, tranchant sur leur fond de calcaire blanc par leur couleur et leur aridité complète.

La roche étudiée en lames minces montre une structure grenue très nette ; seul le spinelle, quand il est inclus dans l'olivine, présente des formes géométriques.

Il n'est pas rare de trouver des macles de diopside et d'enstatite. Enfin j'ai rencontre à Caussou une variété de lherzolite dont tous les

éléments sont moulés par de grands cristaux porphyriques (atteignant $0^{cm}5$) de hornblende noire offrant en lames minces une couleur jaune analogue à celle de la hornblende basaltique.

La roche présente des traces évidentes des phénomènes mécaniques qui ont bouleversé la région ; souvent tous ses éléments sont écrasés et l'on observe leurs fragments cimentés par leurs débris, présentant un type de la *structure en mortier*. L'enstatite est courbée et tordue ; l'olivine présente des extinctions ondulées, un même cristal étant constitué par plusieurs plages à séparations rectilignes ; peut-être se trouve-t-on là en présence de macles par compression. Dans plusieurs gisements, et notamment à Prades et à l'Etang de Lherz, la lherzolite est traversée par des veinules pegmatoïdes de composition variée (pyroxène, spinelle, pléonaste vert, enstatite — enstatite et hornblende — hornblende, pyroxène, spinelle, enstatite, olivine) renfermant parfois du grenat pyrope avec bordure de kelyphite et plus rarement de l'anorthite.

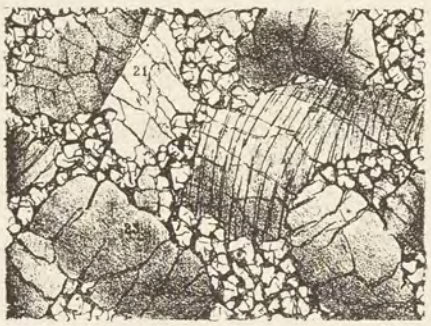


Fig. 14.
Lherzolite de Lherz montrant les déformations mécaniques subies par la roche.
De grands cristaux d'olivine (23), de diopside (21), de plages tordues d'enstatite sont entourées par de l'olivine écrasée.

La lherzolite de l'Ariège se transforme parfois en serpentine (cette transformation n'est jamais que partielle dans les gisements de cette région) ; on en voit de bons exemples aux environs de Prades et à l'étang de Lherz.

A Sem et à Suc, j'ai observé des cas rares de formation de microscopiques veinules d'actinote secondaire traversant la roche et semblant se produire aussi bien aux dépens de l'olivine qu'à ceux des pyroxènes. Cette amphibole forme des aiguilles ou de petits squelettes vermiculés au milieu d'un minéral à un axe négatif qui paraît être du dipyre : dans d'autres cas, l'élément blanc est du feldspath triclinique.

Haute-Garonne. Dans la Haute-Garonne, les lherzolites sont souvent transformées en serpentine. A Moncaup et à Arguénos la serpentinisation presque complète est accompagnée de formation de veines d'opale et de carbonate de magnésie : la serpentine renferme plusieurs variétés

fibreuses de chrysotile (voir à chrysotile). Dans le même gisement, il existe des roches exceptionnelles constituées par du pyrope entouré de kelyphite et du diallage montrant de beaux phénomènes de torsion accompagnés de macles secondaires.

M. Gourdon m'a communiqué de petites veinules vertes de *garniérite* qu'il a recueillie dans la serpentine de Moncaup. Ce minéral provient certainement comme celui de la Nouvelle-Calédonie de la décomposition du péridot de la lherzolite qui doit être faiblement nickelifère.

La lherzolite se rencontre en outre dans plusieurs autres points de la chaîne des Pyrénées.

Plateau central. — Il existe dans la région gneissique du Plateau central et notamment dans la vallée de l'Allier (Saint-Projet, Saint-Ilpize, etc.), de nombreux gisements de serpentine qui doivent être rapportés à la décomposition de la lherzolite, le péridot n'y est intact que çà et là. L'origine de ces péridotites n'est pas claire et l'on ne sait pas exactement si elles constituent des bancs contemporains des gneiss et des amphibolites qui les renferment ou si elles y forment des masses intrusives.

Un grand nombre d'auteurs signalent sur l'autorité de M. des Cloizeaux l'existence de la lherzolite à Beyssac (*Haute-Loire*). M. des Cloizeaux m'a assuré n'avoir jamais vu cette roche. Il y a là certainement une méprise ; la roche de Beyssac décrite par M. Damour dans le mémoire cité plus haut possède bien la composition minéralogique de la lherzolite, mais elle constitue un des nodules à olivine dont il sera question plus loin. L'échantillon étudié provient sans doute de Bessac en Saint-Jean-de-Nay.

Vosges. — *Vosges*. Un certain nombre de serpentines des Vosges proviennent de lherzolites. On peut à ce point de vue citer celles des Bagnelles près du Col du Bonhomme, de Haut-Naymont près Saint-Dié, etc.

Esterel. — *Var*. C'est sans doute au même type qu'appartiennent les serpentines de la Molle près Cogolin sur lesquelles j'aurai l'occasion de revenir au sujet des silicates hydratés de magnésie.

Péridotite à enstatite seule (harzburgite).

La péridotite constituée par de l'olivine et de l'enstatite ne se rencontre guère en France qu'à l'état de serpentine et notamment dans les Vosges à Faurupt et dans divers points de la Corse.

Péridotite sans bisilicates (dunite).

La péridotite sans pyroxène constitue le type le plus abondant dans les Vosges ; on la trouve notamment à Narouel, Saint-Étienne, Cleurie, Chondray, Haycot en Brezouars, entre Eloyes et Jarmenal, aux Houx, au Goujot, etc. La plupart de ces péridotites sont grenatifères et renferment les pseudomorphoses qui seront étudiées à l'article *grenat pyrope*.

C'est à l'un des types précédents et peut-être aussi à la dunite qu'il faut rapporter les serpentines de la Nouvelle-Calédonie qui renferment la garniérite constituant à l'heure actuelle le meilleur minerai de nickel exploitable.

Péridotite à hornblende (picrite à hornblende).

J'ai découvert dans l'Ariège des gisements importants de ce type de péridotite. J'ai décrit déjà ceux qui se trouvent au pic Saint-Barthélemy (*B. C. G.* II. 16. 1890).

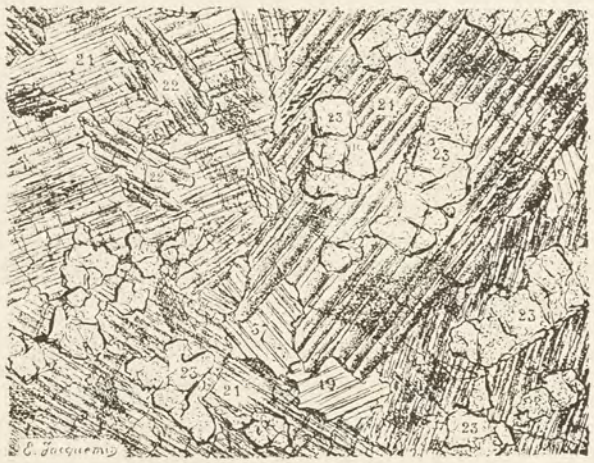


Fig. 15.
Lame mince de la péridotite à hornblende du pic St-Barthèlemy.
19. Biotite. — 21. Amphibole. — 22. Hypersthène. — 23. Olivine.
37. Clinochlore.

J'en ai rencontré depuis de beaucoup plus importants au sud d'Ax, dans la haute vallée de l'Oriège entre ce ruisseau et son affluent le Gnoles (Mont-Bédeilla). La péridotite y constitue des accidents au milieu d'un massif de gabbro-diabase. Plusieurs affleurements se ren-

contrent également dans les schistes cristallins des environs immédiats d'Ax (Petches).

L'olivine y est beaucoup moins abondante que dans la lherzolite. La roche ressemble à une amphibolite à grands éléments ; sur les clivages de hornblende verte (ils atteignent parfois 4^{cm} de côté), on distingue de petits grains noirâtres d'olivine donnant à ces clivages l'aspect de la *bastite* du Harz ; cette structure est celle qui a reçu le nom de *lustre-mottling* des géologues anglais.

Au microscope, on constate que les grains arrondis et toujours intacts d'olivine, d'enstatite et de spinelle sont englobés par de grandes plages d'amphibole accompagnée d'un mica blond pâle et de clinochlore.

Cette roche comme aspect se rapproche beaucoup des péridotites à hornblende des bords de l'Hudson.

M. Termier m'a communiqué une roche analogue qu'il a rencontrée en amas dans le granite à l'ouest de Marlhes (Haute-Loire). Des roches similaires se rencontrent dans les gneiss de la même région. L'amphibole a sensiblement les mêmes dimensions que les autres éléments : le spinelle y est plus abondant que dans les roches des Pyrénées.

b) *Nodules à olivine des roches basaltiques.*

On rencontre dans les tufs de projections basaltiques d'un grand nombre de régions des bombes ayant la composition minéralogique des lherzolites.

Ces bombes à olivine sont très fréquentes en France soit dans les tufs, soit dans les coulées basaltiques. Le péridot d'un beau jaune y est en général très apparent ; la roche est souvent friable et permet aisément d'en séparer les divers éléments (péridot, enstatite, diopside chromifère vert, spinelle vert, spinelle noir).

Dans quelques gisements, le péridot est brun rouge ; il présente alors les phénomènes de rubéfaction sans hydratation étudiés plus haut ; c'est dans ce genre de roches qu'il est le plus facile de les observer. A Montaudou près Royat, on peut voir d'intéressantes transformations du péridot en carbonates rhomboédriques.

Les gisements qui se recommandent plus particulièrement à l'attention par l'abondance des bombes à olivine sont les suivants. On pourrait du reste en multiplier beaucoup le nombre.

Hérault. Valmascle, Montferrier, Agde. (Altérations ferrugineuses).

Drôme. Volcans de Chenavari, de Colombier, etc. près Montélimar (Faujas de Saint-Fons, *Recherches sur les volcans éteints du Vivarais*, etc., 1778, p. 248).

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Volcan de Tareyre (dans ce gisement les nodules frais ou rubéfiés sont extrêmements abondants et atteignent parfois 0^m50 de diamètre), Taulhac, le volcan du Coupet, le volcan de Briançon, Mont-de-Bar près Allègre, Langeac, etc.

Cantal. Puy-Gros près le puy Violent, Saint-Bonnet près Salers, Laurie, Feyssergue, sur les limites du Cantal et de l'Aveyron (dans brèche du basalte des plateaux), plateau de Chalinargues au N.-O. de Neussargues, etc.

Puy-de-Dôme. Plateau des Rentières près Ardes (altérations ferrugineuses fréquentes), Montaudou près Royat, les grottes de Jonas près Besse, Puy de Boueix, etc.

Ardèche. Environs d'Entraygues, en face du château de la Bastide (altérations ferrugineuses); Escunet, etc.

Loire. Environs de Montbrison, etc.

Saône-et-Loire. Drevin près Couches.

Bouches-du-Rhône. Volcan de Beaulieu.

Dans quelques gisements particuliers, on trouve des nodules à olivine renfermant de l'amphibole, de la biotite (Montaudou).

Assez souvent ces nodules ont subi des phénomènes de fusion et de recristallisation intéressants produits surtout aux dépens de l'enstatite, du diopside, de la hornblende et du mica ; aussi seront-ils étudiés aux articles respectifs de ces divers minéraux. L'olivine s'y charge alors d'inclusions vitreuses et parfois fond, puis recristallise avec des formes nettes se rapportant aux types représentés par les figures 12 et 13. Elle est alors riche en octaèdres de spinelle.

Notons en terminant que l'olivine se rencontre aussi, mais assez rarement, dans les gisements français, comme élément accessoire des bombes à hornblende des basaltes.

c) *Gabbros et diabases.*

Les gabbros à olivine sont peu abondants en France. Les gisements les plus nets sont ceux que j'ai signalés aux environs du Pallet dans la

Loire-Inférieure et dans la Haute-Ariège (M^nt Bedeilla). L'olivine s'y trouve en grains généralement arrondis et sans formes distinctes ; il est un des plus anciens minéraux cristallisés dans la roche. Au Pallet, les cristaux englobés dans les feldspaths sont entourés de la zone amphi-

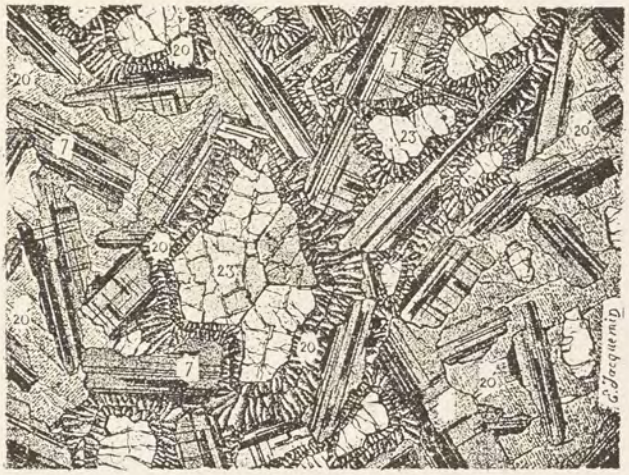


Fig. 15.

Olivine dans le gabbro du Pallet.
Les couronnes amphiboliques (20) s'observent au contact de l'olivine et du feldspath (labrador), celui-ci est moulé par le diallage (20) (structure ophitique). (Lame mince vue en lumière polarisée parallèle.)

bolique décrite plus haut qui ne s'observe pas quand les cristaux sont enveloppés par la hornblende ou par le pyroxène. Parfois les grains de péridot sont maclés suivant m (110) (fig. 15).

Dans les diabases à olivine françaises, le péridot présente les mêmes caractères que dans les gabbros ; il ne se transforme pas en amphibole, mais présente les divers modes de décomposition serpentineuse.

d) *Météorites.*

Le péridot est un élément essentiel d'un grand nombre de météorites. Je passerai rapidement en revue les principales formes qu'il y présente.

De nombreuses classifications de météorites ont été proposées par G. Rose, MM. Daubrée, Tschermak, etc. M. Daubrée a pris pour point

de départ le rôle que joue dans les météorites le fer natif. Il a établi les groupes suivants :

Météorites
- Contenant du fer métallique
  - Ne contenant pas de pierres.... *Holosidères.*
  - Contenant à la fois du fer et des matières pierreuses
    - Le fer constituant un réseau où sont englobés les grains pierreux.. *Syssidères.*
    - Le fer constituant des grenailles disséminées au milieu d'une gangue pierreuse.... *Sporadosidères.*
      - Fer très abondant : *Polysidères.*
      - Fer peu abondant : *Oligosidères.*
      - Fer indiscernable à la vue : *Cryptosidères.*
- Ne contenant pas de fer métallique..... *Asidères.*

M. Stanislas Meunier a proposé (*Encyclopédie Chim.* T. II. 1884) un grand nombre de noms (tirés de localités) pour désigner les météorites appartenant à ces divers groupes et faisant partie de la collection du Museum. Les météorites *holosidères* des chutes françaises seront étudiées à l'article fer.

Quant aux météorites *syssidères* et *sporadosidères polysidères*, elles n'ont jamais été constatées en France et nous n'avons à nous occuper que des *sporadosidères*, *oligo* et *cryptosidères* et des *asidères*.



Fig. 16.
Olivine (O) à formes nettes ou en cristallites englobée par enstatite. (Lame mince de la météorite de Montrejeau. Grossissement. 200 diam.).

La partie pierreuse du plus grand nombre des météorites de ces groupes est essentiellement constituée par un mélange d'enstatite et d'olivine avec souvent un peu de chromite. Ces météorites sont parfois finement grenues, mais le plus souvent, elles possèdent une sorte de structure oolithique due à l'existence de petits globules, désignés sous le nom de *chondres*, qui ont la même composition que le reste de la roche mais qui présentent une structure spéciale. Ces chondres sont parfois très petits et lâchement unis entre eux de telle sorte que la météorite s'écrase avec la plus grande facilité

(météorite d'Ornans) ; mais généralement, ils sont réunis entre eux par un mélange grenu d'enstatite et de péridot. Quelques météorites sont constituées par de véritables *brèches*, composées de fragments de composition variable.

L'examen microscopique montre que les *chondres* sont formés soit de grains, soit plus souvent de baguettes d'enstatite seule ou associée au péridot. Celui-ci présente parfois des formes nettes, mais le plus souvent constitue des assemblages cristalliques dont les fig. 16 à 18 donnent une idée. Ils rappellent beaucoup ceux que l'on observe dans la fayalite des scories ou dans les reproductions synthétiques de MM. Fouqué et Michel Lévy. Un grand nombre de petits cristaux élémentaires se groupent parallèlement pour former le squelette d'un grand cristal englobé par l'enstatite. Il arrive souvent, et particulièrement dans les chondres dans lesquels l'enstatite domine, que les baguettes divergent à partir d'un point (voir à enstatite).

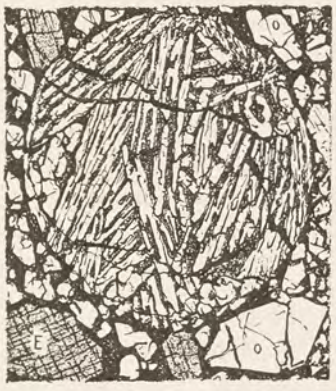


Fig. 17.
Chondre d'olivine de la météorite de Montrejeau entouré par un mélange d'olivine (O) et d'enstatite (E). Dans le chondre, les baguettes d'olivine présentent un grand nombre d'orientations différentes. (Lame mince. Grossissement 100 diam.).

Dans les météorites françaises, les chutes de Montrejeau, d'Agen, d'Aumale, d'Aigle, de Beuste, de Lancé, etc., donnent de bons exemples de chondres.

Quant au magma qui englobe les chondres, il présente généralement la structure grenue ; les dimensions des éléments constitutifs sont très variables dans un même échantillon. La structure en mortier que l'on observe dans les roches ayant subi des actions dynamiques puissantes est fréquente, et certaines météorites sont formées par de véritables brèches de friction microscopiques.

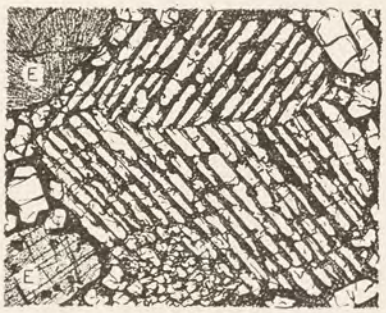


Fig. 18.
Chondre d'olivine de la même météorite dans lequel l'olivine constitue deux squelettes cristallins à orientations différentes. En haut, à gauche, chondre fibreux d'enstatite. (Lame mince. Grossissement 100 diam.).

Dans quelques cas, on observe en dehors des chondres des cristaux de péridot ou d'enstatite à formes nettes (Montrejeau). Le péridot des météorites est constitué par de l'olivine ou par des types plus ferrifères (hyalosidérite). Il forme en moyenne 50 % des météorites du type commun. Cette proportion s'élève exceptionnellement à 75 % (Ornans).

Quant à la partie métallique de la météorite (*fer nickelé*, *troïlite*), elle est postérieure aux éléments pierreux qu'elle moule.

En outre des minéraux qui viennent d'être énumérés, quelques météorites renferment un peu de feldspath, de pyroxène monoclinique, de la matière charbonneuse, etc. Les chutes de ce type commun sont assez fréquentes en France ; à titre de document, je donne ci-jointe la liste extraite du mémoire de M. Stanislas Meunier auquel il a été fait allusion plus haut[1] :

1492, 7 novembre.....	Ensisheim [Alsace].
1753, septembre.....	Luponnas près Pont-de-Veyle (Ain).
1768, 13 septembre...	Lucé (Sarthe).
1790, 24 juillet.....	Barbotan (Gers).
1798, 8 ou 12 mars...	Salles près Villefranche (Rhône).
1803, 26 avril.....	Laigle (Orne).
1803, 8 octobre.....	Saurette près Apt (Vaucluse).
1806, 15 mars.....	Environs d'Alais (Gard).
1810, septembre.....	Chartres (Eure-et-Loir).
1810, 23 novembre....	Charsonville près Orléans (Loiret).
1812, 10 avril.....	Toulouse (Haute-Garonne).
1812, 5 août.....	Chantonnay (Vendée).
1814, 5 septembre....	Environs d'Agen (Lot-et-Garonne).
1822, 3 janvier.....	Angers (Maine-et-Loire).
1822, 13 septembre...	La Baffe près Épinal (Vosges).
1826, (?).....	Galapian près Agen (Lot-et-Garonne).
1831, 13 mai.....	Vouillé près Poitiers (Vienne).
1835, 31 janvier.....	Mascombes (Corrèze).
1838, 22 juillet.....	Montlivault (Loir-et-Cher).
1841, 12 juin.....	Château-Renard en Triguères (Loiret).
1842, 4 juin.....	Aumières (Lozère).
1844, 21 octobre.....	Favars près Layssac (Aveyron).
1845, 25 janvier.....	Louans (Indre-et-Loir).
1851.....	Quinçay (Vienne).
1857, 4 octobre.....	Les Ormes (Yonne).
1858, 9 décembre.....	Montrejeau (Haute-Garonne).
1859.....	Beuste (Basses-Pyrénées).
1865, 25 août.....	Aumale (Algérie).
1866, 30 mai.....	Saint-Mesmin (Aube).

1. Voir *Supplément*, T. IV, 718.

1867, 9 juin..... Tadjera près Sétif (Algérie).
1868, 11 juillet..... Ornans (Doubs).
1868, 8 septembre... Sanguis, Saint-Étienne (Basses-Pyrénées).
1869, 22 mai..... Kernouve en Cléguérec (Morbihan).
1872, 23 juillet..... Authon, Lancé (Loir-et-Cher).
1874, 26 novembre... Kerilis, Mael Pestivien (Côtes-du-Nord).
1876, 16 août..... Feid Chair, La Calle (Algérie).
1879, 31 janvier..... La Bécasse, Dun-le-Poëlier (Indre).
1883, 28 janvier..... Saint-Caprais de Quinsac (Gironde).

Un type plus rare est celui qui a été désigné par G. Rose sous le nom de *Howardite* et qui est représenté en France par la chute du Teilleul (Manche) (14 juillet 1845). Dans cette roche, le péridot est peu abondant, la plus grande partie de la météorite est formée d'anorthite, d'enstatite et de pyroxène monoclinique. La structure est celle d'une brèche de friction. Tous les éléments brisés sont cimentés par leurs débris ; on y rencontre en outre de la chromite, du fer nickelé et de la troïlite.

Dans le groupe des *asidères*, il y a lieu de distinguer, pour les types péridotiques, la météorite de Chassigny (Haute-Marne) (3 octobre 1815), presque entièrement constituée, d'après M. Damour, par de la hyalosidérite et de la chromite. C'est une roche d'un gris jaune.

Dans les météorites charbonneuses d'Alais, Saint-Étienne de Lolin (Gard) et Orgueil (Tarn-et-Garonne) (14 mai 1864), la forte quantité de magnésie, décelée par les analyses, provient sans doute de péridot décomposé.

Quant aux météorites asidères de Juvinas (Ardèche) (15 juin 1821) et de Jonzac (13 juin 1819) appartenant au type *eukrite* de G. Rose, elles sont essentiellement constituées par de l'anorthite et du pyroxène monoclinique. Elles possèdent la structure ophitique et seront étudiées à l'article feldspath.

On sait que les météorites pierreuses sont entourées par une croûte noire, qui est terne dans les météorites péridotiques et vernissée dans les météorites feldspathiques.

e) *Calcaires cristallins (cipolins des gneiss).*

Pyrénées. — *Ariège.* Les cipolins d'Arignac et de Mercus dont il a été question au sujet des humites (page 123) renferment en abondance de l'olivine jaune paille dont l'analyse a été donnée plus haut. J'ai

recueilll en 1891 à Arignac un bloc de calcaire renfermant des cristaux arrondis de ce péridot atteignant 3 cm de diamètre. C'est l'un d'eux qui a été analysé après purification.

L'olivine dans ces calcaires accompagne la clinohumite et peut-être la humite rhombique dont elle ne se distingue pas en lames minces. Les produits d'altération serpentineux sont les mêmes pour les deux minéraux.

Vosges. — *Vosges*. Il est fort possible que le minéral non maclé qui accompagne la chondrodite dans les cipolins du Chipal et de Sainte-Marie-aux-Mines soit aussi en partie constitué par de l'olivine. Il ne m'a pas été possible de le vérifier par une analyse chimique et je me contente d'appeler sur ce point l'attention des minéralogistes qui auront l'occasion d'étudier ces gisements.

Gisements douteux.

Je terminerai en citant trois indications de gisements de péridot qui me paraissent improbables.

Dufrénoy a signalé (*Minéralogie*, III. 555. 1847) l'existence de la villarsite (voir page 175) dans les granites du Forez ; il en a même donné l'analyse suivante :

SiO^2	40,52
MgO	43,75
FeO	6,25
CaO	1,70
K^2O	0,72
H^2O	6,21
	99,15

Il y a eu certainement une méprise dans le choix de l'échantillon analysé : le minéral décrit par Dufrénoy est en effet abondant dans les roches granitiques du Forez ; les grains d'un beau jaune citron qui le constituent ne sont autre chose que du feldspath en voie de transformation en damourite. Tous les prétendus granites à villarsite de cette région m'ont conduit au même résultat. Il en est de même de ceux du Morvan cités par Dufrénoy.

D'après Bouillet (*Top. min.*), Mossier père aurait trouvé le péridot avec cymophane (?) dans le granite au nord de Chanat (*Puy-de-Dôme*). M. Gonnard (*op. cit.* 36) signale cette indication comme probablement inexacte.

Héricart de Thury (*J. M.* XX. 61. 1806) indique l'existence de péridot en grains verdâtres sans formes distinctes associé à l'érythrine, l'argyrose, l'argent natif, etc. à Chalanches en Allemont (*Isère*).

FAYALITE[1]

$Fe^2 Si O^4$

Formes observées. h^1 (100), g^1 (010), g^3 (120) ; p (001), a^1 (101) ; e^1 (011), $e^{1/2}$ (021) ; $b^{1/2}$ (111).

Macles. Macles suivant m (110), semblables à celles de l'olivine, observées dans la fayalite des scories.

Les cristaux que j'ai eu l'occasion d'examiner ne dépassent pas $0^{mm}4$; ils sont recouverts d'un enduit ferrugineux qui ne permet aucune mesure d'angles par réflexion ; en général, seuls les angles de la zone verticale peuvent être mesurés au microscope.

Faciès des cristaux. Les cristaux de fayalite que j'ai étudiés sont aplatis suivant p (001). Ils se rapportent à deux types, suivant que dans la zone verticale, h^1 (100) et g^1 (010) dominent et que g^3 est moins développée (fig. 2), ou qu'au contraire cette dernière forme est très développée et h^1 (100) réduite (fig. 3). Les cristaux sont très petits, les dômes sont réduits à de fines facettes et manquent le plus souvent.

Les cristaux de fayalite qui sont fréquents dans les scories des usines métallurgiques ont la forme des cristaux d'olivine.

Clivages. Clivage net suivant g^1 (010), moins facile suivant p (001) ; traces de clivage suivant h^1 (100), jalonné par des inclusions ferrugineuses. Dans les cristaux des scories, c'est le clivage p (001) qui est le plus facile.

Dureté. 6 à 7.

Densité. La densité n'a pu être fixée à cause de la rareté et de la petitesse des cristaux ; elle est probablement voisine de 4.

Coloration. Les cristaux sont d'un jaune verdâtre très pâle ; ils sont souvent riches en pigment ferrugineux formant dans les cristaux une sorte de voile rougeâtre. Quand ce pigment est très abondant le minéral est rougeâtre ou noir.

Les cristaux des scories sont très riches en verre et en inclusions fer-

1. Voir *Supplément*. T. IV, p. 714.

rugineuses qui leur donnent un éclat métallique. Ils sont aussi souvent brillamment irisés.

Éclat vitreux, un peu gras sur le clivage facile (cristaux artificiels). Les très petits cristaux sont souvent transparents ou translucides. Le minéral est toujours transparent en lames minces.

Inclusions. Les cristaux naturels renferment les inclusions ferrugineuses citées plus haut. Les cristaux artificiels ont souvent une structure intérieure cristallitique ; ils sont riches en inclusion de matière vitreuse.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë négative perpendiculaire à g^1 (010). Les propriétés optiques de la fayalite ne diffèrent donc de celles de l'olivine que par le signe de la bissectrice, l'écartement plus faible des axes optiques et la biréfringence plus grande.

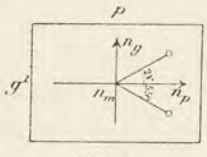


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100).

$2\,\mathbf{V} = 55°$ environ
$\mathbf{n_g} - \mathbf{n_p} = 0{,}043$ environ (scories). (M. L.)

Pléochroïsme. Le pléochroïsme très faible observé sur quelques cristaux du Mont-Dore semble tenir à l'existence des inclusions ferrugineuses.

Composition chimique. La fayalite de l'unique gisement français n'a pu être analysée. Quant à celle des scories, elle se rapproche de la composition théorique, une petite quantité de protoxyde de fer étant cependant en général remplacée par un peu de protoxyde de manganèse et plus rarement par un peu de magnésie.

Essais pyrognostiques. Facilement fusible en un émail noir magnétique ; facilement soluble dans les acides en faisant gelée.

Diagnostic. (Voir à olivine.) La fayalite se distingue de l'olivine par le signe de sa bissectrice, par sa fusibilité et, dans les cristaux du Mont-Dore, par l'aplatissement suivant p (001).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau central. — *Puy-de-Dôme.* J'ai signalé (*B. S. M.* XIV. 13. 1891) l'existence de la fayalite dans un fragment d'andésite enclavé

dans le trachyte du rocher du Capucin, au Mont-Dore. L'unique échantillon que j'ai étudié est creusé d'une cavité mesurant 4^{cm} sur 2^{cm}; celle-ci est tapissée d'octaèdres de magnétite, de lamelles de biotite et de petits cristaux d'hypersthène et de fayalite.

Ces derniers ne dépassent pas $0^{mm}4$; ils sont jaune vif par transparence, mais généralement rouges et opaques, grâce à la couche d'oxyde de fer qui les recouvre.

Les formes dominantes sont p (001) suivant lesquelles les cristaux sont aplatis, g^1 (010), g^3 (120), h^1 (100). Il existe aussi de petites facettes qui n'ont pu être déterminées avec précision, mais qui semblent être a^1 (101), $e^{1/2}$ (021), $b^{1/2}$ (111). Les fig. 2 et 3 représentent les deux

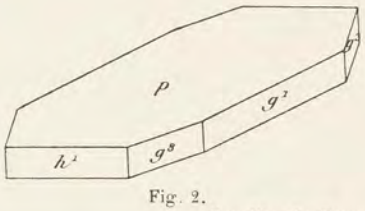


Fig. 2.

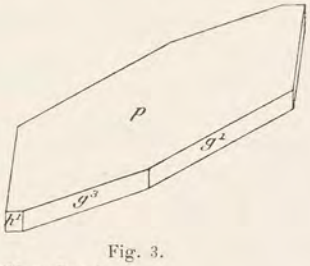


Fig. 3.

Fayalite du Capucin (Mont-Dore).

types qu'offrent ces cristaux suivant le développement plus ou moins grand des faces h^1 (100) et g^3 (120).

Ces cristaux présentent une certaine analogie de forme et sans doute aussi de mode de formation avec ceux qui ont été décrits par M. Iddings dans les rhyolites du Yellowstone Park et des îles Lipari.

Scories métallurgiques.

La fayalite est le silicate qui se forme le plus abondamment dans les scories et laitiers d'un très grand nombre d'opérations métallurgiques ; aussi la rencontre-t-on dans les déblais de toutes les usines où l'on traite les métaux. La forme dominante des cristaux est généralement g^1 (010), g^3 (120), e^1 (011), bien que d'assez nombreuses faces aient été signalées dans quelques cas particuliers.

Très fréquemment, les fayalites artificielles forment d'énormes cristaux commençant par un squelette se remplissant peu à peu ou même restant à l'état cristallitique. Il en résulte des formes en trémies très curieuses à étudier au point de vue de la cristallogénie du péridot.

L'examen de lames minces taillées dans ces scories péridotiques montre également des formes cristallitiques soulignées par un résidu vitreux généralement assez abondant.

On y retrouve toutes les formes affectées par l'olivine dans les roches, depuis les cristaux complets jusqu'aux formes naissantes par lesquelles commence la cristallisation.

Il est à noter que ces fayalites sont en général tout à fait incolores en lames minces.

Les usines du Creusot et les forges de Gueugnon (Saône-et-Loire) m'ont fourni des cristaux de fayalite particulièrement beaux.

TITANOLIVINE

$(Mg,Fe)^2(Si,Ti)O^4$

Ce minéral a été décrit par M. Damour (*A. M.* VIII. 90. 1885). Il semble résulter de mesures faites par M. des Cloizeaux sur des fragments de cristaux, que ce minéral soit isomorphe de l'olivine. L'examen des propriétés optiques m'a conduit à faire quelques réserves à cet égard (*B. S. M.* XIII. 15. 1890).

Formes observées. M. des Cloizeaux a trouvé les formes p (001), h^1 (100); $a^{2/3}$ (302); e^1 (011), $e^{1/12}$ (0.12.1); $(b^{1/3}b^{1/12}h^{1/5})$ (15.9.10) et $(b^1 b^{1/12}g^1)$ (11.13.2.).

Macles. Il existe des macles polysynthétiques qui seront étudiées aux propriétés optiques.

Clivages. Il n'y a pas de clivages. La cassure est inégale.

Dureté. 6.

Densité. 3,25 à 3,28 (Damour).

Coloration. Brun rouge à rouge grenat foncé. Éclat vitreux, un peu résineux. Poussière jaune orangé.

Propriétes optiques. En l'absence de formes cristallines dans les échantillons que j'ai étudiés (*B. S. M.* XIII. 15. 1890), j'ai dû me contenter de chercher à obtenir par tâtonnement des plaques perpendiculaires aux trois axes de l'ellipsoïde. Les échantillons que j'ai examinés m'ont été donnés prr MM. Damour et Rouast; ils proviennent de Zermatt [Valais] et de Pfunders [Tyrol].

Les indices mesurés par le procédé de la réflexion totale m'ont donné les résultats suivants pour le jaune :

$$\mathbf{n}_g = 1{,}702$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}678$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}669$$

D'où :

$$2\,\mathbf{V} = 62^\circ\,56'$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}033$$

Une mesure directe de l'écartement des axes m'a donné :

$$2\,\mathbf{E} = 119^\circ\,30' \text{ d'où } 2\,\mathbf{V} = 61^\circ\,58'$$

Il existe une dispersion des axes très nette avec $\rho < \nu$.

Dans les macles, on peut constater que les sections perpendiculaires à la bissectrice aiguë positive possèdent une extinction symétrique par rapport à la trace de la macle. L'indice moyen fait avec celle-ci un angle d'environ 20°. Quand la section du cristal coupe un des individus perpendiculairement à la bissectrice obtuse n_p, le second est oblique sur le plan des axes optiques. L'extinction est simultanée dans les deux plages qui ne se distinguent que par les teintes de polychroïsme et leur biréfringence différentes.

En l'absence de formes extérieures, il n'est pas possible de dire si le minéral est monoclinique comme la clinohumite ou orthorhombique comme le péridot. Dans cette dernière hypothèse, la macle a lieu suivant un prisme voisin de $g^{5/3}$ (410).

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est très intense et analogue à celui des minéraux colorés du groupe des humites. On observe :

$\mathbf{n}_g$, $\mathbf{n}_m$ = jaune clair
$\mathbf{n}_p$ = jaune rouge orangé

Composition chimique. M. Damour a donné les trois analyses suivants du titanolivine *a*) et *b*) de Pfunders (Tyrol) *c*) de Zermatt (Valais) :

SiO^2.....	39,30	36,87	36,14
TiO^2.....	5,30	3,51	6,10
MgO.....	49,65	50,14	48,31
FeO.....	6,00	6,21	6,89
MnO.....	0,60	0,60	0,19
Perte au feu....	1,75	1,71	2,23
	99,60	99,04	99,86

La nature des substances chassées par la chaleur (eau ou fluor) n'a pas été déterminée.

Essais pyrognostiques. Comme l'olivine.

Altérations. Le titanolivine se transforme en chrysotile à la façon de l'olivine.

Diagnostic. La couleur du titanolivine l'a fait longtemps considérer comme du grenat almandin. En lames minces, il pourrait être confondu avec la chondrodite, grâce à sa couleur, son polychroïsme, sa biréfringence, le signe positif de sa bissectrice.

Dans les sections perpendiculaires à la bissectrice positive des cristaux maclés, il se distingue de la chondrodite grâce à la position du plan des axes optiques. En effet, dans la chondrodite (fig. 1) c'est la trace du plan des axes (n_p) qui fait avec la ligne de macle un angle de 30°, tandis que dans le titanolivine (fig. 2), c'est l'indice moyen (n_m) qui fait un angle de 20° avec cette même direction. Toutes les autres propriétés optiques sont les mêmes dans les deux minéraux.

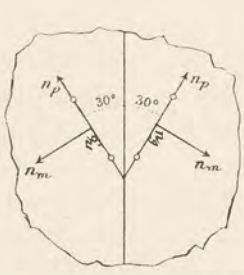


Fig. 1.

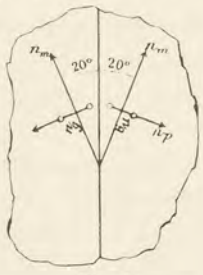


Fig. 2.

Orientation des axes de l'ellipsoïde optique dans les sections g^1 (010) de la chondrodite (fig. 1) et du titanolivine (fig. 2).

Le titanolivine possède en lames minces la même couleur que la staurotide. Cependant le maximum de polychroïsme ne se produit pas dans le même sens (suivant n_p dans le titanolivine, suivant n_g dans la staurotide) ; la biréfringence, les macles, l'absence de formes géométriques permettent du reste facilement la distinction de ces deux minéraux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

[**Alpes suisses**]. — Le titanolivine est associé au péridot incolore dans un schiste pyroxénique et amphibolique de Zermatt [Valais]. On l'a trouvé dans les mêmes conditions à Pfunders [Tyrol].

PHÉNACITE

$Gl^2\,Si\,O^4$

Rhomboédrique parahémidrique : $pp = 116°36'$

$[a : c = 1 : 0{,}661065]$

Formes observées. e^2 $(10\bar{1}0)$, d^1 $(11\bar{2}0)$, $k = (b^{1/3}\,d^1\,d^{1/2})$ $(41\bar{5}0)$; p $(10\bar{1}1)$, e^1 $(02\bar{2}1)$, $e^{1/2}$ $01\bar{1}1$, b^1 $(01\bar{1}2)$; d^3 $(31\bar{4}2)$, d^2 $(21\bar{3}4)$, $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$, b^3 $(21\bar{3}4)$, b^2 $(11\bar{2}3)$, $e_2 = (d^{1/2}\,d^1 b^1)$ $(12\bar{3}2)$; $e_{1/2} = (d^1\,d^{1/2}\,b^{1/2})$ $(13\bar{4}1)$.

Macles. Les cristaux de Framont présentent fréquemment des macles par pénétration suivant e^2 (voir fig. 4 à 8).

Les angles mesurés donnés plus bas ont été pris par M. des Cloizeaux (Dx.) et par moi-même (Lx.) sur des cristaux de Framont. Ceux marqués d'un M ont été observés par M. Marignac sur les cristaux du Dauphiné.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
e^2e^2	120°	
d^2e^1	150°	
d^1d^1	120°	
d^1k	160°54′	160°58′ (Lx.) ; 161° (Dx.)
$k\,e^2$	169°6′	169°3′ (Lx.) ; 169° (Dx.)
e^2p	127°21′	127°24′ (M.)
pb^1 (sur a^1)	121°46′	121°40′ (Lx.)
b^1e^2	110°53′	110°50′ (M.)
$e^{1/2}\,e^2$	127°21′	
e^1e^2	146°46′	146°40′ (Lx.)
$d^1\,d^{3/2}$	162°2′	162° (Dx.)
$d^1\,d^2$	151°39′	151°32′ (Lx.) ; 151°30′ (Dx.)
$d^1\,d^3$	141°0′	141°0′ (Lx.)
d^1p	124°42′	121°37′ (Lx.) ; 121°35′ (Dx.)
$d^{3/2}\,d^2$	169°37′	169°0′ (Dx.)
$d^2\,d^3$	169°21′	169° (Dx.)
d^1b^2 (sur p)	101°38′	101°40′ (Lx.)
d^1b^2 (sur b^1)	78°22′	78°30′ (Dx.)
d^1b^1 (sur p)	90°	
$p\,b^2$	159°56′	160° (Lx.)
pb^1 (sur b^2)	148°18′	148°20′ (M.) ; 148°15′ (Lx.)
$p\,p$	116°36′	116°30′ (M.)
b^2b^2 (sur b^1)	156°44′	156°40′ (Lx.)
b^2b^1	168°22′	168°31′ (Lx.) ; 169° (M.)
$p\,d^3$	160°42′	161°20′ (Dx.)
$p\,d^2$	150°3′	
$pd^{3/2}$	139°40′	139°25′ (Dx.)
d^2d^2 (sur b^1)	56°42′	
d^2b^1 (sur p)	118°21′	118°4′ (M.)
$b^1\,b^1$	144°2′	144° (M.)
d^1e_2 opp.	76°33′	76°30′ (Lx.)
e_2e_2 (s. $e^{1/2}$)	153°6′	
d^1b^2 (s. $e^{1/2}$)	101°38′	101°40′ (Dx.)
$e^{1/2}b^2$ adj.	159°56′	
$e^{1/2}e^{1/2}$ som^t	116°36′	
b^2b^2 (sr p)	156°44′	
e^2e_2 (adj.)	132°10′30″	132° (Lx.)
b^2e_2 (adj.)	157°43′	157°45′ (Dx.)
e^2b^2	110°27′	110°40′ (Lx.)
$d^1e_{1/2}$	154°33′	154°17′ (Lx.)
d^1e_1	136°24′	136°45′ (Lx.)
d^1e_2 (s. e^1)	117°43′	117°38′ (Lx.)
$p\,e_{1/2}$	131°50′	
$p\,e^2$ (lat.)	107°40′	

Faciès des cristaux. Les cristaux de phénacite des gisements français sont plus ou moins allongés suivant l'axe vertical. Les cristaux lenticulaires sont fort rares. Dans les macles, les faces du sommet sont généralement arrondies et comme corrodées alors que les faces prismatiques sont très nettes.

Clivages. Clivages très difficiles suivant d^1 $(11\bar{2}0)$ et p $(10\bar{1}1)$. Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 7 à 8.

Densité. 2,966 à 3,001. 2,966 (Framont, *Damour*).

Coloration. Incolore, quelquefois jaunâtre par suite d'infiltrations de produits ferrugineux dans les cassures. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Uniaxe *positif*.

M. des Cloizeaux a trouvé (*op. cit.* II. p. IX) pour la phénacite de Framont :

	Li	Na
$n_g\,\varepsilon$ =	1,6673	1,6697
$n_p\,\omega$ =	1,6508	1,6540

d'où, pour la biréfringence maximum (Na) :

$$n_g - n_p = 0{,}0157$$

Pléochroïsme. D'après M. des Cloizeaux, la variété jaune possède en lames épaisses un pléochroïsme net avec teinte jaune suivant $n_g\varepsilon$; suivant $n_p\omega$, le minéral est incolore.

Propriétés électriques. Hankel a décrit les cristaux de phénacite comme étant pyroélectriques. MM. Friedel et de Gramont n'ont obtenu à cet égard que des résultats négatifs (*B. S. M.* VIII. 78. 1885) et en ont conclu que l'hémiédrie de cette substance était douteuse. Antérieurement G. Rose et Riess (*P. A.* LIX. 398. 1843) étaient arrivés au même résultat sur les macles hémimorphes de Framont.

Composition chimique. L'analyse suivante de la phénacite de Framont est due à Bischof (*P. A.* XXXIV. 525. 1835) :

SiO^2.....	54,40
GlO.....	45,57
MgO+CaO.	0,09
	100,06

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau. Inattaquable aux acides.

Diagnostic. La forme des cristaux et les macles de la phénacite sont très caractéristiques. En l'absence de pointement, ce minéral peut être confondu avec le quartz. Sa dureté plus grande permet de l'en distinguer. En lames minces, la biréfringence de la phénacite est un peu plus forte que celle du quartz.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La phénacite est un minéral des granulites et des roches cristallines.

Bretagne. — *Morbihan*. J'ai pu étudier, grâce à l'inépuisable obligeance de M. de Limur, les échantillons de la Villeder que ce savant a décrits (*op. cit.*) comme phénacite, après y avoir constaté l'existence de la glucine. Le minéral en question est la bertrandite décrite p. 118.

Alpes. — *Isère*. M. Marignac a décrit autrefois (*Arch. Sc. phys. et nat.* Genève 1847, n° 27), sous le nom de tourmaline blanche, un cristal accompagné de quartz et d'anatase indiqué comme provenant probablement du Dauphiné. Miller, puis M. des Cloizeaux ont montré que ce minéral devait être de la phénacite.

Ces cristaux sont très analogues à ceux de Reckingen (Valais) décrits par M. Seligmann et présentent les formes e^2 $(10\bar{1}0)$, d^1 $(11\bar{2}0)$, p $(10\bar{1}1)$, b^1 $(01\bar{1}2)$, b^2 $(11\bar{2}3)$, d^2 $(12\bar{3}1)$. Les angles donnés plus haut concordent parfaitement avec ceux de la phénacite.

Un examen optique seul pouvait trancher définitivement la question ; il n'avait pu être fait encore, le cristal mesuré ayant été perdu et le seul cristal subsistant sur sa gangue ne pouvant être détaché.

M. Duparc, professeur à l'Université de Genève, a bien voulu me communiquer ce précieux cristal ; j'ai pu en étudier une petite esquille d'environ $^1/_{10}$ de millimètre qui m'a permis de constater que le minéral était à un axe *positif*, ce qui clôt le débat en faveur de la phénacite.

Peut-être est-ce au même minéral qu'il faut rapporter les cristaux accompagnant l'anatase du Dauphiné et décrits comme tourmaline blanche par Lévy (*op. cit.* II. p. 155) [1].

Vosges. — [*Alsace*]. C'est en 1834, au cours d'une excursion de la réunion extraordinaire de la *Société géologique de France*, que la phénacite fut découverte par Beyrich à Framont, dans la vallée supérieure de la Breusch (*P. A.* XXXIV. 519. (1835 et XL. 323. 1837).

D'après le Dr Carrière (*Ann. soc. d'émulat. des Vosges*), ce minéral ne se rencontrait déjà plus à Framont en 1861. On ne l'a trouvé que dans un point très circonscrit et à la partie supérieure de la Mine jaune.

Sa gangue est un quartz caverneux pénétré de limonite, résultant de la décomposition de pyrite. Il est accompagné de petits cristaux de quartz jaunâtre et de topaze dont on ne connaît du reste que le seul échantillon découvert par M. E. Bertrand et étudié page 64.

1. Voir *Supplément*. T. IV, 718.

Les cristaux de phénacite de Framont sont généralement très fendillés et, dans ce cas, très difficiles à isoler de leur gangue.

Le traitement par un acide de la limonite renfermant des cristaux, en apparence complets, ne donne souvent que des fragments brisés de phénacite.

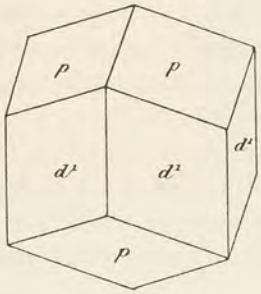


Fig. 1.

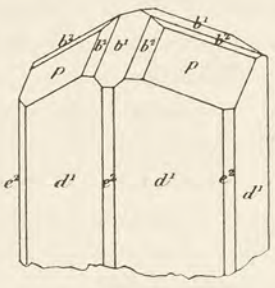


Fig. 2.

Phénacite de Framont.

Les cristaux non maclés sont rares. Je dois à la bienveillance de M. Damour un échantillon de limonite dont j'ai extrait les cristaux représentés par les fig. 1 à 3. Les deux premiers sont allongés suivant l'axe vertical : dans le troisième, le rhomboèdre primitif n'est accompagné que par des traces de e^2 $(10\bar{1}0)$. La forme lenticulaire de ce cristal semble être extrêmement rare à Framont. Les arêtes culminantes du rhomboèdre sont légèrement arrondies. M. Desharnoux m'a donné un petit cristal du type de la fig. 2 dans lequel b^1 $(01\bar{1}2)$ est aussi développé que p $(10\bar{1}1)$.

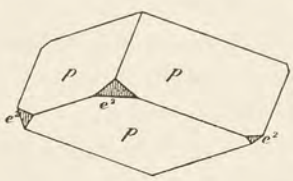


Fig. 3.

Phénacite de Framont.

Le cachet caractéristique de la phénacite de Framont réside dans les macles par pénétration décrites pour la première fois par Beyrich (*op. cit.*) auquel j'ai emprunté les fig. 4, 5 et 6.

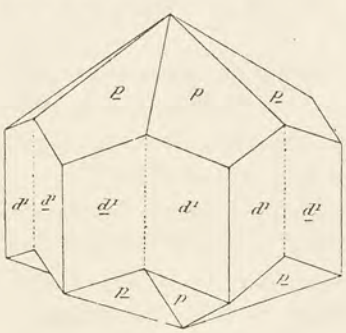


Fig. 4.

Macles à extrémités dissymétriques de la phénacite de Framont.

Parfois les cristaux ne présentent d'angles rentrants qu'à une extrémité (fig. 4) ; dans d'autres cas, au contraire, les deux extrémités de la macle sont symétriques par rapport à un plan horizontal (fig. 5 et 6). Il arrive souvent que dans les cristaux du type de la fig. 6, les angles rentrants de p $(10\bar{1}1)$ deviennent très peu développés ou même disparaissent complètement : la macle ne se reconnaît plus alors qu'aux stries des faces b^2 $(11\bar{2}3)$.

La macle représentée par la fig. 4 est hémimorphe ; cet hémimorphisme est plus net encore dans les cristaux plus compliqués.

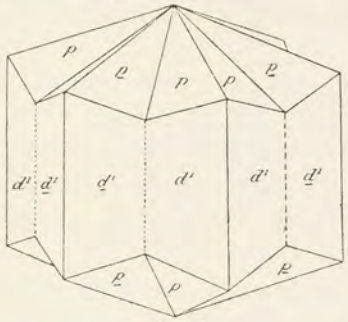


Fig. 5.

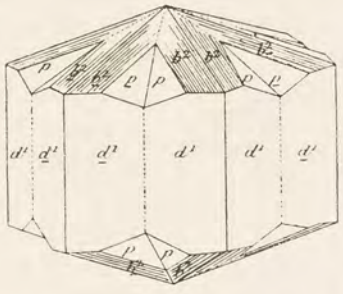


Fig. 6.

Phénacite de Framont, macles avec extrémités symétriques.

M. Damour m'a donné de très jolis cristaux isolés terminés par leurs deux extrémités montrant cet hémimorphisme de la façon la plus évidente. La fig. 7 représente l'un d'eux, parfaitement transparent, ayant environ 2^{mm} de longueur.

Dans la zone verticale, d^1 $(11\bar{2}0)$ domine ; il est accompagné de e^2 $(10\bar{1}0)$ dont une seule face est bordée par deux fines facettes k $(41\bar{5}0)$.

L'une des extrémités brisée montre deux faces p $(10\bar{1}1)$ bordées par d^2 $(21\bar{3}1)$ et par b^2 $(11\bar{2}3)$; il existe en outre des traces de b^4 $(01\bar{1}2)$. Le scalénoèdre d^2 est holoèdre, mais ses faces sont très inégalement développées.

L'autre extrémité présente la forme des sommets de la fig. 6, mais chaque angle porte au-dessus de e^2 une large face e^1 $(02\bar{2}1)$ généralement creuse. Il existe aussi de fines faces b^4 qui n'ont pas été dessinées pour ne pas compliquer la figure.

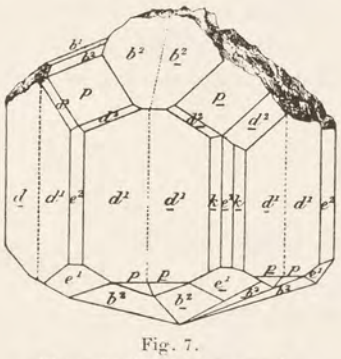


Fig. 7.

Phénacite de Framont, macles à extrémités dissymétriques.

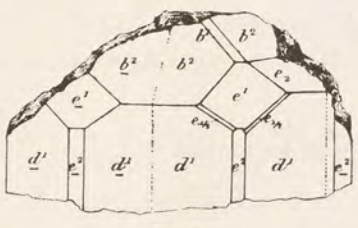


Fig. 8.

Phénacite de Framont, macles sans angles rentrants.

J'ai observé sur un cristal brisé de la collection de M. Damour les

faces $e_{1/2}$ (13$\bar{4}$1), e^1 (02$\bar{2}$1) et e_2 (13$\bar{3}$2). Il n'existe qu'une seule face e_2 assez large tandis que $e_{1/2}$ est holoèdre constituant de très fines bordures sur les arêtes $e^1 d^1$. La fig. 8 représente ce cristal qui offre un exemple de la macle sans angle rentrant.

Beyrich avait décrit déjà des cristaux analogues dans lesquels, en outre des formes représentées par les fig. 4 à 6, il a signalé les faces 1/2 k (41$\bar{5}$0), e^2 (10$\bar{1}$0), d^2 (21$\bar{3}$1), e^2 (12$\bar{3}$2), d^3 (31$\bar{4}$2), $e_{1/2}$ (13$\bar{4}$1) ; les faces $e^{1/2}$ (01$\bar{1}$1) et b^3 (21$\bar{3}$4) ont été indiquées pour la première fois par G. Rose.

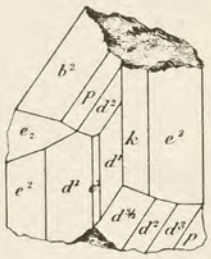


Fig. 9.
Fragment d'un cristal de phénacite de Framont.

Enfin M. des Cloizeaux a décrit (*B. S. M.* IX. 174. 1886) un fragment de cristal hémimorphe présentant la forme nouvelle $d^{3/2}$ (32$\bar{5}$1) avec en outre d^2 (213$\bar{1}$), d^3 (31$\bar{4}$2), p (10$\bar{1}$1) à une extrémité et d^2, p, b^2 (11$\bar{1}$3) à l'autre : les faces de la zone verticale sont d^1 (11$\bar{2}$0), e^2 (10$\bar{1}$0) et k (41$\bar{5}$0).

La figure 9 que je dois à l'obligeance de mon savant maître montre le développement pris par ces diverses faces.

GROUPE DES GRENATS

Les minéraux constituant ce groupe ont pour principal caractère commun leurs formes cristallines extérieures dérivant du système cubique. Ils se présentent sous la forme de rhombododécaèdres b^1 (110), de trapézoèdres a^2 (211) seuls (fig. 1 et 2) ou associés (fig. 3 et 4).

Leur composition chimique peut être représentée par la formule :

$$R^3R'^2, Si^3O^{12}$$

dans laquelle :

$$R = Ca, Mg, Fe \text{ ou } Mn \text{ et } R', = Al, Fe \text{ ou } Cr.$$

1. Afin d'éviter les répétitions dans la description des grenats des divers gisements, les faces seront énumérées suivant l'importance de leur développement : la combinaison $b^1 a^2$ se rapporte à la figure 3 et $a^2 b^1$ à la figure 4.

On y distingue généralement les six types théoriques suivants entre lesquels il existe du reste de très nombreux passages :

Grossulaire . .	$Ca^3Al^2Si^3O^{12}$
Ouwarowite . .	$Ca^3Cr^2Si^3O^{12}$
Mélanite	$Ca^3Fe^2Si^3O^{12}$
Pyrope	$Mg^3Al^2Si^3O^{12}$
Almandin	$Fe^3Al^2Si^3O^{12}$
Spessartine . . .	$Mn^3Al^2Si^3O^{12}$

On divise souvent les grenats d'après la nature du sesquioxyde qui entre dans leur composition en grenats alumineux, ferrifères ou chromifères. J'ai préféré les grouper de façon à réunir les grenats calciques qui possèdent en effet des propriétés spéciales.

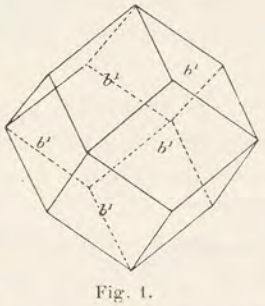


Fig. 1.

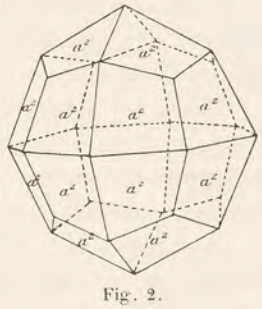


Fig. 2.

La symétrie extérieure des grenats masque les différences profondes qui existent entre quelques-uns d'entre eux. Depuis longtemps, plusieurs savants et en particulier M. des Cloizeaux avaient observé que certains grenats n'étaient pas tous monoréfringents. En 1876, M. Mallard, dans son classique mémoire sur les phénomènes optiques anormaux (*A. M. X.*, 1876) a décrit les propriétés biréfringentes de plusieurs types de grenats et a montré comment on pouvait rationnellement les interpréter en les considérant comme des minéraux de symétrie rhombique ou de symétrie inférieure dont les groupements figurent un cristal géométriquement cubique. Dès lors, de nombreux

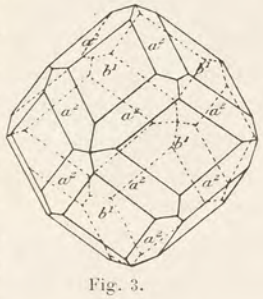


Fig. 3.

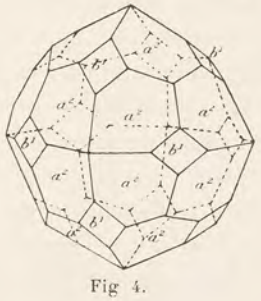


Fig 4.

travaux ont été publiés sur le sujet, notamment par MM. Klein (*N. J.* I. 87.1883) et Braun (*Jablonowskisch. Gesell.* Leipzig, 1891) qui considèrent les grenats comme étant réellement cubiques. Les propriétés optiques seraient dues, d'après eux, soit à des tensions mécaniques, soit à des mélanges isomorphes.

La discussion de cette intéressante question théorique n'a pas sa place ici ; je renvoie cependant à un mémoire récent de M. Mallard (*B. S. M.* XIV. 293. 1891) dans lequel ce savant a apporté des arguments décisifs en faveur de sa théorie en montrant que les constantes optiques du grenat pyrénéite étaient identiques dans tous les échantillons, comme cela a lieu dans les cristaux dont la symétrie rhombique est le mieux établie.

Il est intéressant de remarquer que les grenats calciques seuls présentent des phénomènes biréfringents nets, bien qu'il en existe de monoréfringents.

Parmi les divers types de propriétés optiques qui ont été décrits jusqu'ici dans les grenats, j'insisterai particulièrement sur ceux qui se rencontrent dans les gisements français et qui, par suite, nous intéressent plus directement ici.

Type pyrénéite. Ce type, décrit autrefois par M. Mallard dans l'ouwarowite, se présente avec la plus grande netteté dans le grenat pyrénéite, étudié récemment par le même savant qui a bien voulu m'autoriser à reproduire les figures de son mémoire (fig. 5 à 10).

Les dodécaèdres b^1 (110) de la pyrénéite ont la même constitution que ceux de la boracite ; ils sont formés par douze pyramides rhombiques, réunies au centre du cristal et ayant pour base les faces b^1. Ces douze cristaux se réduisent en réalité à six, puisque les deux pyramides ayant respectivement pour bases deux faces b^1 parallèles, peuvent être considérées comme appartenant au même individu. L'un des axes binaires de ces cristaux coïncide avec un axe binaire du cube ; les deux autres sont parallèles, l'un à un autre axe binaire, l'autre à l'un des axes quaternaires du cube.

Tandis que, dans la borocite, les individus constituants sont enchevêtrés, ils sont très distincts dans les grenats qui nous occupent. Dans la pyrénéite, la position de leurs plans de jonction peut même être vue en lumière naturelle grâce à des inclusions charbonneuses qui les ont recouverts (fig. 5, 7, 9 et 11).

Dans chaque cristal, l'axe minimum n_p est perpendiculaire à b^1 (110),

l'axe maximum n_g est parallèle à la grande diagonale de cette face et l'axe moyen n_m parallèle à sa petite diagonale.

La bissectrice aiguë est *positive*. 2 V = 56° environ. (Pour les données numériques concernant la pyrénéite, voir page 218.)

Les figures 5 et 6 représentent une section b^1. La plage centrale 1 est perpendiculaire à la bissectrice obtuse n_p ; les plages 2 et 3 sont perpendiculaires à la bissectrice



Fig. 5.
Photographie d'une section $b1$ (110) de pyrénéite (D'après M. Mallard).

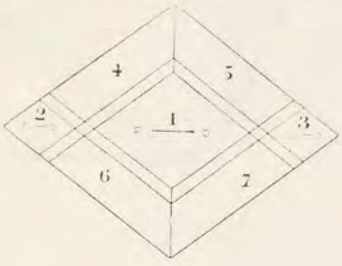


Fig. 6,
Dessin théorique de la fig. précédente (D'après M. Mallard).

aiguë positive ; le plus grand indice des plages 4, 5, 6 et 7 est voisin de leurs grands côtés.

Les figures 7 et 8 représentent une section perpendiculaire à un axe quaternaire du dodécaèdre [sections p (100)]. Les plages 1, 2, 3, 4 sont parallèles au plan des axes optiques.

Les figures 9 et 10 montrent une lame perpendiculaire à un axe ternaire du dodécaèdre passant près du centre du cristal [section a^1 (111)]. Les plages 1, 2, 3 et 4, 5, 6, 7, 8, 9 ont respectivement la même orientation et ne sont perpendiculaires à aucun des trois axes principaux de l'ellipsoïde optique.

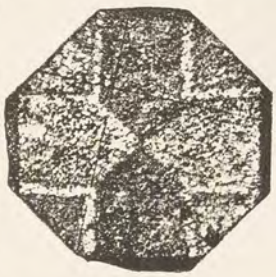


Fig. 7.
Photographie d'une lame parallèle p (100) de la pyrénéite (D'après M. Mallard).

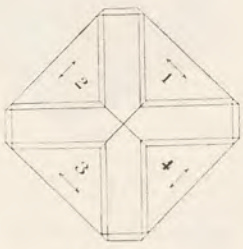


Fig. 8.
Dessin théorique de la fig. précédente (D'après M. Mallard).

M. Mallard a fait remarquer que le réseau élémentaire de ces gre-

nats n'est pas réellement orthorhombique, mais que chaque pyramide est elle-même constituée par des groupements intimes de cristaux d'une symétrie moins élevée.

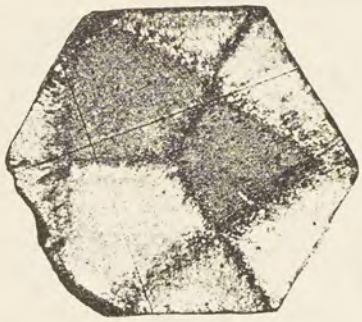


Fig. 9.
Photographie d'une section de pyrénéite parallèle à a^1 (111). (D'après M. Mallard.)

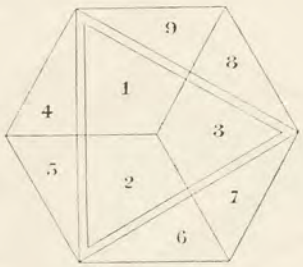


Fig. 10.
Dessin théorique de la section précédente. (D'après M. Mallard.)

Dans les plaques épaisses, on voit en effet de fines lamelles hémitropes dont les directions sont parallèles au plan de symétrie du cristal rhombique. La figure 11 représente un cristal de pyrénéite que j'ai recueilli au pic d'Espade. Il est taillé suivant le dodécaèdre, mais la section, au lieu de passer près de la surface comme dans les figures 5 et 6, est taillée au centre du cristal de façon à faire disparaître la plage centrale de la fig. 6.

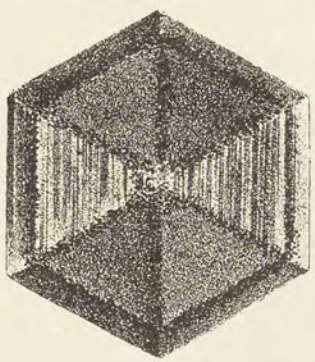


Fig. 11.
Section b^1 de pyrénéite passant par le centre et montrant les lames hémitropes dans les deux secteurs latéraux perpendiculaires à la bissectrice positive.

On voit très nettement dans les deux secteurs de droite et de gauche perpendiculaires à la bissectrice aiguë positive de fines bandelettes rappelant celles des feldspaths tricliniques. Les angles d'extinction sont très faibles et symétriques par rapport à la trace de la ligne de macle.

Dans les sections p (100), les groupements microscopiques sont représentés par deux séries de bandes à angles droits rappelant le quadrillage du microcline.

J'ai eu l'occasion d'étudier d'autres grenats construits sur le même type que la pyrénéite et dans lesquels la symétrie intérieure réelle est plus nettement oblique encore que dans la pyrénéite.

L'un provient de la montagne de Senet en Catalogne. Une section parallèle au dodécaèdre présente la structure de la pyrénéite, avec cette différence toutefois, que la plage centrale, au lieu de posséder une orientation homogène, est formée par le feutrage de petites lamelles biréfringentes. Quand on place le cristal dans la position de la fig. 12, de façon à ce que les sections principales des nicols servent respectivement de diagonale au losange central de la figure, l'extinction est imparfaite et il est nécessaire de tourner la préparation de petits angles à gauche ou à droite pour obtenir une extinction, du reste toujours incomplète, en raison des superpositions nombreuses des lames minces constituant la plage.



Fig. 12.

Section b^1 du grenat de Senet vue en lumière polarisée parallèle. (Les diagonales de la section losangique sont parallèles aux sections principales des nicols.) La plage centrale est formée par un feutrage de lames hémitropes.



Fig. 13.

La même section placée à 45° de la position de la fig. 12. Les lamelles hémitropes placées dans la position d'éclairement commun ne sont plus visibles.

En plaçant le cristal à 45° de cette première position (fig. 13), les lamelles hémitropes se trouvent dans leur position d'éclairement commun, la plage se colore d'une façon uniforme et la superposition à la plaque d'une lame de quartz teinte sensible, ne permet plus de déceler la structure complexe de la plage.

On se trouve ici en présence de phénomènes absolument analogues à ceux que présente une lame p de microcline. Quant aux plages périphériques, elles possèdent les mêmes propriétés optiques que celles de la pyrénéite.

Une section p (001) faite près de la surface m'a donné la même disposition que celle qui est représentée plus loin par la fig. 17 ; mais les quatre secteurs toujours éteints sont entremêlés de fibres disposées parallèlement à leurs bissectrices ; elles ont un allongement tantôt positif, tantôt négatif et s'éteignent suivant les diagonales de la figure.

Enfin une section perpendiculaire à un axe ternaire et voisine de la surface montre une division en trois secteurs triangulaires, composés de

fibres interrompues, s'éteignant suivant les diagonales des trois triangles. Le plus grand indice de la section est parallèle à ces diagonales, contrairement à ce que l'on observe dans les sections semblables de pyrénéite et des autres grenats décrits plus loin.

Le peu de matière que j'ai eu à ma disposition ne m'a pas permis de pousser plus loin l'étude de ce grenat.

Il m'a été possible de faire une étude plus complète du grenat de Framont ; il se rapproche tout à fait des précédents. Les figures 14, 15 et 16 représentent des sections parallèles au dodécaèdre et taillées à des distances variées du centre.



a b c

Fig. 14. Fig. 15. Fig. 16.

Sections du grenat de Framont parallèles à b^1 (110) et taillées à la surface du cristal (fig. 14), à mi-distance du centre (fig. 15), au centre (fig. 16).

La seule différence existant entre ce grenat et la pyrénéite consiste dans la structure complexe de la plage centrale et dans l'écartement des axes optiques, beaucoup plus grand autour de la bissectrice aiguë positive que dans la pyrénéite. Dans celle-ci, en effet, 2 V est d'environ 56° tandis qu'ici 2 V est voisin de 90°. Il en résulte que la différence de biréfringence est très faible entre les deux petites plages latérales, perpendiculaires à n_g et la plage centrale, per-

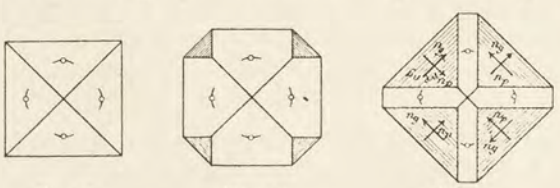


Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19.

Sections du grenat de Framont parallèles à p (100) et taillées à la surface du cristal (fig. 17), à mi-distance du centre (fig. 18), au centre (fig. 19).

pendiculaire à n_p. De plus, par suite de cette valeur particulière de l'écartement des axes optiques, les sections parallèles à p (100),

au lieu d'être intermédiaires entre une bissectrice et un axe optique comme dans la pyrénéite, sont presque rigoureusement perpendiculaires à un axe optique.

Dans les sections passant par le centre ou voisines du centre (fig. 18 et 19), les quatre secteurs qui dans la fig. 8 sont marqués 1, 2, 3, 4 sont encore parallèles au plan des axes et présentent des bandes hémitropes très nettes.

Les sections parallèles aux faces de l'octaèdre ne présentent pas de grandes différences avec celles de la pyrénéite. Les six plages de la fig. 22 possèdent des bandes hémitropes parallèles aux côtés de l'hexagone avec extinction presque longitudinale, le plus grand indice de la section est parallèle également à la trace des lamelles hémitropes. Quant aux trois plages triangulaires des fig. 20 et 21, leur

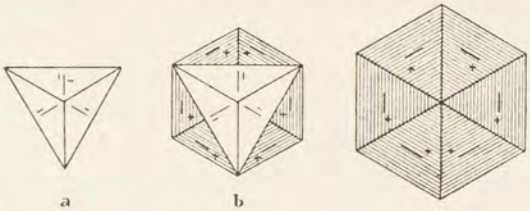


Fig. 20. Fig. 21. Fig. 22.
Sections du grenat de Framont parallèles à a^1 (111) et taillées à la surface du cristal (fig. 20), à mi-distance du centre (fig. 21), au centre (fig. 22).

extinction a bien lieu suivant la diagonale de l'angle de 120° (direction du plus petit indice), mais cette extinction est imparfaite, la plage étant constituée par de petites fibres microscopiques entrelacées.

Enfin j'ai trouvé dans la syénite néphélinique de Pouzac des grenats grossulaires-mélanites offrant la même structure. Par suite de la rareté des cristaux, je n'ai pu obtenir que deux sections orientées de ce grenat. L'une est parallèle à p (100) et voisine de la surface ; elle est presque rigoureusement perpendiculaire à un axe optique comme dans le grenat de Framont.

La fig. 23 montre que ce grenat, au lieu de donner des plages à surface uniforme, possède un aspect chagriné très curieux.



Fig. 23.
Section parallèle à p (100) du grenat de Pouzac.

L'autre section a été taillée dans un dodécaèdre noir à mi-distance de

la surface et du centre. En lumière naturelle, on constate que la plage est constituée par un losange central jaune brunâtre très foncé et par une large bordure presque incolore. Le centre est très ferrugineux (probablement *grenat mélanite*) ; la périphérie l'est beaucoup moins et se rapporte au type peu ferrugineux le plus fréquent dans ce gisement.

Les deux zones sont construites sur le plan de la *pyrénéite*. En lumière polarisée parallèle, on constate la même disposition que dans les figures 5 et 6, mais avec cette différence que le losange central (correspondant à la partie ferrugineuse), au lieu d'être homogène, a la structure de la fig. 15. Ce sont donc deux grenats (type pyrénéite) emboîtés l'un dans l'autre. L'extinction de la bordure périphérique du grenat ferrugineux central se fait d'une façon régulière, tandis que celle de la bordure du grenat extérieur est irrégulière, ondulée. On voit très nettement dans cette section que ces zones de composition chimique différente présentent de petites différences dans leurs propriétés biréfringentes. J'espère pouvoir me procurer de nouveaux cristaux de ce grenat qui me permettront de serrer la question de plus près.

Type topazolite. La connaissance des propriétés optiques des grenats du type précédent permet d'interpréter facilement celles de la topazolite. Si en effet, dans les figures 5 et 6, représentant une section b^1 de la pyrénéite, on suppose la plage centrale non plus homogène, mais constituée par quatre secteurs triangulaires, limités par les diagonales du rhombe, on a la figure représentée par une section b^1 de topazolite.

Le point de jonction des quatre pyramides ne se trouve généralement pas exactement au centre de la figure (fig. 24). Les diverses plages ne sont pas toujours rigoureusement limitées par des lignes droites ; il arrive fréquemment que celles-ci fondent insensiblement l'une dans l'autre, comme cela a lieu dans la fig. 25.

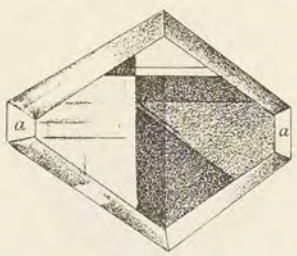


Fig. 24.
Section b^1 de topazolite passant près de la surface. (D'après M. Mallard.)

En lumière polarisée parallèle, on constate que l'orientation est uniforme dans deux secteurs opposés par le sommet et que la projection du plus grand indice n_g fait avec la diagonale du rhombe central des angles variables avec les échantillons : 8° d'après M. Mallard, 2° à 17° d'après M. Klein.

En lumière convergente, on voit que les quatre secteurs centraux

au lieu d'être rigoureusement perpendiculaires à la bissectrice négative, comme l'était le rhombe central de la pyrénéite, sont un peu obliques sur cette bissectrice.

Si l'on imagine que l'angle d'extinction de chaque secteur diminue jusqu'à devenir nul, on voit que les quatre secteurs se confondront alors en un seul et l'on sera ramené au type de la pyrénéite.

Une section perpendiculaire à un axe quaternaire donne dans la topazolite une division en huit secteurs plus ou moins irréguliers s'éteignant à quelques degrés des diagonales de la face. En lumière convergente, on constate que quatre de ces secteurs sont un peu obliques sur un axe optique.

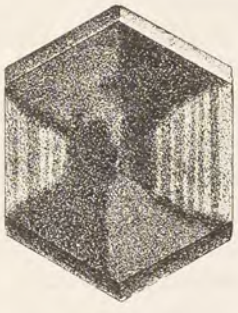


Fig. 25.
Section b^1 de topazolite passant par le centre.

Les sections perpendiculaires à un axe ternaire donnent une division en trois ou six secteurs plus ou moins brouillés, s'éteignant sous des angles variables par rapport à leur ligne de jonction.

M. Mallard a montré que tous ces phénomènes pouvaient s'expliquer en supposant que le dodécaèdre de la topazolite est constitué par le groupement de quarante-huit pyramides ayant pour base les quarante-huit faces d'un hexoctaèdre qui forme de petites pyramides très surbaissées à la surface des faces b^1 de ce grenat.

Type aplome. Il existe des grenats présentant une structure zonaire très curieuse ; il est possible d'en séparer mécaniquement les couches successives. L'examen microscopique montre souvent des alternances de zones biréfringentes et de zones monoréfringentes. D'autre part, il n'est pas rare d'observer des phénomènes biréfringents se rapportant à des types différents au centre et à la périphérie (type topazolite ou pyrénéite, souvent fortement enchevêtrés).

Je ne range pas dans ce type le cristal du grenat de Pouzac cité plus haut, car il ne présente pas d'alternances de zones monoréfringentes et biréfringentes, mais seulement un emboîtement de deux individus biréfringents du même type.

En résumé, on voit que les types pyrénéite ou topazolite présentent entre eux une assez grande analogie ; les grenats de Framont, de Senet, etc., établissant en quelque sorte un terme de passage entre les deux, viennent apporter un argument de plus en faveur de la théorie de M. Mallard.

Il semble que tous ces grenats constituent une famille dont les réseaux élémentaires, monocliniques ou tricliniques, présentent d'un type à l'autre des variations analogues à celles des divers feldspaths tricliniques.

Des analyses, effectuées sur des échantillons dont les constantes optiques auront été déterminées avec soin, permettront peut-être d'établir quelques relations intéressantes entre la composition chimique et les variations dans les propriétés optiques.

M. Klein a décrit deux autres modes de groupement que je n'ai pas rencontrés dans les gisements français et que par suite je ne cite ici que pour mémoire. Ce sont ceux qu'il a appelés *type octaédrique* et *type icositétraédrique*.

Type octaédrique. Dans ce type observé dans les cristaux de grenats octaédriques de l'île d'Elbe, le grenat est constitué par huit pyramides uniaxes ayant leur sommet au centre du cristal et leur base parallèle aux faces a^1 (111). Leur axe optique unique est *négatif* et perpendiculaire aux faces a^1 (111).

Type icositétraédrique. Ce type est réalisé par les grenats a^2 (211) de Wilui ; les cristaux sont formés par vingt-quatre pyramides rhombiques ayant pour base les faces a^2. La bissectrice aiguë *positive* est perpendiculaire aux faces a^2 (211) et le plan des axes optiques perpendiculaire à la diagonale symétrique de cette face.

Diagnostic. Les formes des grenats sont suffisamment caractéristiques pour les faire reconnaître rapidement.

Il est souvent plus difficile au premier abord de distinguer entre eux les divers types de ce groupe, la couleur (sauf pour l'ouwarowite) n'étant pas suffisante. La densité jointe aux caractères pyrognostiques peut en général conduire à un rapide diagnostic.

	Densité.	Caractères au chalumeau.
Grossulaire...	3.4 à 3.6.	Très facilement fusible en verre de couleur claire non magnétique.
Ouwarowite..	3.4	Infusible (avec borax, réaction du chrome).
Pyrope.....	3.69 à 3.78	Difficilement fusible en perle noire, non magnétique (souvent avec borax, réaction du chrome).
Mélanite.....	3.8 à 4.1.	Fusible en globule noir plus ou moins magnétique.

	Densité.	Caractères au chalumeau.
Almandin.....	4.1 à 4.3.	Fusible en globule foncé ou noir plus ou moins magnétique.
Spessartine...	3.7 à 4.27.	Assez facilement fusible en globule noir non magnétique (avec borax au feu oxydant, réaction du manganèse).

Je rappellerai en outre que le grossulaire, l'ouwarowite et le mélanite seuls présentent des propriétés optiques distinctes.

En lames minces, les grenats sont remarquables par leur indice de réfraction très élevé, donnant naissance à un relief très prononcé, accompagné souvent d'un aspect chagriné, dû aux réflexions totales sur les inégalités des surfaces imparfaitement polies. Dans les variétés biréfringentes, les contours globulaires des cristaux et les formes des secteurs intérieurs sont très caractéristiques.

GROSSULAIRE [1]

$Ca^3Al^2Si^3O^{12}$

Formes observées. b^1 (110), a^2 (211), $s = (b^1\, b^{1/2}\, b^{1/3})$ (321).

$a^2 b^1 = 125°\,16'$ (sur a_1) $\qquad s\, a^2 = 169°\,6'$ (adj.)

Faciès des cristaux. Les faces b^1 (110) et plus souvent les faces a^2 (211) et s sont striées parallèlement à leurs intersections mutuelles.

Dureté. 6.5 à 7.

Densité. 3.4 à 3.6. 3,54 (pyrénéite). Le grenat de Pouzac, intermédiaire entre le grossulaire et le mélanite, possède une densité de 3.71. La densité s'abaisse après fusion.

Colorations. Incolore, blanc ou gris, verdâtre, vert jaune, jaune orange, brun cannelle, rouge ou brunâtre. Poussière blanche. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Quelques variétés sont monoréfringentes ou peu biréfringentes. La pyrénéite présente des phénomènes extrêmement nets, observés pour la première fois par M. des Cloizeaux. Ils ont été décrits par M. Mallard ainsi que je l'ai dit plus haut.

On a vu plus haut les propriétés optiques du grossulaire ferrugineux de Pouzac et de Senet.

1. Voir *Supplément*, t. IV, 723.

J'ai obtenu pour l'indice du grenat monoréfringent de Barbin les valeurs suivantes :

$$\mathbf{n} = \begin{cases} \text{jaune} = 1{,}7474 \\ \text{rouge} = 1{,}7428 \end{cases}$$

M. Mallard a donné pour l'indice moyen de la pyrénéite :

$$\mathbf{n}_m = 1{,}74$$

Le même savant a mesuré l'écartement des axes de la pyrénéite et trouvé :

$$2\,\mathbf{V} = 56^\circ\,30'.$$

Dispersion énergique, $\rho < \nu$.

La biréfringence maximum est dans la pyrénéite (Mallard) :

$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}02710$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_m = 0{,}00210$$
$$\mathbf{n}_m - \mathbf{n}_p = 0{,}00061$$

Composition chimique. Les analyses suivantes ont été faites sur des grenats pyrénéens toujours plus ou moins ferrugineux.

a) Grenat du pic d'Espade (*type pyrénéite*) (Lx.).

b) Grenat de la Piquette déras lids (*type pyrénéite*) par Vauquelin (*J. M.* floréal. an VI. n° XLIV. 571).

c) Grenat du pic de Péguères (*type Arbizon*) (Lx.).

d) Grossulaire (passage au mélanite) de la syénite néphélinique de Pouzac (Lx.).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
SiO^2.....	38,96	43	39,91	39,05
Al^2O^3....	18,31	16	21,15	16,41
Fe^2O^3...	4,07	16 (FeO)	3,58	9,23
CaO.....	37,68	20	35,57	35,30
MgO	0,99	4 (Perte au feu)	»	»
	100,01	99	100,21	99,99

Dans un grand nombre de gisements, on trouve des passages entre le grossulaire et le mélanite. Cela a lieu tout particulièrement dans les calcaires modifiés par le granite.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond facilement en un verre grisâtre, verdâtre ou noirâtre, non magnétique. Lentement attaquable par l'acide chlorhydrique ; après calcination et surtout fusion fait gelée dans les acides.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le grossulaire se rencontre en France dans trois gisements différents :

1° Dans les calcaires modifiés par le granite et plus rarement par des roches basiques.

2° Dans les granulites, dans les filons de quartz en relation avec elles et dans les roches sédimentaires modifiées par les granulites.

3° Dans les syénites néphéliniques.

1° *Dans les calcaires modifiés par le granite.*

Les gisements de cette nature se rencontrent dans les Pyrénées. Le grossulaire très peu ferrifère est rare dans la plupart des gisements ; le grenat le plus abondant est intermédiaire entre le grossulaire et le mélanite : la quantité de fer y est très variable dans les échantillons des divers gisements.

J'ai rattaché au mélanite les grenats que l'on trouve dans les mêmes conditions en Normandie et dans le Plateau central. Des analyses seraient nécessaires dans chaque cas particulier pour savoir si les échantillons doivent être rapportés au type grossulaire plutôt qu'au mélanite. En l'absence de cristaux nets, je n'ai pas cru devoir entreprendre ce travail et je me suis guidé sur les caractères pyrognostiques pour établir mes divisions.

Les grenats des calcaires de ce genre de gisement sont très souvent accompagnés d'idocrase, de pyroxène et quelquefois d'épidote.

Pyrénées. — En décrivant l'idocrase des Pyrénées, j'ai fait remarquer que, d'une extrémité à l'autre de la chaîne, on trouvait ce minéral accompagné de grenat, dans les calcaires précambriens et paléozoïques, modifiés par le granite.

J'ai cherché à déterminer exactement la nature des gisements connus et à les relier à ceux que j'ai moi-même découverts.

Dans les Pyrénées, les grenats appartenant à ce genre de gisement peuvent être rapportés à deux types. Tous se présentent en rhombododécaèdres b^1, mais les uns (*type pyrénéite*) ne dépassent guère quelques millimètres, tandis que les autres (*type Arbizon*) peuvent atteindre 2^{cm} de diamètre.

Les premiers sont généralement disséminés dans des calcaires noirs, alternant avec des lits siliceux ou silicatés au contact desquels on rencontre parfois de l'idocrase qui n'est jamais mélangée avec les grenats. Les grenats pyrénéites, parfois incolores ou jaunes, sont le plus souvent colorés en noir par de la matière charbonneuse.

Les grenats du second type au contraire se rencontrent dans des calcaires blancs ou grisâtres ; ils sont jaune brunâtre et le plus souvent intimement associés à des cristaux d'idocrase.

En explorant le massif du pic d'Arbizon, j'ai pu m'assurer que ces deux variétés de grenat se rencontraient dans le même gisement, mais à des distances différentes du granite.

En effet, *au contact immédiat* du calcaire et du granite, les calcaires sont transformés en une roche massive, constituée presque exclusivement par du grenat et de l'idocrase sans formes distinctes. C'est dans les parties où il subsiste encore du calcaire que l'on rencontre les cristaux nets de ces deux substances (grenat, *type Arbizon*).

Quand on s'éloigne du contact, les calcaires deviennent moins cristallins, ils conservent leur pigment charbonneux et c'est alors que l'on y trouve le grenat du *type pyrénéite*, formant parfois aussi des bancs massifs.

Ces deux formes de grenat ne se présentent pas du reste toujours dans le même gisement. C'est le type pyrénéite qui est le moins fréquent.

Les cristaux isolés dans le calcaire ont toujours la forme b^1, ceux qui tapissent les cavités des bancs ont généralement la forme $b^1\ a^2$.

Type pyrénéite.

Ce type est particulier aux *Hautes-Pyrénées*. Le premier gisement a été découvert par Ramond à la Piquette déras lids, au sud de Barèges (*J. M.* floréal. an VI. n° XLIV. 565 et *Voyage au mont-Perdu*, Paris. 36 et 306). Cet auteur signalait dans le calcaire, non loin du granite, de petits rhombododécaèdres de grenat rouge[1] et par place des cristaux très nets noirs ou blancs du même minéral.

Les cristaux noirs furent analysés par Vauquelin (*J. M. id.* 671) et

1. Ramond ne précise pas les relations respectives de gisement de ses grenats rouges et de ses grenats noirs. D'après les échantillons que j'ai recueillis dans ce gisement, il me semble certain que les grenats rouges sont à rapporter au *type Arbizon*. A la Piquette, au mont Caubère et à Campana, on trouve en effet des cristaux de ce type plus rouges et plus petits que ceux de Péguères et de l'Arbizon : ils se rapprochent, comme taille, de la pyrénéite avec laquelle ils ne doivent pas être confondus d'ailleurs.

Ramond donna pour leur densité le nombre 2.5 beaucoup trop faible pour un grenat, aussi Werner considéra-t-il cette substance comme un minéral spécial qu'il nomma pyrénéite (dans sa dernière année de cours 1811-1812, in Hoffman. *Minéralog.* II. 371. 1812). Sur la foi de l'analyse de Vauquelin, cette substance a été considérée comme une variété de mélanite jusqu'à ce que M. Mallard, à la suite de l'étude optique exposée plus haut, ait montré par des essais qualitatifs que ce grenat était un grossulaire. L'analyse que j'ai donnée page 218 tranche définitivement la question.

Vauquelin est tellement catégorique dans les détails de son analyse qu'il me semble évident que le minéral étudié par lui était bien un grenat ferrugineux. Au cours de l'impression de cet ouvrage, j'ai recueilli et examiné qualitativement un grand nombre de grenats de cette région et j'ai pu m'assurer qu'ils oscillent entre un type peu ferrugineux qui constitue les cristaux étudiés par M. Mallard et par moi-même et des grenats assez riches en fer comme quelques-uns de ceux de l'Arbizon. Il n'y a rien d'impossible à ce que Vauquelin ait analysé un de ces derniers. L'erreur de densité commise par Ramond est du reste évidente.

Localement, le grenat compact forme à lui seul de minces bancs dont les fissures sont parfois tapissées de petits cristaux blancs ou jaune pâle, transparents, du même minéral ; ils ont alors la forme $b^1\ a^2$.

Les grenats du type pyrénéite ne dépassent guère 3^{mm} de diamètre ; ils se rencontrent particulièrement aux environs de Barèges, à la lisière du massif de Néouvielle dans les conditions énoncées plus haut. En voici du reste les principaux gisements en outre de la Piquette déras lids,

Charpentier (*op. cit.* 271) dit en avoir recueilli de beaux échantillons dans un couloir descendant de la Piquette déras lids[1] dans la gorge

1. L'orthographe et même les noms des montagnes de la vallée du Bastan ont beaucoup varié depuis un siècle et il est parfois difficile de retrouver la position exacte des gisements décrits par les anciens auteurs (Picot de Lapeyrouse, Pasumot, Ramond, Charpentier). J'ai adopté l'orthographe Piquette déras lids comme la plus conforme à l'étymologie (petit pic des avalanches) ; *déras* étant l'article dans la langue du pays, l'orthographe d'Eres n'est pas correcte ainsi que me l'a fait remarquer M. Frossard. On trouve ce pic orthographié Drelitz, Dretlis, d'Eslitz, d'Eredlitz, d'Eres-Lids, de Lydts, de Lienz, etc.

D'après la carte donnée par Pasumot, le pic de Caubère (qu'il appelle Cobero) serait le point 2491, dominant, à l'est, l'entrée du ravin d'Escoubous et faisant face à la Piquette déras lids.

Charpentier signale de beaux cristaux de pyrénéite au-dessus du Tourmalet, c'est probablement du pic d'Espade dont il s'agit. Quant au pic d'Ise ou d'Azé, cité par le même auteur, je n'ai pu trouver sa position ; peut-être est-ce le pic d'Ayré qui domine à l'ouest le ravin de Glaire (ou de Lienz).

d'Escoubous, au pic d'Espade (dans calcaire sableux), au Mont-Caubère.

J'ai cité plus haut le gisement du pic d'Arbizon. J'y ai trouvé, en outre, de jolis cristaux ($b^1\ a^2$) de grenat jaune de miel au contact des calcaires modifiés, à grenat du type Arbizon, et des filonnets d'axinite qui les traversent à proximité du granite : ils présentent des phénomènes biréfringents du type pyrénéite.

M. Gourdon m'a signalé la pyrénéite au lac de Bordère.

D'après M. Frossard (*Bull. Soc. Ramond.* XXVII. 1892), ce minéral existerait aussi dans le massif du pic du Midi, ainsi qu'au pic de Péguères à Cauterets.

M. des Cloizeaux m'a remis des échantillons de pyrolusite terreuse qu'il a recueillis dans les mines de manganèse d'Adervieille (vallée de Louron). Ils accompagnent la diallogite, la rhodonite et la friedélite. En les traitant par l'acide chlorhydrique, j'ai pu isoler de très jolis petits grenats (b^1) transparents, incolores ou blanc grisâtre qui semblent être identiques à la pyrénéite. Il est probable qu'ils ont une semblable origine et qu'ils sont antérieurs aux actions hydrothermales qui ont donné naissance aux minéraux manganésifères imprégnant toutes les roches de ce gisement.

Type Arbizon.

Les grenats de ce type sont beaucoup plus répandus que les précédents ; ils se rencontrent sur toute l'étendue de la chaîne des Pyrénées ; leurs propriétés optiques sont généralement peu nettes.

Basses-Pyrénées. Aux environs des mines d'Anglas et d'Ar, au-dessus des Eaux-Bonnes, j'ai rencontré ce minéral en cristaux très déformés dans des calcaires dévoniens.

Hautes-Pyrénées. J'ai signalé déjà, à l'occasion de l'idocrase, le gisement du Pic de Peguères à Cauterets ; les grenats atteignant 1^{cm} de diamètre y sont très beaux, mais beaucoup moins abondants que dans les gisements qui seront cités plus loin. Ils sont remarquables par leur association intime avec l'idocrase. La fig. 3 de la page 163 représente un échantillon de ce gisement.

Lorsqu'on brise ces grenats, on constate une cassure régulière en escaliers dont M. E. Bertrand a donné l'explication (*B. S. M.* IV. 14. 1882) ; il a pu en effet diviser ces grenats en quarante-huit pyramides ayant leur sommet au centre du cristal. Les surfaces en escalier signa-

lées plus haut seraient, d'après ce savant, les surfaces de jonction de ces pyramides.

Il y a lieu de faire remarquer que ces grenats présentent des phénomènes biréfringents difficiles à interpréter à cause de leur peu de netteté.

M. Frossard a plusieurs fois appelé l'attention sur ce gisement (*B. S. Ramond.* 1868. 129 et *B. Soc. Borda.* 1884. 301).

Sur toute la lisière du massif granitique du Néouvielle, les grenats de ce type se rencontrent partout où le granite touche le calcaire. On les trouve notamment à la Piquette déras lids, au Mont-Caubère, à la montagne de Campana, au pic d'Espade. Les cristaux sont petits et d'un rouge foncé ; il est facile d'en recueillir des blocs dans tous les ravins descendant du sud dans la vallée de Bastan (environs de Barèges). Ce sont là sans doute les grenats rouges cités par Ramond et analysés par Vauquelin.

J'ai déjà signalé plus haut à ce sujet le pic d'Arbizon (cirque d'Arec) : c'est en effet le point où l'on peut le plus facilement toucher ce contact et recueillir en abondance de beaux échantillons de grenat dont les dimensions varient de 1^{cm} à $0^{cm}25$ de diamètre. Dans quelques blocs, les grenats en cristaux parfaitement nets sont pressés les uns contre les autres, réunis par une très petite quantité de calcaire. Sur les surfaces exposées à l'air, les grenats sont en partie dégagés et prennent par oxydation une teinte plus foncée. On peut alors constater que la périphérie des cristaux est creusée de cavités originellement remplies par de la calcite.

Haute-Garonne. Charpentier (*op. cit.* 145) signale à peu de distance du Port-d'Oo des calcaires grenus, grisâtres, avec couches de grenat et d'épidote. M. Gourdon a rapporté des échantillons analogues de la haute vallée de Louron. Sur le versant espagnol, au pic du Ceil de la Baque, dans le massif des Posets (montagne de Sahun) et à la Pique Fourcanade [Aragon], le même savant a trouvé des grenats associés à de l'idocrase dans des calcaires tout à fait identiques à ceux du pic de Péguères.

C'est aussi au même genre de gisement qu'il y a lieu de rapporter les beaux dodécaèdres de grenat jaune brunâtre de la montagne de Senet [Catalogne] dont j'ai décrit plus haut les propriétés optiques. Ils ont été trouvés par M. Gourdon avec de l'idocrase et de l'épidote.

Ariège. M. Caralp m'a signalé l'existence du grenat et de l'idocrase

du type Arbizon dans les calcaires paléozoïques (siluriens) des environs du lac de Bethmale, dans le massif du Mont-Vallier.

J'ai rencontré les mêmes minéraux au fond de la vallée d'Aulus, à la mine des Argentières et au port de Saleix (sur les versants E. et O.). Dans ces derniers gisements, le grenat seul forme parfois des bancs de plusieurs décimètres d'épaisseur. Les cristaux nets sont accompagnés d'idocrase, wollastonite, épidote, etc. Quant aux schistes intercalés dans ces calcaires (dévoniens), ils sont transformés en schistes micacés à andalousite (*type Huelgoat*).

Le granite du massif de Quérigut se trouve en contact avec des calcaires anciens, sur lesquels M. Roussel a appelé mon attention ; je les ai étudiés cette année. Les minéraux développés dans ces conditions sont le grenat, l'idocrase, le pyroxène. Le grenat est surtout abondant, il appartient exclusivement au *type Arbizon*.

Quand on suit le sentier qui descend du port de Paillières vers Mijanès, on voit le granite injecté dans le calcaire (dévonien, d'après M. Roussel). Au roc de l'Encledous, on peut observer une quantité prodigieuse de cristaux de grenats, variant du jaune brunâtre au brun rouge ; leur grosseur moyenne est celle d'une petite noisette, quelques-uns atteignent 3^{cm} de diamètre. Fréquemment, ces cristaux sont aplatis suivant une face b^1 (110) et parfois réduits à un squelette creux hexagonal. Ils sont engagés dans un calcaire cristallin alternant avec des bancs de grenat compact dans les cavités duquel se rencontrent des cristaux nets $b^1\ a^2$(110) (211) ayant leurs faces beaucoup plus nettes que ceux qui se trouvent dans le calcaire et qui ne présentent que la forme b^1. On a vu plus haut que l'idocrase est rare dans ce gisement.

De même que dans les Hautes-Pyrénées, ces calcaires modifiés sont localement parcourus par des filonnets de quartz avec épidote jaune pâle et albite. Ce gisement est remarquable par l'abondance des cristaux de grenat que l'on peut recueillir en place sur une longue distance.

Plus au sud et à la frontière des Pyrénées-Orientales, ce même granite est en contact avec d'autres calcaires (précambriens, d'après M. Roussel) ; il y détermine les mêmes modifications, mais ce sont ici les bancs de grenat massif qui dominent. Les cristaux nets sont beaucoup plus fréquents ; on y rencontre deux variétés, l'une jaune rougeâtre pâle, l'autre brun rouge foncé ; l'idocrase brun rouge est assez abondante, ainsi que le pyroxène en très petits cristaux verts.

Les points qui se recommandent spécialement par l'abondance des

cristaux sont les abrupts du pic de Ginevra qui dominent le ruisseau de Boutadiol (descendant au village d'Artigues), ainsi que les flancs et la base des rocs de Bragues, de l'Embinade, etc.

Dans ces divers endroits, le métamorphisme de la granulite s'est superposé à celui du granite, et les schistes, intercalés avec des calcaires modifiés, sont criblés de cristaux de tourmaline.

Pyrénées-Orientales. Au S.-E. du gisement précédent, un contact du même genre peut s'observer sur la rive gauche de l'Aude, au pont de l'ancienne forge de Puyvalador. Les grenats d'un jaune brun clair, engagés dans le calcaire, ressemblent à ceux de Péguères ; ceux des bancs massifs au contraire ont une couleur plus foncée que ceux des autres gisements de la région.

M. Roussel m'a remis des échantillons analogues d'un autre gisement situé à l'est de Puyvalador, au pic de Madrès, que je n'ai pas visité moi-même.

C'est encore au même genre de gisement qu'il y a certainement lieu de rapporter les grenats signalés par Boubée dans des calcaires aux environs de Py, à gauche du chemin de ce village au Vernet.

2° *Dans les granulites, les filons de quartz et les roches granulitisées.*

Dans ce genre de gisement, le grossulaire est toujours de couleur claire, souvent transparent ; les cristaux sont généralement nets.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. M. Baret a recueilli de très jolis grenats grossulaires d'un blanc un peu verdâtre dans une fissure du gneiss pyroxénique à dipyre de la carrière de l'Etang, près Saint-Nazaire. Ces cristaux, extrêmement brillants, sont souvent enchevêtrés ; ils portent sur les faces b^1 (110) des stries parallèles à leur petite diagonale. Les propriétés optiques sont du *type pyrénéite*.

Aux environs immédiats de Nantes, à Barbin et au Pont du Cens, M. Baret a trouvé de beaux échantillons de grenat grossulaire, associé à l'idocrase qui a été signalée page 167.

Ces cristaux se trouvent dans des veines quartzeuses des micaschistes granulitisés. Ils présentent de nombreuses variétés de couleur : incolore, jaune, rose de diverses nuances, brunâtre. Leur examen au microscope me fait penser que beaucoup d'entre eux ont dû être originaire-

ment incolores et transparents ; leur couleur actuelle est produite par des infiltrations de produits ferrugineux à travers les nombreuses cassures qui les sillonnent. Leur forme habituelle est $b^1\ a^2$ (110) (211), avec plus rarement s (321).

Tous ces grenats sont monoréfringents. J'ai pu faire tailler dans un petit cristal, transparent et à peine teinté de jaune, le prisme qui m'a servi à déterminer l'indice de réfraction donné plus haut.

Pyrénées. — La partie supérieure des schistes cristallins des Pyrénées et particulièrement les schistes micacés (généralement précambriens) renferment, en un grand nombre de points, des filons ou lentilles de quartz contenant du grossulaire et souvent aussi de l'idocrase. Quand ces filons sont au contact avec des calcaires, ils y développent ces mêmes minéraux qui sont alors très analogues à ceux des calcaires modifiés par le granite. Plus rarement, le grossulaire se rencontre dans de véritables granulites feldspathiques.

Hautes-Pyrénées. Le grenat grossulaire est très abondant dans les calcaires intercalés dans les schistes à andalousite (précambriens ou paléozoïques) granulitisés du massif du pic de Midi.

A une centaine de mètres avant d'arriver à l'observatoire, j'en ai recueilli de beaux cristaux $b^1\ a^2$ jaunes dans un nodule quartzeux et à son contact avec le calcaire ; ces grenats associés à de l'idocrase étaient adhérents au quartz.

Dans les calcaires des crêtes conduisant du col d'Oncet au col d'Aube et ensuite dans ceux de la Som de la Pène Blanque, jusqu'auprès du lac Bleu, les calcaires traversés par la granulite sont criblés de grenat grossulaire, associé à l'idocrase citée page 167. Les mêmes minéraux forment parfois à eux seuls de grandes masses.

Il est possible de recueillir de bons cristaux dans cette région.

Haute-Garonne. M. Gourdon a trouvé d'énormes cristaux $b^1\ a^2$, brun rouge, associés à de l'idocrase, à Port-Vieux, dans les calcaires précambriens, modifiés par la granulite, ainsi qu'à Beauregard près Luchon et au Bosquet des Bains de cette ville (gros cristaux engagés dans de la malacolite en partie ouralitisés).

Ariège. Le gisement le plus remarquable que j'ai à signaler est celui que j'ai découvert non loin d'Ax. Le tunnel du chemin de fer situé aux environs de Perles (entre les stations de Luzenac et d'Ax) est creusé dans les schistes micacés à andalousite. Il a mis à découvert

des filonnets de quartz dont les débris s'observent dans le talus Est de la voie. Le grenat grossulaire y est abondant, formant parfois des cristaux de 2^{cm} de diamètre. Ils sont d'un beau jaune rougeâtre clair, parfois translucides. Leur forme la plus habituelle est b^1 (110) avec souvent a^2 (211) et s (321), plus rare (fig. 26). Ils ont subi des déformations mécaniques intenses; leurs faces sont fréquemment gondolées et formées par une série de surfaces faisant entre elles de petits angles (fig. 27). Ils sont accompagnés d'épidote peu abondante.

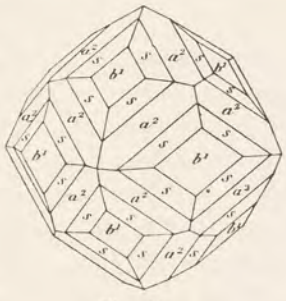


Fig 26.

Aux environs immédiats d'Ax et d'Ascou, j'ai rencontré également le grenat dans les mêmes conditions, mais en moins beaux cristaux. Le même minéral se trouve aussi dans les bancs calcaires modifiés que l'on trouve intercalés dans les schistes micacés à andalousite.

J'ai recueilli de petits grenats arrondis, transparents, jaunes, rappelant l'essonite de Ceylan, dans des filons de pegmatite, presque exclusivement quartzeux, dans les abrupts du Mont-Bédeilla, dominant le ravin de Gnoles, un peu avant le lac Naguille.



Fig. 27.
Grossulaire b^1 (110) a^2 (211) sur quartz du tunnel de Perles montrant les cassures et déformations mécaniques.

Des cristaux rose saumon du même minéral accompagnent la tourmaline (page 91) et le béryl dans les pegmatites de la haute vallée de l'Ariège, au confluent de cette rivière et du petit ruisseau descendant de l'étang de Baxouillade.

Corse. — La collection de l'École des mines renferme avec l'indication « Corse » des cristaux transparents (b^1 a^2) de grossulaire semblables à ceux d'Ala. Le musée de Grenoble possède un mauvais échantillon du même minéral, indiqué comme provenant de Erbalunga. M. A. Locard m'a dit avoir autrefois recueilli des grenats dans cette localité (commune de Brando), située à environ 8 kilomètres au N. de Bastia. Je n'ai pu, malheureusement, recueillir aucun renseignement

sur la nature géologique de leur gisement et je ne les signale ici, en attendant des renseignements plus précis, que par analogie avec les cristaux de nos autres gisements.

3° *Dans la syénite néphélinique.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* La syénite néphélinique de Pouzac, près Bagnères-de-Bigorre, est riche en grenat qui en épigénise la néphéline et la sodalite. J'ai fait voir (*B. S. G.* 3e série. XVII. 511. 1890) comment il se glisse dans les fissures et les clivages de ces minéraux, qu'il parvient parfois à remplacer complètement. Dans le haut de la sablière de Pouzac, ce grenat forme avec épidote de petits filonnets dans une variété très feldspathique de la syénite.

Il est jaune, jaune rougeâtre; un même échantillon renferme parfois des parties noires plus riches en fer. L'analyse donnée plus haut représente la composition moyenne du minéral qui constitue un terme de passage entre le grossulaire et le mélanite. Il est probable que la variété noire est constituée par un véritable mélanite.

Certains échantillons possèdent une structure plus ou moins fibreuse. Le minéral est fragile. Les propriétés optiques sont extrêmement nettes ; elles appartiennent au type pyrénéite. La fig. 23 représente une section perpendiculaire à un axe quaternaire. On y voit l'aspect chagriné que prend le minéral en lumière polarisée parallèle. Les lames minces montrent que les cristaux sont composés souvent d'enveloppes de composition différente.

OUWAROWITE[1]

$Ca^3Cr^2Si^3O^{12}$

Forme observée. b^1 (110).

Dureté. 7.

Densité. 3.42. 3.43 (Montagne d'Eristé, *Damour*).

Coloration. Vert émeraude (*Nouvelle-Calédonie*). Vert clair (Montagne d'Eristé). Cette couleur persiste même en lames minces.

Propriétés optiques. Nous avons indiqué plus haut quel type de propriétés optiques présente l'ouwarowite; c'est le même que celui de la pyrénéite.

1. Voir *Supplément*, t. IV, 725.

J'ai pu l'observer avec la plus grande netteté dans le grenat de la Nouvelle-Calédonie, ainsi que dans celui des Pyrénées. L'observation est difficile dans ce dernier à cause de son peu de transparence qui ne permet pas d'avoir de bonnes lames minces.

Composition chimique. Le grenat vert de la Nouvelle-Calédonie semble appartenir au type ouwarowite pur. Je n'ai pu malheureusement faire sur lui qu'un petit nombre d'essais qualitatifs. Quant aux cristaux des Pyrénées, l'analyse et les propriétés pyrognostiques montrent qu'ils appartiennent à un type intermédiaire entre l'ouwarowite, l'almandin et le mélanite. L'analyse suivante a été faite par M. Damour (*B. S. M.* II. 165. 1879) Cette composition chimique est très analogue à celle des grenats verts d'Oxford (Canada).

SiO^2.....	36,20
Cr^2O^3.....	6,50
Al^2O^3.....	10,20
Fe^2O^3.....	9,60
FeO	8,16
CaO	27,50
MnO.....	0,50
	98,66

Essais pyrognostiques. L'ouwarowite typique est infusible au chalumeau ; les cristaux des Pyrénées qui, comme nous venons de le dire, ont une composition intermédiaire entre l'ouwarowite, l'almandin et le mélanite sont difficilement fusibles en un verre noir non magnétique. Avec le sel de phosphore et le borax, ils donnent une perle verte chrome.

Altérations. J'ai observé dans la collection de M. Gourdon de très curieuses pseudomorphoses de ce grenat chromifère des Pyrénées en une chlorite (pennine) chromifère d'un vert très foncé.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Pyrénées [versant espagnol]. — Le grenat chromifère analysé par M. Damour a été découvert par M. Gourdon (*B. S. M.* III. 2. 1880) sur le flanc sud de la Montagne d'Eristé, à environ 1 km de la cabane de Pardina (massif du pic des Posets, à environ 5 km 5 au S. du pic). Ce gise-

ment se trouve à 2 km E. E. N. de celui d'idocrase du col de Boux signalé page 165.

Il se rencontre dans un calcaire au contact du granite. Il y forme des masses vertes, renfermant parfois de petites géodes, tapissées de rhombododécaèdres qu'il est facile de dégager par les acides.

Ce grenat est accompagné de sphène, de pyroxène, de wernérite, etc.

Nouvelle-Calédonie. — M. Garnier a signalé (*A. M.* 1867) l'existence de l'ouwarowite à l'île d'Ouen (côte S. E. de la Nouvelle-Calédonie).

L'échantillon conservé dans la collection de l'École des mines consiste en une roche feldspathique blanche, très tenace, renfermant de petits grains de grenat vert émeraude.

L'examen d'une lame mince d'environ 1 mm m'a fait voir que cette roche est constituée par de l'anorthite ; le grenat vert en lames minces possède les propriétés optiques de l'ouwarowite ; sa biréfringence est plus forte que celle du grenat des Pyrénées.

La roche dont il s'agit est une variété feldspathique de celle que les indigènes de la Nouvelle-Calédonie ont taillée en haches et qui est généralement désignée dans les collections sous le nom impropre de jade. C'est un gneiss à pyroxène ou peut-être un gabbro, rappelant un peu comme composition ceux des Alpes (euphotides) ; il ne présente pas de phénomènes de saussuritisation, mais porte les traces d'actions mécaniques des plus puissantes. Les variétés vertes sont ordinairement riches en pyroxène un peu chromifère.

MÉLANITE [1]

$Ca^3Fe^2Si^3O^{12}$

Formes observées. b^1 (110), a^2 (211).

Dureté. 7. Souvent fragile (Lantigné).

Densité. 3,3 à 3,42.

Coloration. Couleur très variable, jaune, plus au moins verdâtre dans les variétés les plus pures, brun, brun verdâtre, rouge plus ou moins foncé, noir.

1. Voir *Supplément*, t. IV, 725.

Propriétés optiques. La plupart des mélanites présentent des phénomènes de biréfringence tantôt très nets, tantôt peu distincts. Ils se rapportent aux types pyrénéite, aplome ou topazolite qui ont été décrits plus haut.

Composition chimique. L'analyse *a*) due à Ebelmen (*A. M.* 4e série. VII. 19) représente la composition des cristaux de Lantigné. L'analyse *b*) a été donnée par von Lasaulx (*Et. petr. sur les roches volc. d'Auvergne*, trad. par Gonnard. Clermont, 1875, p. 199) ; elle a été faite sur une matière évidemment impure, provenant des cornes vertes (contact du granite) des environs de Berzet (Puy-de-Dôme) ; elle est suffisante cependant pour donner une idée de la nature du grenat contenu dans ce genre de roches, comme le montre du reste la densité donnée (3.002).

	a)	*b*)
SiO^2	36,45	46,72
Al^2O^3	2,06	8,82
Fe^2O^3	29,48	18,80
CaO	30,76	17,28
MgO	0,06	1,21
MnO	0,28	4,51
Alcalis	»	2,10
Pertes	0,96	0,73
	100,05	99,57

Altérations. Les grenats des cornes vertes de Cressy-sur-Somme sont parfois transformés en épidote. Le plus souvent, le grenat encore intact est englobé par de l'épidote en grandes plages à orientation homogène.

Le mélanite de Framont est parfois transformé en limonite (Alb. Müller, *Natur. f. Gesell. Basel.* 588. 1857).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements de mélanite que nous avons à étudier sont au nombre de trois.

1° Dans les calcaires paléozoïques au contact de roches éruptives ;

2° Dans les schistes cristallins et les roches éruptives acides.

Dans ces deux gisements le mélanite est le plus souvent associé à de l'épidote et à des minerais de fer (magnétite).

3° Dans la syénite néphélinique.

1° *Dans les calcaires paléozoïques au contact de roches éruptives:*

Je range dans cette catégorie les grenats formés au contact du granite ou de roches plus ou moins basiques (diabases, kersantites, porphyrites). Dans beaucoup de cas, les grenats ainsi produits possèdent une composition intermédiaire entre celle du mélanite typique et du grossulaire ; ce sont ceux auxquels j'ai fait allusion en décrivant ce dernier grenat. Tous possèdent généralement des anomalies optiques.

Normandie. — *Manche*. MM. Fouqué et Michel Lévy ont rapporté d'une course commune, qu'ils ont faite dans les environs des mines de fer de Dielette, des échantillons de calcaires dévoniens, modifiés par le granite. Ils renferment du grenat brun à éclat résineux formant des masses parfois très considérables ; les cristaux nets sont rares ; ils se présentent alors sous la forme de rhombododécaèdres.

Ce grenat se trouve, soit dans les calcaires eux-mêmes, soit dans des roches métamorphiques très denses, compactes, constituées par un mélange grenu de pyroxène et de quartz ; elles sont analogues aux roches de contact désignées par Fournet sous le nom de cornes et étudiées par M. Michel Lévy dans le Beaujolais. Elles seront décrites à l'article pyroxène.

Le gisement de magnétite de Dielette est, comme ces roches, en relation avec la venue granitique.

M. Michel Lévy m'a signalé dans ces grenats des anomalies optiques du type aplome. J'ai fait tailler de petits cristaux nets, rougeâtres, plus ferrugineux que les précédents et rappelant ceux de Campana décrits page 223 ; ils ne m'ont montré que des phénomènes de biréfringence très vagues.

Ces grenats fondent au chalumeau en un verre noirâtre non magnétique.

M. A. Richard m'a montré un échantillon qu'il a recueilli dans ce gisement et qui présente dans une fente de petits cristaux brun noir $b^1\ a^2$ du même minéral.

Pyrénées. — J'ai dit page 219 que quelques-uns des grenats de contact du granite et des calcaires paléozoïques des Pyrénées (*Hautes-Pyrénées*) semblent constituer des termes de passage entre le mélanite et le grossulaire ; je ne les cite ici que pour mémoire.

La collection du Muséum renferme de gros dodécaèdres brisés d'un mélanite brunâtre (à anomalies optiques du type pyrénéite) étiquetés

comme provenant de Costabenne (Pyrénées-Orientales). Ils semblent provenir d'un gisement analogue.

Plateau central. — M. Michel Lévy a décrit (*B. S. G.* 3e sér. XI. 299. 1883) les roches de contact du granite et des diabases d'un assez grand nombre de points des départements du *Rhône*, du *Puy-de-Dôme* et de *Saône-et-Loire*. Ces roches (cornes vertes) formées en grande partie de pyroxène, amphibole, quartz, etc., contiennent souvent du grenat brun plus ou moins foncé, qui semble appartenir au mélanite.

J'ai cité plus haut une analyse de von Lasaulx, faite sur une matière très impure de Berzet (*Puy-de-Dôme*) ; elle indique cependant, d'une façon suffisante, à quel type doit être rapporté le grenat essayé.

Fournet avait antérieurement signalé le grenat dans ces cornes vertes à Chessy, Brouilly, Montgiron (*Rhône*). M. Michel Lévy m'a indiqué, en outre, Cressy-sur-Somme (*Saône-et-Loire*) où le grenat est en partie transformé en épidote.

Ebelmen a décrit (*A. M.* 4e sér. VII. 19) un gisement intéressant de mélanite, à environ 800 mètres N. N. O. de Lantigné près Beaujeu : je l'ai moi-même étudié (*B. S. M.* IV. 84. 1881). D'après M. Michel Lévy (*B. S. G.* 3e sér. XI. 293. 1883), il se trouverait au contact du granite et de la diabase.

Le grenat forme la gangue de la magnétite qui a fait en ce point l'objet d'anciennes recherches. Il constitue des masses cristallines, dans lesquelles on trouve des géodes, généralement remplies par de la calcite et tapissées de cristaux atteignant 1^{cm} 5. On y trouve les formes suivantes : b^4 a^2 ; a^2 b^4, a^2. Les faces a^2 sont toujours striées parallèlement à leur intersection avec b^4. Ces cristaux varient du gris jaunâtre au jaune clair, au brun et au vert. On y constate de nombreuses déformations mécaniques.

En lames minces, on les voit brisés, traversés par des filonnets de quartz secondaire. Ils sont constitués par des zones monoréfringentes et d'autres biréfringentes (*type aplome*). Une lame taillée parallèlement à b^4 (110) montre des phénomènes de biréfringence, difficiles à interpréter, ces cristaux n'étant malheureusement pas assez transparents pour être taillés en plaques suffisamment épaisses. Ils sont fragiles et se réduisent souvent en poudre par la simple pression du doigt.

Ils sont accompagnés de quartz d'oligiste, d'oxyde de manganèse terreux, qui forment parfois une mince pellicule à leur surface.

Vosges. — *Vosges.* C'est aussi au mélanite qu'il faut rattacher un grenat jaune clair que j'ai trouvé dans l'échantillon d'axinite du petit Donon de Rothau, décrit plus loin. Il est associé, en outre, à de l'actinote et présente des phénomènes de biréfringence énergiques, à rapporter au type de la pyrénéite autant que l'on peut en juger par des coupes faites dans une direction quelconque, les cristaux n'ayant pas de formes géométriques.

[*Alsace*]. D'après le docteur Carrière (*Ann. Soc. d'émul. Vosges, Saint-Dié*), le grenat était abondant à Framont, à la mine jaune et à la mine de la Chapelle. Les cristaux brun rouge (b^1 a^2) y atteignaient la grosseur d'une noisette. Ils étaient accompagnés d'épidote, de hornblende, de pyrite, de calcite, de magnétite.

M. Vélain, qui a bien voulu m'en donner des échantillons, les considère comme un minéral de contact de porphyrites sur des lambeaux calcaires paléozoïques. Les échantillons que j'ai examinés sont constitués par un agrégat de cristaux associés à du pyroxène et à de la calcite. Par l'action d'un acide, on peut mettre à nu des géodes dans lesquelles les cristaux sont accompagnés de quartz et d'épidote.

Un échantillon que j'ai acheté à la vente de la collection de Delesse m'a fourni de beaux cristaux présentant les phénomènes biréfringents très nets que j'ai décrits plus haut et qui se rapportent au type pyrénéite. Ces cristaux brun rouge ou brun jaunâtre ont un centimètre de diamètre.

2° *Dans les schistes cristallins et les roches éruptives acides.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* M. Baret m'a remis un échantillon de granulite des gneiss des environs de Crossay, renfermant des grains de grenat mélanite brun noir à éclat résineux, atteignant 1 centimètre de diamètre. Ils ont une forme arrondie et englobent tous les autres éléments de la roche (oligoclase, quartz). Ce grenat est brun jaune, en lames minces et ne présente pas d'anomalies optiques. Il fond en un globule noir magnétique.

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai trouvé de jolis cristaux de grenat sur la rive droite du ruisseau d'Arnave, à peu de distance en amont du village. Des recherches ont été faites en ce point, sur un amas de magnétite, qui se trouve intercalé dans les gneiss du massif du Saint-Barthélemy.

La magnétite est accompagnée d'epidote, de grenat, de quartz, etc. Le grenat est brun noirâtre ; de nombreuses cavités sont tapissées par des cristaux a^2 (211) rougeâtre clair.

Dans un échantillon, j'ai recueilli de jolis cristaux noirs b^1 a^2 reposant sur de l'épidote.

Ces cristaux peu transparents en lames minces présentent des anomalies optiques très complexes semblant se rapporter au type de l'aplome.

Esterel. — *Var.* M. des Cloizeaux a signalé (*op. cit.* 274) du grenat mélanite brun rouge foncé à Collobrières dans les lentilles de magnétite des micaschistes et amphibolites dont il a été question plus haut.

3° *Dans la syénite néphélinique.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* On a vu page 228 que la syénite néphélinique de Pouzac renfermait fréquemment du grenat grossulaire ferrugineux passant au mélanite. M. Frossard m'a remis de petits dodécaèdres noirs associés au grenat jaune.

L'examen optique montre qu'ils sont constitués par un centre très foncé formé par du mélanite et une enveloppe plus claire, moins ferrugineuse. Leurs propriétés optiques ont été données p. 213.

PYROPE

$$Mg^3\ Al^2\ Si^3\ O^{12}$$

Les grenats magnésiens que j'ai eu l'occasion d'étudier sont engagés dans des péridotites ou des serpentines et n'ont pas de formes géométriques.

Dureté. 7 (et au-dessus).

Densité. 3.4 à 3.78. 3.643 (Moncaup).

Coloration. Rouge de diverses nuances, rarement noir. Le pyrope des Pyrénées est rouge jaunâtre clair. Poussière blanche.

Éclat vitreux, un peu résineux dans la cassure,

Propriétés optiques. Le pyrope est monoréfringent.

Composition chimique. Le pyrope ne possède généralement pas la composition théorique, représentée par la formule donnée plus haut ; il renferme toujours une quantité plus ou moins grande d'oxyde de fer et de chaux.

Analyses :

a) du grenat de la lherzolite de Moncaup (Lx).

b) du pyrope altéré de Narouel (par Delesse, *A. M.* 4e sér. XVIII. 309. 1850).

c) de la kelyphite (voir *Altérations*) de Pétempré, par M. Schrauf (*Z. K.* VI. 364).

d) de la chlorite, épigénisant le pyrope du col de Pertuis, par Delesse (*op. cit.*).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
SiO^2	43,96	41,56	39,70	33,23
Al^2O^3	27,77	19,84	17,85	14,78
Cr^2O^3	»	0.35	1,19	1,49
Fe^2O^3	»	10,17	10,15	6,28
FeO	8,33	»	»	»
MnO	»	traces	0,69	1,39
MgO	14,23	22,00	22,91	30,76
CaO	5,48	4,25	4,57	1,86
Pertes	»	1,58	2,99	10,21
	99,87	99,75	100,05	100,00

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond difficilement en une perle noire non magnétique. Donne généralement les réactions du chrome.

Altérations. M. Schrauf a donné le nom de *kelyphite* à la croûte verte fibreuse que l'on observe souvent autour des grenats de certaines péridotites et serpentines.

L'examen microscopique montre que cette substance n'est pas un minéral spécial, mais généralement de l'amphibole fibreuse ou un mélange d'amphibole et de feldspath.

J'ai trouvé de beaux exemples de *kelyphite* dans les filonnets pegmatoïdes qui traversent la lherzolite de Prades, de Lherz (*Ariège*), de Moncaup (*Haute-Garonne*).

A Lherz, on voit le grenat fissuré, corrodé et en quelque sorte noyé dans des plages d'un feldspath triclinique basique rempli de petites aiguilles (rectilignes ou creusées de cavités) d'amphibole d'un vert très pâle. Ces cristaux d'amphibole sont généralement disposés normalement à la surface du grenat ; ils deviennent parfois extrêmement nombreux, s'enchevêtrent et donnent naissance à de véritables fibres entrelacées. Quand le grenat est entouré par du pyroxène, il arrive souvent que l'amphibole en contact avec ce minéral s'oriente cristallographi-

quement sur lui. Dans quelques échantillons, le grenat est intimement associé à du spinelle vert qui semble en partie ancien, en partie récent.

A Prades, l'amphibole est généralement disséminée dans une matière colloïde verdâtre.

Des phénomènes du même genre s'observent autour du grenat des lherzolites de Montcaup dont l'analyse a été donnée plus haut : la croûte périphérique est souvent visible à l'œil nu. Les cristaux d'amphibole y sont plus grands que dans les gisements ariégeois (fig. 28). Les péridotites serpentinisées des Vosges présentent aussi très fréquemment des phénomènes de kelyphite qui ont été étudiés par Delesse et par M. Schrauf.

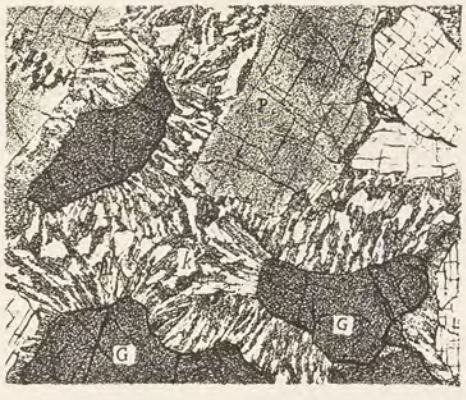


Fig. 28.
Grenat pyrope (*G*) entouré d'une auréole (*k*) d'amphibole et de feldspath. Ce grenat est englobé dans du pyroxène (*p*). — (Lherzolite de Moncaup).

J'ai pu en étudier une belle série recueillie par Delesse et par M. Vélain. Dans beaucoup de cas, la couronne de kelyphite est uniquemeut formée d'amphibole en fibres entrelacées, extrêmement fines ; souvent même il ne reste plus trace du minéral primitif (fig. 29).

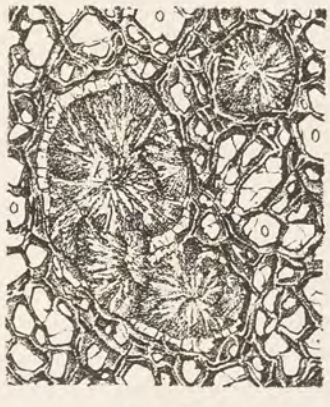


Fig. 29.
Grenat transformé en amphibole fibreuse (kelyphite) dans péridotite en voie de serpentinisation (Sainte - Sabine, Vosges).

Dans d'autres cas, la transformation est plus complexe. On trouve dans la serpentine de petits globules rosés que l'on peut prendre au premier abord pour du grenat frais, mais qui, examinés au microscope, ne montrent que peu ou pas du tout de ce minéral. Celui-ci est transformé en partie en amphibole fibreuse et en partie en un mélange d'enstatite, de spinelle brunâtre et d'amphibole jaune pâle ou incolore, accompagnés souvent d'un peu de

biotite et de pyroxène. La fig. 30 représente un de ces grains de grenat transformé. Il existe de très nombreuses variations dans leur structure et leur composition minéralogique, les divers minéraux qui viennent d'être énumérés existant tantôt séparément, tantôt associés.



Fig. 30.
Grenat transformé en un mélange d'enstatite (*E*) et de spinelle (*I*). En bas, il reste un petit fragment de grenat présentant la transformation en kelyphite (*K*). (Lame mince d'une péridotite recueillie entre la vallée de Granges et Pétempré, Vosges.)

En présence de ces faits, les analyses de Delesse citées plus haut ne doivent être considérées que comme représentant la composition chimique du mélange des minéraux qui viennent d'être énumérés. Elles expliquent la cause de la densité et de la dureté trop faibles, signalées par cet auteur.

Delesse a décrit au col de Pertuis près Liesey des pseudomorphoses de pyrope en chlorite. Elles se produisent sans doute suivant le mode décrit à l'occasion de l'almandin; je n'ai pas eu l'occasion de les observer moi-même. (Analyse *d.*)

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le pyrope est le grenat que l'on rencontre dans les péridotites et dans les serpentines qui en dérivent.

Pyrénées[1]. — *Haute-Garonne.* La lherzolite serpentinisée de Montcaup et d'Arguénos renferme des accidents minéralogiques, constitués par du diallage et de gros grain du grenat rouge jaunâtre clair dont j'ai donné l'analyse plus haut.

Les grains de grenat peuvent atteindre 1^{cm} de diamètre; ils sont généralement très brillants, entourés d'une auréole nette de kelyphite toujours très mince, mais cependant visible à l'œil nu.

Ariège. J'ai rencontré le grenat, très abondant en petits grains rougeâtres, de quelques millimètres de diamètre, dans les filonnets pegmatoïdes perçant la lherzolite de Prades et plus rarement celle de l'étang de Lherz. Les transformations en kelyphite sont généralement peu développées, mais existent toujours; tantôt il y a beaucoup de feld-

1. Voir *Supplément*, t. IV, 726.

spath récent (Lherz) et tantôt il n'y en a pas (Prades). A l'étang de Lherz, le grenat forme des grains irréguliers, moulant tous les autres éléments de la roche.

Vosges. — *Vosges.* Les péridotites (lherzolites et surtout dunites), plus ou moins serpentinisées, des Vosges, renferment en assez grande quantité des grenats atteignant 2^{cm} de diamètre. Ils sont très rarement intacts et généralement transformés, soit en amphibole fibreuse, soit en un mélange d'amphibole, de spinelle brun, d'enstatite et des divers minéraux énumérés plus haut à l'article « *Altérations* ».

Delesse a décrit (*op. cit.*) ces grenats et leurs pseudomorphoses, sans toutefois déterminer la nature des minéraux récents, sauf dans le cas de la serpentine du col de Pertuis où il a analysé des pseudomorphoses chloriteuses.

Il a cité les gisements suivants comme très grenatifères : Sainte-Sabine, Charme, La Mousse, Le Goujot, Eloyes, Liesey, Narouel, Naymont, les Arrentées-de-Corcieux, Champdray, Hazintrey, Tholy, Jussarupt, Houx, les Xettes.

Plus tard, M. Schrauf a analysé un grenat de Pétrempé entièrement transformé en kelyphite (*Z. K.* VI. 363) et von Lasaulx a étudié des transformations du même genre dans la serpentine du col de Pertuis (*Niederrh. Gesell. Bonn.* 1882. 114).

Les échantillons que j'ai eu l'occasion d'étudier sont presque entièrement transformés. Ils proviennent en partie de la collection même de Delesse. Les fig. 29 et 30 représentent les pseudomorphoses de ces grenats, recueillis par Delesse, l'un à Sainte-Sabine, l'autre entre de Granges et Pétrempré (lieu dit de la commune de Granges, situé sur la route de Gérardmer).

ALMANDIN[1]

$Fe^3\ Al^2\ Si^3\ O^{12}$

Formes observées. b^1 (110), a^2 (211).

Faciès des cristaux. Les faces b^1 et a^2 sont parfois striées parallèlement à leurs intersections mutuelles.

Clivages. Le clivage b^1 (110) est généralement peu net et toujours

1. Voir *Supplément*, t. IV, 726.

interrompu : quelques variétés présentent trois clivages rectangulaires suivant p (100).

Coloration. Rouge de diverses nuances, variant depuis le rouge noir jusqu'au rouge violacé; les cristaux, toujours transparents en lames minces (et alors à peine teintés en rose) sont parfois transparents sous une épaisseur de plusieurs millimètres. Poussière blanche.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Tous les almandins que j'ai examinés sont monoréfringents. J'ai mesuré les indices de réfraction suivants sur un prisme taillé dans un cristal transparent de Barbin.

$$n \begin{cases} \text{Na} & 1{,}8122 \\ \text{Li} & 1{,}8051 \end{cases}$$

Composition chimique.

Analyse :

a) de l'almandin de Nouvelle-Calédonie par Lidversidge (*Roy. Soc. N. J. Wales.* 1er sept. 1880).

b) de l'almandin de Saint-Philippe (Sainte-Marie-aux-Mines), par le Dr Carrière (*Ann. Soc. d'émul. Vosges.* VIII. 143. 1853).

	a)	*b*)
SiO^2.....	38,15	41,00
Al^2O^3... .	22,18	22,15
FeO.....	21,26	12,35
MnO.....	77, 8	traces
CaO.....	5,54	19,58
MgO.....	4,78	4,92 (diff.)
Perte au feu.....	0,31	» »
	99,96	100,00

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau en un globule noirâtre ou noir plus ou moins magnétique. Très difficilement attaquable par les acides ; attaqué par eux (avec gelée) après calcination.

Altérations. J'ai eu l'occasion d'observer deux sortes de modifications du grenat almandin.

1° *Altérations par actions secondaires.* Ces modifications sont de deux espèces; elles consistent dans la transformation progressive du grenat en chlorite ou en épidote.

La transformation en chlorite est la plus fréquente; elle s'observe

dans un très grand nombre de gisements ; les grenats verdissent, leur dureté et leur densité diminuent. Quand on les examine en lames minces, on constate qu'ils sont fissurés dans tous les sens et qu'ils sont, de place en place, remplis par une chlorite verte du groupe de la pennine, très polychroïque et généralement à un axe positif. Assez souvent, le grenat est complètement transformé et il n'est plus possible de le reconnaître que par les formes extérieures des pseudomorphoses.

La transformation en épidote s'opère de la même façon ; je l'ai observée notamment dans les éclogites de Bouvron (Loire-Inférieure) où les grenats sont parfois entièrement remplacés par un agrégat de petits grains d'épidote n'ayant aucune relation optique les uns avec les autres.

2° *Transformation sous l'action des roches volcaniques.* Ces transformations se rencontrent dans les grenats des gneiss ou granulites enclavés par les roches volcaniques basaltiques. Le grenat subit alors une fusion plus ou moins complète, suivie de la recristallisation du verre résultant. Ces recristallisations consistent en spinelle vert et en hypersthène. Tantôt ces deux minéraux sont disposés d'une façon quelconque par rapport au grenat intact, tantôt, au contraire, ils se groupent autour de lui, formant des couronnes qui rappellent la kelyphite (fig. 31). Le spinelle se dispose alors sous forme cristallique, donnant naissance à de délicats édifices, constitués par l'empilement d'octaèdres. Il est englobé par l'hypersthène qui affecte aussi parfois des formes chondritiques.



Fig. 31.

Coupe mince de grenat (25), présentant la transformation périphérique en spinelle et hypersthène. (Enclave gneissique de la brèche basaltique du Rocher Saint-Michel, au Puy.)

Ces transformations s'observent souvent dans les enclaves basaltiques du Velay et particulièrement dans celles des environs du Puy.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le grenat almandin est rare dans le granite, très abondant dans les granulites, les pegmatites, ainsi que dans les gneiss, micaschistes et

schistes granulitisés. Il est également fréquent dans les amphibolites et constitue un élément essentiel des éclogites. Plus rarement, il s'observe dans les schistes paléozoïques, modifiés par le granite.

Dans toutes ces roches, le grenat se présente avec les mêmes formes b^1 (110) et a^2 (211), seules ou associées (je n'ai jamais trouvé que le dodécaèdre dans les éclogites) ; aussi ne séparerai-je pas ces gisements les uns des autres et les étudierai-je dans un même paragraphe.

Dans les granulites et les roches modifiées par elles, la tourmaline, parfois la cordiérite sont souvent associées au grenat.

Dans les micaschistes, ce minéral est un satellite habituel de la staurotide, du disthène, de l'andalousite ; il y est beaucoup plus abondant que ces derniers.

Enfin, on rencontre l'almandin dans les sables de toutes les régions constituées par les roches grenatifères qui viennent d'être énumérées.

Les gisements de grenat sont plus nombreux encore que ceux de tourmaline et partout où l'on trouve des schistes cristallins ou des granulites, on est presque sûr de le rencontrer ; aussi me contenterai-je de signaler les points qui se recommandent par l'abondance ou la netteté des cristaux de ce minéral.

Normandie. — *Orne*. M. Le Tellier m'a signalé des cristaux rouge groseille de grenat dans la granulite à grains fins de Condé-sur-Sarthe près Alençon.

Bretagne. — Le grenat se rencontre dans presque tous les filons de granulite (*pegmatite*, *aplite*) de Bretagne. Les cristaux sont généralement plus petits et d'un rouge plus pâle que ceux des schistes métamorphiques. Je citerai quelques gisements plus particulièrement intéressants.

Ille-et-Vilaine. M. Vélain m'a signalé de gros cristaux de grenat à l'anse des Métairies, près Saint-Enogat, dans les pegmatites.

Côtes-du-Nord. Les pegmatites de Saint-Jacut de la Mer renferment de gros cristaux d'almandin $b^1 a^2$ (110) (211), atteignant plusieurs centimètres de diamètre. Ils sont accompagnés de tourmaline.

Finistère. Les granulites de Siec, près Roscoff, sont très riches en jolis grenats rouge groseille (a^2). M. Barrois m'a signalé également à ce point de vue un filon de granulite que l'on peut observer de Goulier à Plouaré.

Les micaschistes granulitisés de Port Léogan, dans la baie du

Conquet, contiennent d'énormes cristaux, $b^1\ a^2$, de grenat rouge accompagnant la staurotide. On en rencontre d'analogues au cap Coz près Concarneau.

Le grenat almandin est assez abondant dans deux bandes d'amphibolites, de pyroxénites et d'éclogites que m'a signalées M. Barrois ; l'une au S. du Finistère passe à Peumérit, Trioyet, l'autre au N. du département s'étend de Guisseny à Plouider, Plounevez. J'ai décrit les roches de ces derniers gisements : *B. S. M.* 1889 et *Bull. Soc. Nat. Ouest.* I. 109. 1891. A Gerscao en Plounevez, les grenats de l'éclogite sont entourés d'amphibole, distribuée d'une façon régulière à la manière de la kelyphite des serpentines (fig. 32).

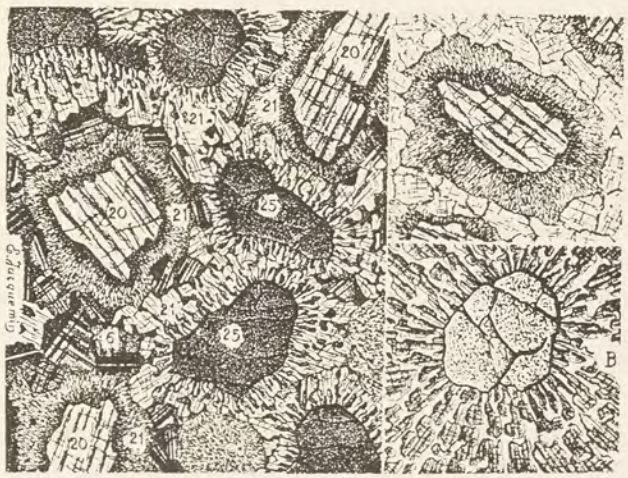


Fig. 32.
Grenat (25) entouré d'une couronne d'amphibole et de feldspath triclinique dans éclogite de Gerscao-en-Plounevez. La roche renferme, en outre, du pyroxène (20) se transformant de la même façon en amphibole et en feldspath ; (en *A*, transformation du pyroxène et en *B* du grenat). Lame mince vue en lumière polarisée parallèle.

Le grenat s'observe en outre, en cristaux a^2 rouges et transparents, dans des schistes siluriens à staurotide et andalousite de Forges-Neuves étudiés page 10. M. Barrois me l'a signalé aussi dans les schistes et les grès dévoniens au contact du granite dans les environs de Morlaix. M. Munier-Chalmas m'a remis une série d'échantillons parmi lesquels on rencontre quelques bons cristaux b^1.

Morbihan. Les micaschistes et les granulites de la vallée de l'Evel

et de la bande schisteuse s'étendant de Baud à Locminé renferment d'énormes cristaux d'almandin ; on peut citer notamment à cet égard les environs de Baud, de Kérival, la Haie-Haute (le Hayo), Treblavet, Téléné, Lindivic, Kerandun, le rocher du Roho, Kerguero près Plumelin (cristaux atteignant la grosseur du poing), Saint-Allouestre, etc. Dans ces gisements, la face dominante est le trapézoèdre a^2 (211), souvent accompagné du dodécaèdre qui existe parfois seul (Saint-Allouestre).

A la Corderie en Peaule, on trouve d'énormes cristaux rouge violacé, assez transparents. Ils sont engagés dans un micaschiste très granulitisé presque exclusivement composé de muscovite p (001) m (110), accompagnée d'apatite verte.

A la Roche-Bernard, l'almandin se rencontre en gros trapézoèdres dans les granulites (près du pont, sur la rive gauche de la rivière), ainsi que dans les éclogites (b^1). Le grenat des gneiss granulitiques de la baie de Penboc'h près Vannes, accompagnant la sillimanite, ne se présente généralement pas en cristaux nets. Le même minéral s'observe dans les gneiss, les amphibolites, les granulites d'un grand nombre de points de la côte et notamment à Billiers.

Les micaschistes de l'île de Groix sont très grenatifères ; quelques-uns renferment des cristaux atteignant 3 cm de diamètre. Dans les amphibolites à glaucophane, se trouvent souvent des rhombododécaèdres rouge foncé fort nets. Ces cristaux sont riches en inclusions de quartz et de rutile.

Enfin, M. Barrois m'a indiqué l'existence du grenat dans les schistes siluriens, modifiés par le granite de Kéraudic en Plélauff, d'Elven, etc.

Dans toute cette région, les sables des rivières ou de la côte sont extrêmement riches en petits grains de grenat provenant de la démolition des roches précédentes.

Loire-Inférieure. Les environs immédiats de Nantes sont riches en beaux cristaux de grenat qui ont été signalés par Dubuisson et par M. Baret (*op. cit.*, 40), dans la collection duquel j'ai pu les étudier.

Les micaschistes de la carrière du Pont du Cens ont fourni en grande abondance des cristaux rouge foncé, translucides, plus rarement rouge cerise et transparents, b^1 a^2. Ils atteignent parfois 1 cm 5 de diamètre, et se détachent très facilement de leur gangue. Dans la carrière du Petit-Port, les grenats ont la même forme, mais ils sont brun rougeâtre. La collection du Museum renferme des cristaux

analogues accompagnant l'andalousite dans les micaschistes des Douves Saint-Nicolas, à Nantes.

M. Baret a trouvé dans la carrière de Barbin un lit mince d'une chlorite d'un beau vert sombre (un axe négatif), empâtant de grands cristaux b^1 (110) avec quelquefois a^2 (211), d'almandin rouge groseille ; les petits cristaux sont assez transparents pour que j'aie pu en faire tailler un prisme qui m'a servi à la mesure de l'indice donné plus haut. Ces cristaux sont quelquefois aplatis suivant une face b^1.

Les micaschistes de Fay et de Bouvron renferment de gros grenats, généralement arrondis. Dans ce dernier gisement, ils sont parfois lardés de cristaux de disthène.

L'almandin est abondant dans les granulites d'Orvault, du Pouliguen (pegmatite), de Clis près Guérande, de la Jonnelière, du Chêne-Vert en Saint-Herblain (b^1) ; du Mont-Goguet près Nantes, etc.

Les gneiss à pyroxène de la Ramée près Saint-Viaud sont, par places, riches en grenat ; non loin de là, dans la carrière de la Ménageraie, j'ai trouvé (*B. S. M.* 1789 et *Bull. Soc. sc. nat. Ouest* I. 205. 1891), au milieu des gneiss, de petits lits rouges qui, au microscope, se montrent constitués par de l'oligoclase grenue, du quartz englobant du grenat rose, du spinelle vert, de l'amphibole, disposés avec le feldspath à la façon de la pegmatite graphique.

Le grenat est également abondant dans les gneiss à pyroxène de la Chaterie en Saint-Herblain, de Port-Saint-Père et de Migron en Frossay.

Enfin, il y a lieu de signaler comme gisement intéressant de grenat, les éclogites qui sont abondantes dans la Loire-Inférieure. Je les ai décrites récemment (*Bull. Soc. sc. nat. Ouest.* I. 81. 1891) et j'ai fait voir qu'elles constituent deux bandes situées l'une au nord, l'autre au sud de la Loire. Dans la première, on peut observer le grenat à Bouvron, Fay, Héric, Saint-Mars-du-Désert, au Cellier, à Liré (rive gauche de la Loire, département du Maine-et-Loire) ; dans la seconde, à Saint-Philbert de Grand-Lieu (Chiron et Piedpain), à Saint-Colombin, Saint-Étienne-de-Corcoué. Cette bande se prolonge dans le département de la Vendée à Rocheservière, à la Chevrottière en Saint-André-Treize-Voies, Saint-Denis, etc.

Dans toutes ces éclogites, le grenat varie de dimension de 1 cm à 0 mm 10. Quand il présente des formes nettes, on observe toujours le rhombododécaèdre, mais souvent les cristaux sont arrondis ; l'examen

microscopique fait voir qu'ils sont criblés de cavités remplies par du quartz, de l'amphibole, du pyroxène. Ils renferment des inclusions de rutile, de sphène, d'ilménite. Leur couleur est le rouge plus ou moins foncé, le centre des cristaux est souvent plus foncé que la périphérie. A Bouvron, j'ai observé la transformation en épidote décrite plus haut.

Enfin, les sables des côtes de la Loire sont parfois extraordinairement riches en grenat.

Maine-et-Loire. M. L. Bureau m'a indiqué l'existence du grenat dans les micaschistes des environs de Drain en petits rhombododécaèdres roses b^1 (110). Ce minéral n'est pas rare dans cette région, mais les cristaux ne sont jamais très beaux. J'ai signalé plus haut le grenat des éclogites de Liré.

Mayenne. Je dois à l'obligeance de M. Œhlert l'indication de l'existence du grenat dans le granite de la Bazouge des Alleux et dans la brèche pétrosiliceuse de Sainte-Suzanne.

Vendée. — *Vendée.* J'ai signalé plus haut les gisements d'éclogites de Saint-Denis, Rocheservière, la Chevrottière, qui renferment en abondance du grenat. On le trouve aussi dans les granulites et les sables de l'île de Noirmoutiers.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Les granulites du massif du Labourd sont localement grenatifères ; celles du tunnel de Cambo m'ont fourni de gros cristaux, accompagnant la sillimanite et la cordiérite.

Charpentier (*op. cit.*) a signalé le même minéral entre Hélette et Mendione, et à la montagne d'Ursoviamendia. Je l'ai observé dans les schistes micacés à staurotide du Mont Baygoura, au sud du Labourd.

Hautes-Pyrénées. Les granulites à tourmaline de la montée du lac Bleu par Chiroulet renferment beaucoup de jolis grenats a^2, $a^2\,b^1$. Ces grenats sont souvent groupés et s'entrepénètrent. L'examen microscopique montre qu'ils sont fréquemment transformés en chlorite. On retrouve en abondance cette granulite à l'état erratique dans la vallée de Lesponne. Des grenats analogues se trouvent dans divers points du massif du pic du Midi de Bigorre et notamment à la montée du Pic, au-dessus de l'hôtellerie.

Sur la route de Gèdres à Héas, on recueille des granulites presque entièrement constituées par des grenats atteignant 2^{mm} de diamètre pressés les uns contre les autres et plus ou moins arrondis ; ils présentent les formes a^2, $a^2\,b^1$. Ces roches son éboulées de la

montagne de Coumélie. On y trouve également des granulites à plus grands éléments dont les grenats atteignent 1 cm de diamètre. Ils ont la forme $a^2\ b^1$ et présentent une structure fort curieuse ; ils sont en effet constitués par des lamelles superposées dont l'ensemble rappelle les célèbres figures de décroissement d'Haüy. Charpentier signale aussi des grenats près de Gavarnie, sur le chemin du port de Boucharo.

Je dois à l'obligeance de M. Gourdon de très beaux cristaux d'almandin rouge noir qu'il a recueillis dans les schistes micacés du Petit Pic Pétard. Ils présentent les faces $b^1\ a^2$, atteignent 1cm 5, et sont remarquables par leurs déformations mécaniques ; ils sont en effet parfois très aplatis dans une direction quelconque. A la base du même pic, au col d'Aigues Crucès, ainsi qu'au lac Caillaouas, se trouvent de très jolis cristaux du même minéral (cristaux $a^2\ b^1$ d'un rouge très vif, dans schiste micacé).

Haute-Garonne. Le grenat se rencontre dans les granulites et les schistes micacés du vallon de Burbe (chemin de Portillon près Bagnères-de-Luchon (M. Caralp), dans ceux de Clarabide ($b^1\ a^2$), du pic Crabioules, de la vallée du Lys, dans ceux du Mont de Mousquères près Luchon (beaux cristeaux b^1 rouge foncé), de Castel-Viel [1] (beaux cristaux rouges de 1 cm de diamètre dans schiste micacé. M. Gourdon), de Superbagnères (cristaux b^1, quelquefois aplatis et engagés dans un chloritoschiste), des environs du port d'Oo (cristaux b^1 de 1 cm de diamètre).

Ariège. M. Caralp m'a signalé le grenat dans les granulites et gneiss granulitiques du chemin conduisant de Sentenac au Col de la Quorre.

Je l'ai observé dans un grand nombre de points et notamment aux environs d'Ax et à Montoulieu, dans les pegmatites (b^1), à Arignac sur le bord de l'Ariège (rive gauche) et en face du pont du chemin de fer ; dans le massif du Saint-Barthélemy, dans les granulites du col d'Aigotorto (avec béryl), du chaînon nord du pic du Han (avec tourmaline, andalousite, etc.), aux environs de Calchax et de Saint-Conac (dans gneiss et granulite), etc. ; dans le massif du pic des Trois-Seigneurs, à l'Etang Blaou. Dans tous ces gisements, les cristaux sont rarement beaux.

Charpentier rapporte (*op. cit.*) que Picot de Lapeyrouse a recueilli des

1. Pendant la correction de ces épreuves, M. Gourdon m'a communiqué de très jolis petits cristaux de *staurotide*, simples ou maclés suivant (232), recueillis dans les schistes micacés de ce gisement que j'ai signalé page 13 comme ne donnant que de mauvais échantillons de ce minéral.

grenats dans la roche micacée des environs du port de Paillières, près Mijanès, au N. O. de Quérigut. Dans ce gisement je n'ai trouvé que rarement l'almandin dans les schistes (dévoniens, d'après M. Roussel), modifiés par le granite et intercalés dans les calcaires riches en grossulaire étudié page 224.

Pyrénées-Orientales. M. Deperet m'a signalé de beaux grenats dans la granulite du château de Coladroy, au nord de Ille-sur-Tet et au pic de Costa-Bona, près la Preste (vallée du Tech). Boubée en a autrefois indiqué dans le gneiss à la Coume del Cabail Mort, au-dessus de Saint-Martin-du-Canigou.

Montagne Noire. — *Tarn.* De Boucheporn (*op. cit.*) a signalé des cristaux de grenat dans les granulites de Brassac. On rencontre en outre ce minéral dans un grand nombre de points de la Montagne Noire et particulièrement dans ceux qui ont été énumérés au sujet de la tourmaline.

Plateau central. — *Aveyron.* M. Bergeron m'a signalé l'almandin dans les gneiss de Najac, Monestier, Arvieu, dans les amphibolites et pyroxénites de ce dernier gisement, etc.

Ardèche. Un des plus beaux gisements de grenat que nous ayons à signaler en France est celui de Jaujac non loin de Vals ; les cristaux présentent la forme b^1 (110) ; ils sont d'un beau rouge et, d'après les indications de M. Garreau, ils se trouvent dans des micaschistes, sur la rive droite du ravin de Rieucla, près du hameau des Blachies. Le frère Euthyme et M. de Fréminville m'ont communiqué des cristaux de ce gisement qui mesurent $3^{cm}5$ de diamètre.

Le même minéral se rencontre à Entraygues.

Haute-Loire. L'almandin est très abondant dans les granulites de Pradelles, Limandre, Saint-Privat-d'Allier. M. Boule m'en a montré de jolis cristaux $a^2\ b^1$, provenant du tunnel de Fix. Ils sont transparents et atteignent 6 à 8^{mm} de diamètre ; ils sont accompagnés de tourmaline, de cordiérité, etc.

Le grenat est abondant dans les gneiss granulitiques, enclavés dans les projections basaltiques des environs du Puy et particulièrement aux rochers Saint-Michel, Corneille, à Taulhac, Bilhac, Sainzelle (Pascal, *Et. géol. du Velay*, 401. 1885). Ils y sont associés à la cordiérite et à la sillimanite, et présentent souvent les phénomènes de fusion et de transformation en hypersthène et spinelle qui ont été décrits plus haut (fig. 31).

M. Boule m'a remis des échantillons de gneiss granulitiques ou de granulites qu'il a recueillis dans les tufs basaltiques de Bournac. Ils sont extrêmement riches en petits grains de grenat rouge violacé, associés au diaspore que j'ai décrit dans ce gisement.

Enfin, dans les ruisseaux de cette région et particulièrement dans celui du Riou-Pezzouliou à Espaly, les grenats en gros cristaux b^1 (110) et a^2 (211) souvent roulés ne sont pas rares.

Cantal. Dans beaucoup de granulites, gneiss granulitiques (Menet, Massiac, etc.), dans les micaschistes à muscovite des environs de Carlat et notamment au bois de la Bessaillade à Celles.

Les tufs basaltiques des environs de Murat renferment des fragments de granulite très grenatifère.

Corrèze. M. de Launay m'a signalé des grenats très abondants dans les gneiss des carrières du Mulatet, dans la presqu'île formée par la Corrèze en face du débouché du vallon de Poissac près de Tulle, ainsi qu'aux environs de La Chapelle-Saint-Géraud, sur la route d'Argentat à Beaulieu, dans ce dernier gisement, ils accompagnent le disthène.

D'après les indications que m'a fournies M. Mouret, le grenat serait très fréquent dans les micaschistes et les gneiss de la Corrèze sans qu'aucun gisement se recommande spécialement par la beauté des cristaux.

Haute-Vienne. Abondant dans les granulites entre Chalus et Rochechouart.

Creuse. D'après les renseignements que m'a donnés M. Glangeaud, les granulites à cordiérite des environs de Bourganeuf, les gneiss de Rapissat près Saint-Didier sont riches en grenat.

M. Gautier m'a signalé de bons cristaux $a^2\ b^1$ d'almandin dans les granulites de Chambon-sur-Voueize.

Puy-de-Dôme. Ce minéral est fréquent dans les micaschistes à Barbecot près Pontgibaud ; on le trouve à Servant, à Arlanc dans les granulites et pegmatites.

Lecoq a signalé (*Epoq. géol.* I. 345) de gros cristaux de grenat dans un bois de sapins au-dessus de Chennaille (Saint-Amand-Roche-Savine). M. Gonnard en signale aussi (*op. cit.*) dans un ruisseau voisin, dit *Carcasse* ; la collection de l'École des Mines possède des cristaux a^2 d'almandin rouge, atteignant 3^{cm} de diamètre qui semblent provenir de ce gisement.

M. Gautier a appelé mon attention sur de jolis cristaux (a^2) de la grosseur d'un pois qui accompagnent la tourmaline dans une pegmatite à muscovite en filon au nord-ouest du Puy-d'Olloix (près Saint-Amand-Tallende et non loin du gisement célèbre de barytine de la Côte-d'Abot). Le même minéral se rencontre dans les gneiss à cordiérite de Royat, etc., et dans ceux qui s'observent en enclaves dans les trachytes du Capucin au Mont-Dore. Ces gneiss sont en partie résorbés et le grenat inattaqué reste souvent en saillie dans les cavités de l'enclave, partiellement remplie par des minéraux récents (*tridymite*, *orthose*, *hypersthène*).

Je dois à l'obligeance de M. Gonnard un échantillon d'éclogite de Pinnatelle près Ardes dans lequel les grenats présentent au microscope une zone d'amphibole vermiculée, rappelant celle des éclogites du Finistère, signalées plus haut.

D'après Lecoq, le même minéral se rencontre dans une roche porphyrique de Murat (canton de Pionsat). Quant au grenat almandin signalé par Lecocq et Bouillet dans les trachytes de plusieurs pays et notamment dans celui du puy Poulet ou de La Croix-Morand, il n'existe certainement pas. La substance prise pour du grenat par ces auteurs était probablement du feldspath fendillé et imprégné d'oxyde de fer ; les échantillons de ce genre ne sont pas rares en Auvergne.

Allier. M. de Launay indique (*B. S. G.* 9e sér. XV. 12. 1886) l'existence du grenat dans les granulites du massif de Commentry, de Mazelle (avec sillimanite et cordiérite), à l'étang de la Côte, au sud du massif de Fonbonne (avec cordiérite et tourmaline), sur le bord ouest de l'Etang de Bourbon-l'Archambault ; enfin dans les micaschistes de Durmignat.

Loire. Grüner a signalé (*Description de la Loire*, 1857), l'existence de jolis petits grenats dans une granulite entre Montbrison et Boën à 500m ouest du cône basaltique de Marcilly, ainsi qu'au lieu dit Le Puy près de Sorbier, dans la vallée d'Ozon.

Le grenat est fréquent dans les nodules de granulite des gneiss de la Croix-Montvieux (avec tourmaline et sillimanite). On le rencontre en gros cristaux a^2 (211) dans les pegmatites du Mont-Pilat.

Rhône. Les gneiss et granulites du Rhône sont riches en grenat ; on peut citer quelques gisements dans lesquels les cristaux sont parti-

culièrement nets et gros : Roche-Cardon, gros cristaux a^2, rouge groseille, avec apatite dans pegmatite ; Ile-Barbe, cristaux de 2^{cm} moulant le quartz et le feldspath et accompagnant le béryl (Gonnard) dans des glandules felsdpathiques des gneiss ; Francheville, Arbuzy, Brignais (a^2, rouge groseille), Riverie, Moulin-du-Barret à Chaponost (cristaux rouge groseille transparents de 1^{cm}) (Briffandon, *Ann. Soc. lin.* I. 1836).

M. Riche a indiqué (*Ann. Soc. Lin. Lyon.* 1887. 13-41) les pegmatites de Bel-Air près Francheville, de Pierre-Blanche près Orliénas, les gneiss granulitiques de Saint-Laurent-d'Agny et de Saint-Vincent-d'Agny comme riches en almandin.

Saône-et-Loire. La région gneissique du Morvan renferme un grand nombre de filons de pegmatite grenatifère. Quelques-uns d'entre eux fournissent de superbes cristaux de grenat.

On peut citer spécialement ceux de Marmague, de Saint-Symphorien-de-Marmagne, Broye, Mesvres et ceux des environs immédiats d'Autun (parc de Montjeu).

Les cristaux d'almandin ont fréquemment la taille d'une noix ; ils sont d'un beau rouge foncé ; la forme dominante est a^2 (211) avec souvent b^1 (110) généralement très réduite, bien que j'aie recueilli des cristaux dans lesquels ces deux formes sont également développées. Ils sont accompagnés de très gros cristaux de béryl et de tourmaline.

M. Michel Lévy a signalé (*B. S. M.* VI. 329. 1883) des cristaux b^1 (110) de grenat provenant de Champroud et de Runchy, près Mesvres, atteignant 8^{cm} de diamètre. Ils sont remarquables par l'abondance des grains de quartz qu'ils englobent et qui y sont disposés à la façon d'une pegmatite graphique. Les granulites et gneiss granulitiques de cette région renferment très souvent des cristaux de grenat de petite taille.

Les amphibolites sont aussi parfois riches en grenat (Marmagne, Villeneuve-en-Montagne).

Jura. — *Jura.* Ogérien indique (*Hist. nat. du Jura.* I. 325. 1865) l'existence du grenat au N.-E. de Dôle, dans les gneiss de La Serre-des-Moulières (sur la croupe Est de la Montagne).

Vosges. — *Vosges.* On trouve le grenat almandin dans les granulites et les gneiss granulitiques de Ranfaing, près Remiremont, de Lusse (Dr Carrière, *Ann. Soc. d'émul.* Vosges. VII. 140. 1853), de la Beheuille, de l'Etang-d'Huchère ; dans les micaschistes de Lubine.

[*Alsace*]. Il est abondant dans les gneiss de la région de Sainte-Marie-aux-Mines et particulièrement dans ceux de Saint-Philippe, en énormes cristaux (a^2, a^2 b^1) rouges. Ces grenats se transforment souvent en chlorite; ils possèdent des clivages cubiques (Delesse et Dr Carrière. *op. cit.*)

Alpes. — *Isère.* Les micaschistes de Saint-Symphorien-d'Ozon renferment des grenats parfois assez gros, mais n'ayant pas de formes nettes. On en rencontre aussi dans les micaschistes des environs de Chalanches près Allemont, et dans les chloritoschistes du massif de Belledonne.

Maures. — *Var.* Le grenat est très abondant dans tous les micaschistes à minéraux des Maures et particulièrement dans les gisements cités à l'occasion de la staurotide, de l'andalousite et du disthène (La Velne, Collobrières, le col de Grateloup, entre La Molle et Bormes, etc.).

Le même minéral est également abondant dans les amphibolites de cette région (Sainte-Maxime). Les cristaux sont généralement arrondis et les formes nettes sont rares.

Corse. — J'ai eu l'occasion de voir plusieurs échantillons de granulite de Corse renfermant de petits cristaux (a^2) de grenat almandin, mais je n'ai pu recueillir aucun renseignement sur leur gisement précis.

Algérie. — *Alger.* M. Renou a indiqué (*Explor. sc. de l'Algérie*, 71. 1848) des cristaux (a^2) de grenat almandin dans les granulites du fort Bab-Azzoun et de divers autres points des environs d'Alger: ils y sont accompagnés de tourmaline.

Constantine. Le grenat almandin est abondant dans certains schistes micacés du massif d'Edough et des environs immédiats de Bône.

M. Renou (*op. cit.* 56. 1848) signale, à 1500m N.N.O. de la ville, des schistes micacés renfermant des cristaux (b^1) de grenat de la grosseur d'une noisette. Le même minéral accompagne souvent dans les environs de la ville la staurotide et l'andalousite [1].

1. J'ai pu recueillir quelques renseignements sur les minéraux de ce gisement depuis l'impression de mes premières feuilles.

Staurotide. Les staurotides signalées p. 15 aux environs de Bône se trouvent associées aux grenats dont il est question ici. Les cristaux noirs, très brillants, présentent les formes m (110), g^1 (010), a^1 (101) (Renou, *op. cit.* 57).

Andalousite. L'Andalousite que j'ai signalée p. 49 est souvent associée aux stau-

Il existe aussi des couches de grenat et de pyroxène (notamment au fort de la Casbah), associées à des bancs calcaires et à des minerais de magnétite. Les cristaux y présentent en général la forme a^2. (Voir aussi Parran. *B. S. G.* 511. 1883.)

La richesse en grenat des roches de cette région est assez grande pour donner aux sables de la plage, en certains points, la couleur rouge foncé de ce minéral.

Madagascar. — Le grenat semble être très abondant dans les schistes cristallins et les granulites de la province d'Imérina.

M. Grandidier me l'a signalé comme se trouvant en grande quantité dans les environs d'Antananarivo et dans cette ville même, au quartier dit Andohalo.

M. Cortese (*Bollet. del R. Comit. geol. d'Italia*, XIX. 113. 1888) l'indique dans les schistes du Mont Ankaratra. Il annonce qu'il a recueilli de très gros grenats altérés, accompagnés de corindon (rubis et saphirs), sur le versant oriental de cette montagne. M. Grandidier a donné au Museum des cristaux roulés de grenat, corindon, zircon, provenant, selon toute vraisemblance, de la même région.

M. Baron (*Quaterly J. of the geol. Soc.* XLV. 305. 1880) a rencontré en abondance le grenat dans les gneiss du lac Itasy et M. Hatch l'a retrouvé dans les roches recueillies par ce voyageur au village d'Ambohidratimo, à 16 km N.-O. d'Antananarivo (petits grenats rouges dans gneiss granulitique) et à Ambohibao (6 ou 8km N.-O. de la même ville) (cristaux brun rouge dans gneiss à pyroxène du type de Saxe), c'est-à-dire dans la région que m'a signalée M. Grandidier.

Nouvelle-Calédonie. — J'ai pu examiner à l'Exposition permanente des colonies les échantillons rapportés de leur mission par MM. Garnier et Heurteau. J'ai étudié d'autre part quelques échantillons de cette région qui m'ont été donnés par M. le commandant Berlière.

Le grenat almandin est abondant dans les schistes cristallins de la partie N.-E. de l'île (voir plus haut l'analyse). Dans son rapport (*A. M.*

rotides : elle ne doit pas être classée dans le paragraphe des roches modifiées par le granite, mais bien dans celui des schistes micacés granutilisés (p. 40 à la suite de « Esterel ».)

Disthène. M. Renou indique (*op. cit.* 57) l'existence de disthène bleu dans les schistes micacés et dans les nodules de quartz qui les accompagnent. Ce gisement est donc à ajouter à ceux que j'ai donnés page 73.

IX. 252), M. Heurteau a indiqué la distribution de ces roches qui peuvent être observées sur la côte N.-E. depuis l'extrémité N. de l'île jusqu'à Panié. Elles consistent en micaschistes et en amphibolites (avec ou sans glaucophane). Ces dernières roches sont abondantes dans la crête montagneuse, séparant la côte (au-dessus de Balade) de la vallée du Diahot et notamment au col du Bonhomme. On les retrouve de l'autre côté de ce col dans la vallée du Diahot et particulièrement près d'Ouéga. Les petites rivières descendant de cette arête montagneuse vers la mer, aux environs de Balade (ruisseau de Pohieu à Oubatche), contiennent également de nombreux galets d'amphibolite à glaucophane grenatifère.

Les grenats présentent uniformément les formes b^1 (110) ; ils sont rouges et atteignent quelquefois 1^{cm} de diamètre.

Les micaschistes qui les renferment offrent la plus grande analogie avec ceux de l'île de Groix (*Morbihan*) et de l'île de Syra.

A Balade, on trouve des chloritoschistes contenant des lamelles de biotite, allongées suivant une arête p g^1 (001) (010) et groupées en rosettes. Les grenats y sont presque entièrement transformés en une chlorite à un axe négatif possédant une biréfringence plus grande que celle de la pennine.

Les amphibolites sont riches en mica blanc et en rutile, très souvent entouré d'une gaine de sphène et d'ilménite. L'amphibole est constituée soit par de la glaucophane, soit par de l'actinote verte. L'épidote est presque toujours très abondante et les grenats souvent transformés en chlorite comme dans les micaschistes précédents.

La région des micaschistes est riche en filons cuprifères dont j'étudierai les nombreux minéraux dans le second volume de cet ouvrage.

SPESSARTINE [1]

$Mn^3Al^2Si^3O^{12}$

Formes observées. a^2 (211), b^1 (110).

Dureté. 7.

Densité. 3,77 à 4,37. 4.155 (La Vilate.) 4.047 à 4.054 (Vieil-Salm.) 3,976 (Ourt [Bastogne].)

1. Voir *Supplément*, t. IV, 729.

Coloration. Brun jaune clair, rouge brun plus ou moins foncé. Transparent ou translucide.

Propriétés optiques. Les cristaux de la Vilate, taillées en plaques épaisses, m'ont donné des traces de biréfringence, sans qu'il m'ait été possible de les interpréter d'une façon satisfaisante. Les cristaux de l'Ardenne belge sont monoréfringents (d'après M. Renard).

J'ai mesuré les indices suivants sur un petit prisme taillé dans un cristal de la Vilate :

$$\mathbf{n} = \begin{matrix} \text{Na} \\ \text{Li} \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} 1{,}7991 \\ 1{,}7740 \end{matrix} \right.$$

Composition chimique. Analyses :

a) de Salm-Chateau [Ardenne belge] par de Koninck (*Ac. Roy. Belgique.* XXXIII. n° 4. 1872).

b) d'Ourt [même région] par M. Klément (*Tschermak Min. patr. Mitth.* VIII. 18).

	a)	*b*)
SiO^2	38,70	37,50
Al^2O^3	18,50	18,90
Fe^2O^3	1,53	2,03
MnO	27,40	34,00
FeO	13,32	6,37
CaO		2,00
	99,45	100,80

Ces grenats, de même que celui de la Vilate, ne sont pas de véritables spessartines, mais des intermédiaires entre cette espèce et le mélanite.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fusible en globule noir non magnétique. Avec le borax et le sel de phosphore, donne au feu d'oxydation une perle violette (manganèse). — Difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique.

Gisements et associations. La spessartine se rencontre dans deux gisements distincts : 1° dans les granulites ; 2° dans les schistes paléozoïques.

1° *Dans les granulites.*

Plateau central. — *Haute-Vienne.* Le seul gisement à signaler est celui de la Vilate près Chanteloube ; il est aujourd'hui épuisé. Les

pegmatites de cette carrière, aujourd'hui abandonnée, ont fourni autrefois de nombreux minéraux rares (triphyline, triplite, huréaulite, dufrénite, niobite, etc.). La spessartine y formait des masses cristallines constituées par des trapézoèdres (avec rarement les faces b^1 (110) peu développées) accolés et pénétrés de wolfram tantalifère, de biotite et muscovite.

Assez rarement, ces cristaux pouvant atteindre 1 centimètre de diamètre sont transparents.

2° *Dans les schistes paléozoïques.*

[**Ardenne Belge**]. — MM. L. de Koninck et Davreux (*Ac. Roy. Belg.* 1872) ont signalé l'existence de petits dodécaèdres jaune rougeâtre ou brun clair, dans un schiste salmien à ottrélite et damourite de Salm-Chateau (Voy. Analyse *b*).

Plus tard, M. Renard a montré (*Ac. Roy. Belg.* 1887) que le coticule de Vieil Sam, Ottrez, Hébronval, etc., était en grande partie constitué par des dodécaèdres microscopiques de spessartine ferrifère.

Dans son mémoire sur les roches de Bastogne, M. Renard a décrit le même minéral dans les quartzites et divers schistes (taunusien inférieur) des environs de Bastogne et notamment à Ourt (Analyse *c*). D'après cet auteur, ces grenats sont monoréfringents. Les figures données dans son mémoire représentent des inclusions orientées régulièrement et de la même façon que celles de la pyrénéite. Aussi serait-il intéressant d'étudier des lames épaisses de ces grenats et de voir s'ils ne présentent pas de phénomènes biréfringents du même type.

DIOPTASE

$H^2\,Cu\,Si\,O^4$

Rhomboédrique, parahémiédrique : $pp = 95°55'$ (Dx.) [1]

$a : c = 1 : 1.05613$

Formes observées : $e^2(10\bar{1}0)$, $d^1(11\bar{2}0)$; $p(10\bar{1}1)$, $b^1(01\bar{1}2)$, $e^1(02\bar{2}1)$, $d^3(31\bar{4}2)$; $e_2 = (d^1\,d^{1/2}\,b^1)\,(12\bar{3}2)$.

Les mesures ont été prises sur des cristaux du Congo. Les faces sont tellement ondulées et striées, que ces mesures sont en général peu précises.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
e^2e^2	120°		$p\,b^1$	137°55′		e_2d^1 (opp.)	123°49′	
d^1d^1	120°		pp	95°55′	95°30′	$p\,e_2$ (opp.)	117°16′	117°23′
e^2d^1	150°	150°	pe_2 (adj.)	146°11′	146°15′	d^1e_2 (adj.)	146°35′	
d^1d^3	151°	151°10′	pe^1	126°44′	126°28′	b^1b^1	126°24′	
d^1p	132° 3′	132°15′	pd^1 (lat.)	90°		e^1e^2	157°43′	158° envir.
d^1b^1 (lat.)	90°		e_2e^1	160°33′	160°30′	pe^2 (sur e^1)	39°21′	38°56′

Faciès des cristaux. Les cristaux du Congo étudiés ici se présentent avec deux faciès particuliers. Dans les uns, le rhomboèdre $p\,(10\bar{1}1)$ domine et les faces prismatiques sont réduites. Dans les autres, au contraire, les cristaux sont très allongés suivant l'axe vertical. Les faces $d^1\,(11\bar{2}0)$ qui dominent, sont très cannelées verticalement ; parfois aussi, elles présentent des stries parallèles aux arêtes pd^1 : les deux systèmes de stries ne se superposent pas, mais existent souvent dans les diverses parties d'une même face. Les faces $p\,(10\bar{1}1)$ sont fréquemment striées parallèlement à l'arête pd^1.



Fig. 1.
Groupe de cristaux de dioptase du Congo français.

Le prisme $e^2\,(10\bar{1}0)$ est toujours réduit à de petites facettes très brillantes. Il existe probablement des prismes entre e^2 et d^1, mais les stries de cette dernière forme rendent impossibles les mesures précises. Les combinaisons habituelles sont : pd^1, $pd^1\,e^2$.

1. Breithaupt et Kokcharoff ont pris notre b^1 pour rhomboèdre primitif avec un angle culminant de 125°55′ qui conduit aux paramètres $a : c = 1 : 053417$. On en déduit pour pp la valeur 95°26′, se rapprochant plus des nombres observés que l'angle admis plus haut pour point de départ. Au moment du tirage de cette feuille, j'ai reçu de bons cristaux dont les mesures seront données dans un supplément à la fin de ce volume.

Les faces hémièdres d^3 $(31\bar{4}2)$ et e_2 $(12\bar{3}2)$ sont relativement rares et s'observent généralement ensemble : cette dernière forme est parfois holoèdre (fig. 7) ; b^1 $(01\bar{1}2)$ est plus rare encore, ses faces sont parfois cannelées parallèlement à leur intersection avec p $(10\bar{1}1)$; enfin, je n'ai trouvé e^1 $(02\bar{2}1)$ que dans quatre cristaux ; cette face est parfois allongée suivant l'arête pe^1 (fig. 8).

Les grands cristaux sont presque toujours constitués par l'interpénétration d'un grand nombre d'individus dont les surfaces de jonction sont parfois très visibles. Quelques cristaux ont des sommets dentelés par suite de l'inégale dimension des petits cristaux élémentaires, constituant les gros rhomboèdres.

Clivages. Clivage très facile suivant b^1 $(01\bar{1}2)$. Cassure inégale.

Dureté. 5. Fragile.

Densité. 3,3.

Coloration. Vert émeraude, vert noir rappelant la couleur de l'atacamite, vert-de-gris. Les cristaux vert émeraude sont transparents ; les cristaux vert noir ne le sont qu'en lames minces, il en est de même pour ceux qui sont vert-de-gris. Ces différences de coloration tiennent à un pigment ferrugineux, distribué suivant des zones concentriques, parallèles aux faces dominantes des cristaux (fig. 2).

Éclat vitreux, résineux dans la cassure.

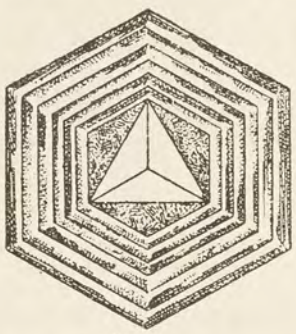


Fig. 2.
Section de dioptase perpendiculaire à l'axe vertical, vue en lumière naturelle et montrant la disposition des secteurs intérieurs, grâce à des inclusions ferrugineuses.

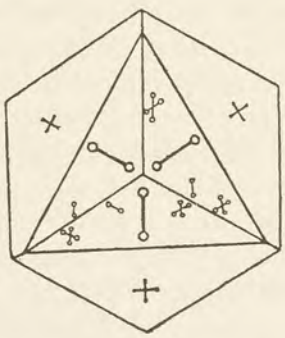


Fig. 3
Section de dioptase montrant la division en secteurs et la position du plan des axes optiques dans chacun d'eux.

Propriétés optiques. L'examen des propriétés optiques des cristaux du Congo m'a conduit à des résultats intéressants. En effet, les sections perpendiculaires à l'axe vertical, examinées en lumière polarisée paral-

lèle, ne s'éteignent généralement pas entre les nicols croisés. En lumière polarisée convergente, on constate une croix noire (avec signe *positif*), se disloquant toujours plus ou moins. Dans quelques cristaux cependant, on observe une division en trois secteurs de 120°, s'éteignant suivant leur diagonale ; le plan des axes optiques est parallèle à la petite diagonale des secteurs ; l'écartement des axes est variable, mais souvent assez grand.

Grâce à l'obligeance de M. Thollon, qui m'a donné un grand nombre de cristaux, j'ai pu en observer quelques-uns présentant des zones d'accroissement concentriques, soulignées par des inclusions ferrugineuses brunâtres. Le centre seul des cristaux présente la division en trois secteurs, alors que la périphérie du cristal ne s'éteint pas.

La section basique représentée par la figure 2 montre très nettement, en lumière naturelle, la disposition des secteurs centraux, grâce à l'existence d'un pigment ferrugineux qui jalonne les lignes de jonction des secteurs, comme cela a lieu dans les cristaux de grenat pyrénéite figurés plus haut.

L'orientation n'est pas unique dans chaque secteur, et quand on déplace lentement la préparation sur le microscope, on voit souvent à la fois deux systèmes d'hyperbole, croisés à 60° (fig. 3). Sur quelques millimètres de surface, on peut observer une multitude de superpositions et suivre pas à pas toutes les étapes conduisant d'un minéral biaxe à axes optiques écartés, jusqu'à un minéral uniaxe.

Le réseau élémentaire de la dioptase est réellement rhombique et l'on ne saurait trouver de plus bel exemple pour démontrer la réalité de ces groupements dont M. Mallard a donné la théorie et montré la fréquence dans un grand nombre de minéraux, considérés autrefois comme uniaxes.

Il est intéressant de faire remarquer que dans la dioptase du Congo, les groupements sont devenus de plus en plus intimes au fur et à mesure de l'accroissement des cristaux.

J'ai mesuré les indices suivants sur un petit prisme (Na) :

	jaune	vert
n_g	= 1,697	1,7105
n_p	= 1,644	1,6530

La partie verte du spectre étant très étalée, les dernières mesures sont moins exactes que celles qui ont été faites pour le jaune. En rai-

son des groupements étudiés plus haut, ces nombres ne peuvent être du reste considérés que comme approximatifs.

L'écartement maximum des axes (2 **V**) est d'environ 43°.

Pléochroïsme. Pléochroïsme net dans les lames épaisses avec maximum d'absorption suivant n_p.

Pyroélectricité. La dioptase est pyroélectrique.

Composition chimique. La composition chimique de la dioptase du Congo correspond sensiblement à la composition théorique, exigée par la formule citée plus haut : il existe des traces de Fe^2O^3, dues sans doute à des inclusions.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, sur le charbon, la dioptase devient noire au feu oxydant et rouge au feu réducteur, en colorant la flamme en vert. Sur le charbon, avec la soude, elle donne du cuivre métallique. Avec les flux, le minéral donne les réactions du cuivre et laisse un squelette de silice. Il est soluble dans les acides, en faisant gelée, et partiellement attaquable par l'ammoniaque, en donnant une solution bleue et en laissant un résidu de silice floconneuse.

Diagnostic. Les formes, le clivage, la couleur de la dioptase sont tout à fait caractéristiques et ne permettent de la confondre avec aucun autre minéral cuprifère.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Congo [1]. — Pendant longtemps, la dioptase a été considérée comme n'existant que dans les steppes des Kirghis. En 1874, M. des Cloizeaux signala (*op. cit.* II. XXI) de petits cristaux de dioptase qu'il avait observés dans les druses d'un échantillon compact du même minéral, expédié du Gabon avec d'autres minerais de cuivre, associés à du mica et à du clinochlore.

En 1890, M. Thollon rapporta, d'une exploration dans le Congo français, des échantillons de dioptase en beaux cristaux, malheureusement roulés, dans lesquels M. Jannettaz signala (*B. S. M.* XII. 150. 1890 et XIV. 68. 1891) les formes p $(10\bar{1}1)$, d^1 $(11\bar{2}0)$; ces cristaux étaient associés à des octaèdres d'argent natif et à de la calcite.

Dans un voyage plus récent, M. Thollon a recueilli de superbes cristaux dont il m'a confié l'examen (*C. R.* CXIV. 1384. 1892).

D'après les indications qu'il a bien voulu me donner, la dioptase se trouve dans deux gisements distincts, aux environs de Mindouli (à deux

1. Voir *Supplément*, T. IV. 730.

heures de marche à l'est de Comba, sur la route de Brazzaville). Le premier gisement, qui a fourni les échantillons décrits par M. Jannettaz, se trouve sur la rive gauche d'un petit ruisseau dans le lit duquel la dioptase se rencontre au milieu de déblais, provenant d'exploitations des indigènes qui en retirent, pour la fabrication du cuivre, de la cuprite, de l'azurite et de la malachite. On y trouve, en outre, un peu de galène et de chrysocole. Quant à la calcite et à l'argent natif, ce sont des minéraux de formation postérieure à la dioptase.

Le deuxième gisement, d'où proviennent les échantillons riches en faces que j'ai étudiés, se trouve au nord du village de Mindouli, à environ 450 m. d'altitude. On y trouve exclusivement de la dioptase et du quartz hyalin.

Dans ces deux gisements, la dioptase se trouve en blocs isolés au milieu d'une argile ferrugineuse rouge, avec des blocs de quartz, provenant de la démolition des filons quartzeux. La dioptase imprègne le quartz, y forme des filonnets ou tapisse les fentes de fragments de calcaire.

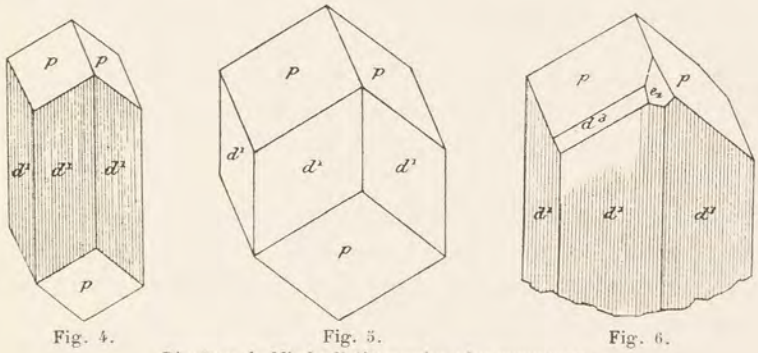


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

Dioptase de Mindouli (formes les plus communes).

La dioptase existe également dans les mines de cuivre de Boukou-Songho, à trois journées S.-O. de Mindouli. Enfin, M. Thollon a vu, entre les mains d'un agent de l'Etat du Congo, un échantillon du même minéral provenant des environs de Katanga [au sud de Stanley Falls].

Le Congo semble donc extrêmement riche en dioptase qui, jusqu'à présent, était considérée comme une rareté minéralogique, localisée dans un petit nombre de gisements.

Les cristaux se rapportent aux deux types établis plus haut. Quelques-uns d'entre eux atteignent 3^{cm} suivant l'axe vertical et sont, par places, tout à fait transparents. Il en existe de bipyramidés.

Les cristaux allongés ont une certaine tendance à former des masses flabelliformes.

Au point de vue de la couleur, on peut distinguer deux variétés, l'une vert émeraude qui est la plus commune, l'autre vert atacamite foncé beaucoup plus rare. Les cristaux de cette dernière ne dépassent guère 1 cm ; ils sont allongés suivant l'axe vertical et présentent souvent les faces hémièdres $^1/_2\ d^3$, $^1/_2\ e_2$. Leur nature polysynthétique est très évidente, ils sont très striés, mais les anomalies optiques y sont en général difficilement déchiffrables.

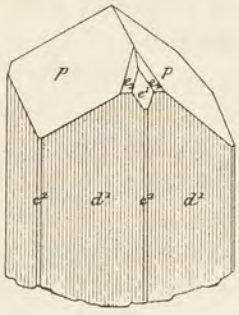


Fig. 7.

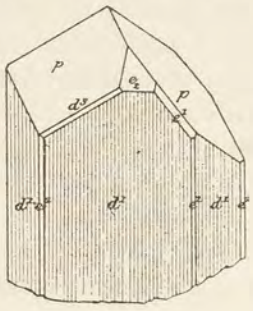


Fig. 8.

Dioptase de Mindouli (formes rares).

Le quartz hyalin, postérieur à la dioptase, se présente en cristaux nets ou en masses ayant complètement moulé les cristaux de ce dernier minéral. On peut facilement le détacher de la dioptase qu'il recouvre et en obtenir ainsi une empreinte en creux. Ces empreintes ont conservé toutes les stries et imperfections des faces de la dioptase.

Assez fréquemment, le quartz ne forme sur les cristaux de dioptase qu'une très mince *chemise* qu'il est facile de faire sauter avec une épingle : les cristaux ainsi dégagés sont extrêmement frais : ce sont ceux que j'ai mesurés.

J'ai dit plus haut que dans le premier gisement de Mindouli, la dioptase était associée à de la chrysocole, de la malachite, de l'azurite et de l'argent natif. Celui-ci est implanté sur la dioptase et les deux minéraux sont moulés par de la calcite de formation postérieure.

Dans une géode du même gisement, j'ai rencontré de petits cubes jaunes de fluorine.

Enfin, parmi les échantillons que j'ai étudiés, se trouvait un gros bloc de quartz renfermant, en outre de la dioptase, de la cérusite en grands cristaux peu nets ; ils remplissent en partie une géode et recouvrent la dioptase. Ils étaient associés à des croûtes cristallines blanc jaune verdâtre ou jaune citron, constituées par de très petits prismes hexagonaux de *pyromorphite* qui saupoudrent également la surface de

cristaux de quartz. Le même échantillon renfermait de petites tables jaunes de *wulfénite*, des houppes vertes transparentes de *malachite* et des globules cristallins d'un phosphate de cuivre que je n'ai pu déterminer, faute d'une quantité suffisante de matière.

Parmi les échantillons que M. Thollon a bien voulu me donner, se trouve une géode renfermant quelques rhomboèdres verts d'environ 105°, recouverts d'une très grande quantité de petits cristaux transparents de dioptase. Ces rhomboèdres semblent être des pseudomorphoses de calcite en dioptase ; leur surface est trop terne et trop hérissée de cristaux de dioptase pour qu'il soit possible de s'en assurer par une mesure plus précise de leur angle culminant.

CHRYSOCOLE

La chrysocole est un produit d'altération de divers minerais cuprifères. Elle se présente en masses amorphes, compactes, dont la structure varie depuis celle de l'opale jusqu'à celle d'une terre argileuse ; elle possède l'éclat vitreux ou est mate. Elle est parfois translucide sur les bords ; sa couleur varie du vert au bleu, elle est quelquefois noirâtre. La cassure est conchoïdale et le minéral est fragile dans les échantillons frais.

Dureté. 2 à 4.

Densité. 2 à 2,2.

Les réactions au chalumeau sont celles de la dioptase. La composition de ce minéral semble devoir être représentée par la formule $H^4\,Cu\,Si\,O^5$. On pourrait le considérer comme une dioptase hydratée ($H^2\,Cu\,Si\,O^4 + H^2O$), mais en réalité les analyses de la chrysocole de divers gisements sont très variables et s'éloignent sensiblement de la formule donnée plus haut, sans doute à cause des mélanges de diverses substances avec le minéral en question.

Je citerai pour mémoire l'analyse de la chrysocole de Canaveilles (*Pyrénées-Orientales*) donnée par Berthier (*A. M.* LI. 395) et qui s'éloigne beaucoup de la composition théorique donnée par la formule :

SiO^2.....	26,0
CuO.....	41,8
Fe^2O^3.....	2,5
H^2O.....	23,5
CO^2.....	3,7
Gangue.....	2,5
	100,0

GISEMENTS

La chrysocole se rencontre en quantité plus ou moins grande dans la plupart des filons renfermant des minerais cuprifères. On peut citer ceux de Canaveilles (*Pyrénées-Orientales*), ceux de la Pacaudière (*Loire*), de Monsols (*Rhône*), de Framont (*Alsace*), etc.

C'est sans doute à la chrysocole qu'il y a lieu de rattacher une substance, décrite par Jackson (*Amer. J. of. Sc.* XXXVII. 398. 1839 et XLVII. 337. 1844) et appelée *beaumontite* dans la *Phillip's Mineralogy* d'Alger. Jackson attribue à ce minéral la composition bizarre suivante : SiO^2 21, CuO 46.8, acide crénique 15,8, H^2O 10,0, Al^2O^3 + Fe^2O^3 40,4, CO^2 2,0 = 100.0. Cette substance était, paraît-il, de formation récente dans les galeries de Chessy (*Rhône*), elle y formait des stalactites d'un bleu verdâtre.

Drian (*Minér. et Pétral. des environs de Lyon*, 100) annonce qu'en 1849, un minéral analogue se produisait encore à Chessy, dans la *Grotte bleue*, sous forme de stalactites et stalagmites molles et gélatineuses.

M. Gonnard n'a trouvé trace de ce produit dans aucune collection lyonnaise.

PREHNITE [1]

$H^2\ Ca^2\ Al^2\ Si^3\ O^{12}$

Orthorhombique : $mm = 99°56'$ (Dx.)

$b : h = 1000 : 646.087$. D = 765.670. $d = 643,233$

$[a : b : c = 0.84009 : 1 : 0,84382]$

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100), g^1 (010) ; a^2 (102), a^1 (101).

Les angles donnés plus bas ont été mesurés sur un petit cristal de Basse-Indre et sur une lame de la Piquette déras lids.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
$m\,m$	99°56′	99°50′	$h^1\,g^1$	90°		$p\,a^1$	134°52′	134°45′
$m\,h^1$	139°58′	139°52′	$p\,a^2$	153°20′	153°12′	$a^1\,a^1$	89°44′	
$m\,g^1$	130° 2′	130°14′	$a^2\,a^2$	126°40′		$p\,h^1$	90°	

1. Voir *Supplément*. T. IV. 732.

Faciès des cristaux. Les cristaux de prehnite sont généralement aplatis suivant p (001) et rarement allongés suivant l'arête ph^1 (001) (100). Ceux des gisements français ne présentent jamais l'allongement suivant pg^1 (001) (010) qu'on observe dans quelques gisements étrangers. Très fréquemment, les cristaux de prehnite s'empilent suivant la base, se groupent en éventail ou en gerbes, présentant une forme très caractéristique (*prehnite conchoïde* d'Haüy) représentée par la figure 8.

Picot de Lapeyrouse a découvert dans les Pyrénées une variété de prehnite, en petites lamelles cristallines excessivement minces, s'enchevêtrant les unes dans les autres, formant des masses spongieuses très légères et très fragiles. Cette substance fut prise tout d'abord pour un minéral spécial et décrite sous le nom de koupholite (κοῦφος léger et λίθος pierre) (Delamétherie, *Théorie de la Terre.* II. 547. 1797). Dans la première édition de sa Minéralogie, Haüy (*op. cit.* IV. 373) place la koupholite parmi les espèces imparfaitement connues, en faisant remarquer toutefois que ce minéral « a été regardé comme une zéolithe. Mais le citoyen Lelièvre penche plutôt à croire qu'elle doit être associée à la prehnite ». C'est à cette solution qu'Haüy s'arrêta dans la seconde édition de son livre (*op. cit.* II. 606. 1822). Charpentier s'était, du reste, rallié à cette manière de voir après avoir observé dans la collection de Picot de Lapeyrouse « une belle série d'échantillons dans lesquels on reconnaissait le passage de la koupholite la plus parfaite à la prehnite la mieux prononcée » (*op. cit.* 275).

M. des Cloizeaux a signalé des stries sur m (110) et g^1 (010) parallèles à leurs arêtes d'intersection avec p (001), et sur p (001) des stries parallèles à h^1 (100) et g^1 (010). J'ai fréquemment observé, sur cette dernière face, des stries parallèles à m (110). Elles semblent correspondre à une pyramide très surbaissée (fig. 4). La face p (001) est en outre souvent ondulée.

Indépendamment des groupements en gerbes et en éventail dont il a été question plus haut, la prehnite forme souvent des masses mamelonnées, des sphérolites ou des masses à structure fibrolamellaire.

Dureté. 6 à 7.

Clivages. Clivage très facile suivant p (001), très difficile suivant m (110). Cassure inégale.

Densité. 2,80 à 2,95. 2,916 à 2,921 (Lac Bleu), 2,934 (Oisans), 2,939 (Billiers).

Coloration. Incolore, blanche, gris verdâtre, vert pomme, vert poireau. La couleur verte est due, dans quelques gisements pyrénéens, à des traces de cuivre, provenant de la décomposition de pyrite cuivreuse associée à la prehnite. Poussière blanche.

Eclat vitreux, un peu nacré sur le clivage facile p (001).

Inclusions. La prehnite de quelques gisements (Pyrénées et Oisans) est souvent colorée en vert par des inclusions de chlorite, formant parfois le quart de la masse et rendant la surface du cristal raboteuse ; l'examen microscopique montre que cette chlorite forme des empilements vermiculaires et disposés sans ordre dans la prehnite. La koupholite de la Piquette déras lids est toujours associée à de l'asbeste en fines petites aiguilles, implantées à sa surface ou englobées par elle. La teinte jaunâtre que présentent quelques cristaux est due à un léger enduit de limonite.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* perpendiculaire au clivage facile p (001).

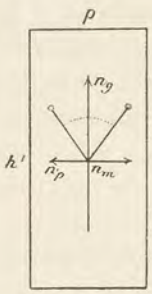


Fig. 1.
Plan des axes parallèle à g^1 (010).

L'indice moyen de la prehnite du Tyrol est d'après M. des Cloizeaux :

$$n_m = 1{,}626$$

La prehnite de quelques gisements présente des anomalies optiques fort remarquables qui sont devenues classiques depuis les travaux de MM. des Cloizeaux (*B. S. M.* V. 58 et 125, 1882) et Mallard (*B. S. M.* V. 195. 1882).

Ces anomalies consistent notamment dans l'existence de plages complexes dans lesquelles le plan des axes optiques est tantôt parallèle, tantôt perpendiculaire à g^1 (010) avec dispersion *tournante* et dispersion ordinaire très forte, avec $\rho > \nu$ ou $\rho < \nu$ (Farmington, Arendal). M. Mallard a expliqué ces anomalies par des entrecroisements de lames, alternativement perpendiculaires à n_g et à n_p, et croisés à angle droit ou à 60°.

Ces anomalies n'existant pas dans les cristaux de prehnite française, je ne les cite ici que pour mémoire, renvoyant le lecteur aux travaux de mes savants maîtres.

D'après M. des Cloizeaux, la prehnite du Dauphiné présente une structure plus ou moins confuse, due à des fibres enchevêtrées. Il

n'existe pas de dispersion appréciable. M. des Cloiseaux a obtenu les valeurs suivantes pour l'écartement des axes :

$$2\,\mathbf{H} = \begin{cases} 74°29' \text{ à } 76°7' \\ 75°22' \text{ à } 75°52' \end{cases} \text{ d'où } 2\,\mathbf{E} = \begin{cases} 124° \text{ à } 129°9' \\ 127° \text{ à } 128°28' \end{cases} \text{ d'où } 2\,\mathbf{V} = \begin{cases} 65°46' \text{ à } 67°22' \\ 66°47' \text{ à } 67°16 \end{cases}$$

D'après le même savant, les lamelles p (001) de koupholite des Pyrénées, examinées en lumière polarisée parallèle, présentent une division en deux ou quatre secteurs à limites ondulées, sensiblement parallèles aux diagonales de la face.

L'extinction est fréquemment simultanée dans les quatre secteurs et parallèle aux diagonales de p. Les secteurs ne sont alors visibles que grâce à une légère différence d'intensité lumineuse. Ils renferment souvent des bandelettes ou des plages cunéiformes ayant l'orientation des secteurs voisins.

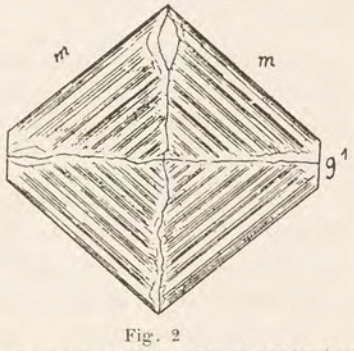


Fig. 2
Lame p (001) de koupholite, vue en lumière polarisée parallèle.

Dans d'autres cas, l'extinction dans chaque secteur se fait à des angles variables (2° à 5°) de ces diagonales.

En lumière convergente, il n'y a pas de dispersion appréciable. M. des Cloizeaux a obtenu sur des lames de koupholite de la Piquette déras lids les nombres suivants pour l'écartement des axes optiques :

$2\,\mathbf{H} = 73°43'$ à $74°42'$ d'où $2\,\mathbf{E} = 122°\,59'$ à $125°27$ d'où $2\,\mathbf{V} = 65°26'$ à $66°16'$

Cet écartement est variable avec la chaleur ; en effet, M. des Cloizeaux a observé (*C. R. Sav. Etrang.* XVIII. 596. 1867) :

$$2\,\mathbf{E} = \begin{cases} 129°48' \text{ à } 8° \text{ C} \\ 131°50 \text{ à } 146° \text{ C} \end{cases}$$

M. Mallard a constaté sur un autre échantillon du même gisement une dispersion nette, avec $\rho > \nu$ et a donné les nombres suivants ;

$$2\,\mathbf{H} = \begin{cases} \text{rouge } 73°6' \\ \text{bleu } 72° \end{cases} \quad \text{d'où } 2\,\mathbf{V} = \begin{cases} 64°12' \\ 62°18' \end{cases}$$

Très fréquemment, les lamelles de koupholite montrent en lumière polarisée parallèle de fines stries parallèles à m (110) se distinguant les unes des autres par des différences de biréfringence ; elles sont en relation avec des stries très fines sur p (fig. 2.)

M. des Cloizeaux a signalé autrefois de petites lamelles de 101° environ, incolores et parfois irisées, implantées sur quartz et pyrite et indiquées comme provenant des environs de Barèges. Ces lamelles étant identiques d'aspect à la koupholite, M. des Cloizeaux les a considérées comme appartenant à ce minéral et comme constituées par les faces $p\ e^1$ ($e^1\ e^1 = 99°\ 41'$) ; la bissectrice *négative* perpendiculaire à la lame, étant alors la bissectrice obtuse, avec axes extrêmement écartés.

En examinant à nouveau ce minéral, nous avons constaté, M. des Cloizeaux et moi, que ces lamelles n'appartenaient pas à la prehnite, mais bien à la barytine ; un essai chimique est venu confirmer cette manière de voir.

Propriétés électriques. La prehnite est pyroélectrique d'après les travaux d'Haüy, Riess, G. Rose et Hankel. MM. Friedel et de Gramont n'ont obtenu que des résultats négatifs dans de récentes expériences.

Composition chimique. Analyses :

a) de la prehnite du Bourg-d'Oisans, par Regnault (*A. M.* XIV. 154. 1838).

b) de la prehnite (*koupholite*) du Mont-Blanc, par Walmstedt (*Årsber. Kemi.* V. 220. 1825).

c) de la prehnite (*koupholite*) des Pyrénées, par Vauquelin (*J. M.* XII. 153. 1802.)

	a)	*b*)	*c*)
SiO^2.....	44,50	44,71	48
Al^2O^3.....	23,44	23,99	24
Fe^2O^3.....	4,61	»	4
Mn^2O^3.....	«	0,19	»
FeO.....	«	1,25	23
CaO.....	23,47	25,41	»
H^2O.....	4,44	4,45	»
	100,46	100,00	99

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, la prehnite se gonfle, s'exfolie et fond facilement en un émail bulleux blanc ou jaunâtre. La koupholite noircit, dégage une odeur empyreumatique, puis blanchit.

Cette propriété est due sans doute à la combustion des matières organiques, emmagasinées par les fibres d'asbeste qui accompagnent presque toujours les lamelles de koupholite.

Dans le matras, la prehnite ne subit aucune altération lorsqu'on la chauffe à la flamme de l'alcool ; ce n'est qu'à une température plus élevée qu'elle laisse dégager son eau.

Diagnostic. Les formes des cristaux, les groupements conchoïdes sont très caractéristiques de la prehnite. Quand elle se trouve en masses fibrolamellaires, sa ténacité, la difficulté avec laquelle elle s'attaque par les acides, la font aisément distinguer des zéolites qui l'accompagnent parfois et avec lesquelles elle présente quelques caractères communs (notamment au chalumeau). La position de la bissectrice aiguë positive perpendiculaire à la face d'aplatissement (clivage facile p) rend le diagnostic plus certain.

Dans les lames minces de roche, la prehnite forme des sphérolites et des plages palmées qui, en lumière polarisée parallèle, prennent souvent un aspect moutonné. La haute biréfringence de ce minéral lui donne une place à part parmi les produits secondaires incolores et le rapproche de la thomsonite dont il se distingue par sa réfringence plus grande ; de plus, la thomsonite est presque toujours allongée et fibreuse, avec un allongement de signe tantôt positif, tantôt négatif.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La prehnite se rencontre dans divers gisements :

1° Dans les druses des schistes cristallins, des roches paléozoïques métamorphisées par le granite ou la granulite, ou enfin dans celles de ces dernières roches ;

2° Dans diverses roches éruptives plus ou moins basiques (*basaltes* (*mélaphyres*), *andésites*, *labradorites* (*porphyrites*) ; *diabases*, *diorites*), comme produit secondaire.

3° Dans des gisements métallifères et particulièrement dans ceux qui renferment du cuivre natif.

Nous n'aurons à l'étudier que dans les deux premiers genres de gisement.

1° Dans les druses des schistes cristallins, des roches modifiées par le granite ou la granulite, ou dans celles de ces roches éruptives.

C'est dans ce genre de gisement que l'on rencontre en France la prehnite en plus grande abondance ; c'est lui seul qui fournit les cristaux que nous allons décrire ; ils sont souvent accompagnés d'axinite, d'épidote, d'asbeste, de quartz hyalin et de calcite.

Bretagne. — *Morbihan*. M. de Limur a signalé (*op. cit.*) l'existence de la prehnite dans les fissures des gneiss amphiboliques et pyroxéniques des falaises de Billiers. J'ai moi-même étudié les échantillons que m'a remis ce savant (*B. S. M.* X. 1889 et *Bul. Sc. nat. Ouest.* I. 1891). Dans ce gisement la prehnite, rarement acccompagnée d'axinite, forme des masses blanc verdâtre à structure grossièrement lamellaire. Je n'ai pas eu l'occasion d'y observer de cristaux distincts.

J'ai trouvé le même minéral dans le gneiss à pyroxène de Roguédas.

Loire-Inférieure. La prehnite a été signalée par Dubuisson et M. Baret (*op. cit.*) dans les fissures des amphibolites de Saint-Herblain.



Fig. 3.
Prehnite de Basse-Indre.

MM. Baret et Enault m'ont remis des échantillons recueillis près de la gare de Basse-Indre. Le minéral, d'un blanc légèrement verdâtre, est creusé de géodes que tapissent des mamelons cristallins, formés par l'agglomération de lames minces, aplaties suivant p (001) et présentant quelques faces très nettes.

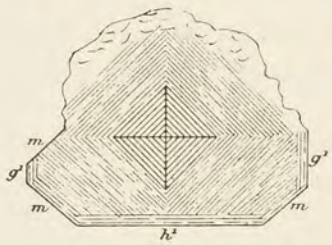


Fig. 4.
Lame p (001) de la prehnite de Basse-Indre.

La face h^1 (100) est largement développée, toujours accompagnée de m (110) et de g^1 (010). Les petits cristaux sont allongés suivant l'arête $p\ h^1$ (001) (100) (fig. 3) et présentent quelquefois en outre a^2 (102) et a^1 (101).

Ils portent sur p (001) des stries parallèles à l'arête $p\ h^1$ (001) (100) et parfois aussi de fines cannelures parallèles à m (110), correspondant à une pyramide extrêmement surbaissée (fig. 4).

J'ai trouvé la prehnite en très petite quantité dans les gneiss basiques de la côte de Ville-ès-Martin, près Saint-Nazaire, ainsi que dans ceux de la carrière de la Ramée, près Saint-Viaud. Dans cette dernière localité, la prehnite blanche forme de petites croûtes mamelonnées, hérissées de pointements cristallins. Le même minéral se trouve dans les mêmes conditions au Four-au-Diable, près Nantes.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. M. Frossard m'a signalé la prehnite associée à l'asbeste dans une granulite (?) du col de Sesque, près des Eaux-Chaudes.

Hautes-Pyrénées. Le gisement de prehnite le plus anciennement connu dans les Pyrénées et celui qui a fourni les plus beaux échantillons est la Piquette déras lids, près Barèges.

La prehnite s'y est rencontrée dans les druses des schistes et calcaires paléozoïques modifiés par le granite dont il a été plusieurs fois question déjà dans cet ouvrage.

Elle y a été signalée pour la première fois par Dolomieu (*J. P.* 307. 1798) et par Picot de Lapeyrouse (*op. cit.* 433). Elle s'y présente sous deux formes.

La première rappelle la prehnite de l'Oisans, qui sera décrite plus loin. Les cristaux, atteignant 1^{cm} de côté, ont généralement les formes suivantes : p (001), m (110), avec souvent g^1 (010) et plus rarement h^1 (100) ; ils sont incolores ou légèrement verdâtres ; ils accompagnent souvent l'axinite et sont implantés sur ce minéral. Quand ils sont bien transparents, l'axinite violette qu'ils recouvrent leur donne une légère teinte violacée. L'épidote vert jaunâtre et l'albite en cristaux blancs laiteux se joignent souvent aux deux minéraux précédents.

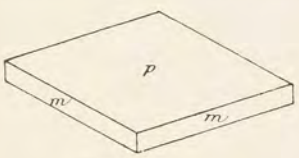


Fig. 5

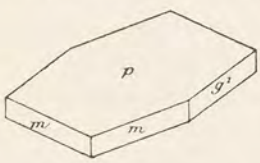


Fig. 6.



Fig. 7.

Prehnite (*koupholite*) de la Piquette déras lids.

Enfin quelques échantillons présentent les groupements en gerbes ou en casques, analogues à ceux de la prehnite de l'Oisans.

La seconde variété est celle dont il a été question plus haut et qui a reçu de Picot de Lapeyrouse le nom de *koupholite*.

Les lames $p\ m$ (fig. 5), $p\ m\ g^1$ (fig. 6), ou $p\ m\ g^1\ h^1$ (fig. 8) sont excessivement minces ; elles s'enchevêtrent pour former des masses spongieuses d'une délicatesse et d'une fragilité extrêmes. Cette variété est parfois associée à l'épidote et à l'albite, elle recouvre généralement ces minéraux ; elle est en outre intimement mélangée à de l'asbeste.

De gros cristaux de calcite transparents, rappelant le spath d'Islande, ont été trouvés dans ce gisement englobant ou supportant des lamelles de koupholite. Le petit nombre d'échantillons que j'ai eus à ma disposition n'étaient pas accompagnés d'axinite.

Charpentier (*op. cit.* 136) rapporte que Picot de Lapeyrouse a découvert la prehnite auprès de l'étang de Léou, au nord de Barèges ; il considère la gangue de ce minéral comme étant le granite.

Cette observation a été souvent reproduite depuis lors, avec l'indication inexacte d'étang de Léon ; *Léou* est le nom donné autrefois au lac Bleu (dans le massif du pic du Midi).

J'ai montré plus haut que cette région était constituée par des calcaires et des schistes (*précambriens* ou *paléozoïques*), métamorphisés par la granulite. J'ai pu, grâce à l'obligeance de M. Caralp, examiner les échantillons de la collection de Picot de Lapeyrouse et constater que leur gangue est formée par un schiste métamorphique, constitué par de l'amphibole en grandes lames, moulées par du quartz et du feldspath triclinique finement grenu, accompagné de petits cristaux de tourmaline bleue.

La prehnite de ce gisement se trouve donc dans des conditions analogues à celle de la Piquette déras lids. Elle se présente sous deux formes ; la première consiste en croûtes pouvant atteindre 2^{cm} d'épaisseur sur une grande surface. Elles sont constituées par de petits cristaux, aplatis suivant la base et offrant les faces p (001), m (110) et parfois g^1 (010) ; ils dépassent rarement 3^{mm} de côté ; généralement incolores ou verdâtres, ils sont parfois parfaitement transparents.

Souvent, un des côtés seulement de ces croûtes cristallines est formé de cristaux plus minces (à angles arrondis) et colorés en vert sale par des inclusions d'une chlorite peu biréfringente à un axe positif. La surface de ces cristaux est raboteuse comme celle de certains adulaires chloriteux du Saint-Gothard. Cette prehnite est accompagnée d'asbeste.

La deuxième forme, observée dans ce gisement, consiste en masses compactes, creusées de cavités, renfermant des cristaux qui atteignent 9^{mm} suivant la grande diagonale de la base et offrent des groupements

en éventails identiques à la *prehnite casquée* de l'Oisans, représentée par la figure 8. Ces cristaux sont accompagnés de quartz.

La carrière de Rioumaou, située sur la route de Luz à Gavarnie, peu après le pont de Saint-Sauveur, était célèbre parmi les minéralogistes du commencement du siècle par les minéraux de cobalt et de nickel qu'y découvrirent Gillet de Laumont et Lelièvre. Ces savants trouvèrent en même temps une variété de prehnite identique à la koupholite de la Piquette déras lids (Ramond, *Voy. au Mont-Perdu.* 206. 1801).

D'après Charpentier (*op. cit.* 275), elle formait de petits nids dans les calcaires paléozoïques ; elle était très fragile et les échantillons s'effritaient rapidement à l'air. Les lames que j'ai pu étudier, grâce à l'obligeance de M. Frossard, ont les mêmes propriétés que celles de la koupholite de la Piquette déras lids.

Ce minéral ne se rencontre plus dans ce gisement où j'ai recueilli récemment de très beaux cristaux de *brewstérite*, en même temps qu'une petite quantité de *stilbite* et de *heulandite*.

M. Frossard m'a signalé la prehnite dans le granite du pic de Péguères à Cauterets, ainsi que dans la vallée de Lesponne ; je manque de renseignements sur la nature géologique de ce dernier gisement.

Je dois à l'obligeance de M. Gourdon la communication d'un intéressant échantillon de prehnite qu'il a recueilli dans les fissures d'un schiste paléozoïque du pic de Sarrouyès (vallée de Louron). Les cristaux p m sont nets, parfois groupés en gerbes et accompagnés de longs cristaux de zéolites qui seront étudiés plus loin.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. J'ai trouvé, en petite quantité, de la prehnite mamelonnée dans les cipolins des gneiss de Savenne. Elle englobe de petits cristaux de zoïsite.

Alpes. — *Savoie* (Massif du Mont-Blanc). La prehnite se rencontre dans le massif du Mont-Blanc, au dôme du Goûter, dans la partie sud du glacier des Bossons et au col du Bonhomme, en cristaux lamellaires $p(001)$, $m(110)$ et quelquefois $g^1(010)$, rappelant beaucoup la koupholite de la Piquette déras lids.

Les échantillons que j'ai eus à ma disposition sont blanc verdâtre ou blanc un peu jaune. Ces cristaux de prehnite recouvrent du quartz hyalin ou des cristaux d'axinite d'un violet pâle et sont souvent accompagnés de ripidolite (glacier des Bossons). Ils proviennent des fentes des schistes cristallins métamorphisés par le granite (*protogine*), étudié récemment par M. Michel Lévy (*B. C. F.*, n° 9, 1890).

Isère. — Le Dauphiné est la région française qui a fourni les plus beaux cristaux de prehnite. La plus ancienne mention qui en ait été faite se trouve dans Romé de l'Isle (*op. cit.* 1783, II. 276) qui dit au sujet de la *chrysolite* du Cap de Bonne-Espérance, décrite peu avant par Sage (*Eléments de minéral.* I. 223. 1771) : « Je tiens de M. de Bournon quelques échantillons d'un schorl prismatique strié qu'il a trouvé dans les montagnes du Bourg-d'Oisans en Dauphiné. Ce schorl qui est très dur ne diffère de la chrysolite du Cap de Bonne-Espérance que par sa couleur moins décidée et par la roche argileuse qui lui sert de base. Les cristaux en sont également entrelacés d'une manière très confuse. »

Haüy (*J. M.* 277. an V) cite aussi le minéral en ces termes : « On a réuni à la prehnite [1] du Cap sous le nom de *prehnite de France* une substance qui paraît avoir de grands rapports avec elle et qui accompagne le prétendu schorl blanc [albite] du Dauphiné. On la trouve en lames rhomboïdales blanches..., en lames groupées qui divergent comme les rayons d'un éventail, c'est la prehnite *flabelliforme* ; et en faisceaux de lames curvilignes divergentes, c'est la prehnite *conchoïde*. »

Plus tard, le même auteur précise le gisement et dit (*op. cit.* III. 167. 1801) : « La prehnite de France a été trouvée vers l'an 1782 par le citoyen Schreiber, inspecteur des mines, dans le pays d'Oisans, à la montée du chemin qui conduit à La Rivoire, hameau de la commune de Mons-de-Lens... le citoyen Schreiber la nomme schorl en gerbes. »

Les plus beaux échantillons de prehnite de l'Oisans proviennent des environs de Saint-Christophe ; on les trouve sur la rive gauche de la gorge du Diable, à La Combe de la Selle, un peu en amont du chalet de la Selle.

Les cristaux nets sont peu abondants, tantôt presque incolores ou jaunâtres, tantôt vert clair ; ils sont transparents ou translucides. La forme la plus habituelle est p (001) m (110) avec ou sans g^1 (010) et h^1 (100). Les cristaux les plus nets que j'ai eu l'occasion d'étudier forment des croûtes d'un blanc un peu verdâtre, constituées par des cristaux enchevêtrés, aplatis suivant p (001). Ils présentent les formes reproduites par les figures 5 à 7, mais sont beaucoup plus épais suivant la direction de l'axe vertical.

1. Le nom de prehnite avait été créé par Lamétherie en 1797 (*Sciagraphie.* I. 305).

Ces cristaux se trouvent dans des filonnets, traversant les amphibolites granutilisées ; ils sont perpendiculaires ou obliques à leur schistosité. On les trouve soit seuls, soit associés à de l'asbeste, de l'épidote jaune brunâtre, de l'axinite, de l'orthose, de l'albite et de la calcite.

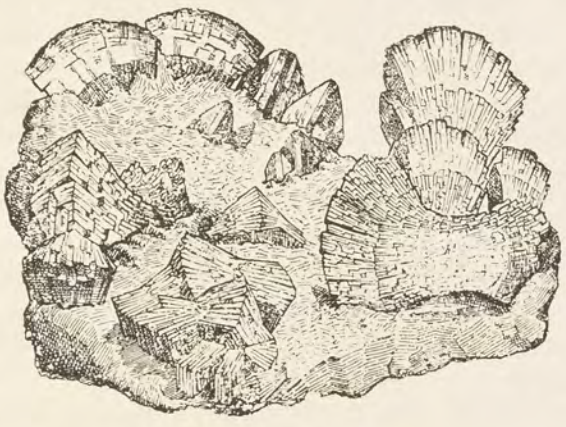


Fig. 8.
Prehnite conchoïde et flabelliforme de La Combe de la Selle.

Indépendamment des cristaux nets et des groupements flabelliformes et conchoïdes, représentés par la figure 8, on rencontre souvent dans ce gisement des masses cristallines, translucides, à surfaces plus ou moins planes, résultant du remplissage total des fissures des amphibolites.

En outre du gisement précédent, la prehnite se trouve dans un grand nombre de points des environs du Bourg-d'Oisans. Le plus souvent, elle y est aussi associée à l'asbeste, à l'axinite, au quartz, à l'albite et à l'orthose.

On peut citer notamment : les rochers d'Armentier au-dessus du hameau du Vernis, les environs d'Auris et surtout la Balme ; puis, sur la rive gauche de la Romanche, divers points de la Rampe des Commères, de la Rivoire en Mont de Lans.

Ces divers gisements ne fournissent plus à l'heure actuelle que fort peu d'échantillons, tandis que celui de La Combe de la Selle est encore assez riche.

Algérie. — *Alger*. La collection de l'École des Mines renferme des échantillons de prehnite fibrolamellaire blanche, sans cristaux mesurables, provenant des alentours du fort des Anglais près Alger. Ils recouvrent un schiste chloriteux.

(*b*) *Dans les roches basiques.*

La prehnite n'est pas rare comme produit secondaire dans les diabases ophitiques (*ophites*) des Pyrénées. Les cristaux y sont peu com-

muns. Je ne connais la prehnite, en France, que dans une seule roche microlitique, dans l'andésite (*porphyrite*) d'Arudy.

Landes. M. Frossard a signalé de la prehnite dans la roche ophitique de Mouras en Narrosse.

Basses-Pyrénées. L'andésite d'Arudy (postcrétacée d'après MM. Seunes et Beaugey) renferme d'assez nombreuses zéolites dont j'ai pu examiner quelques échantillons, grâce à l'obligeance de M. de Limur. L'*analcime* s'y présente parfois transformée en *prehnite*. L'examen microscopique fait voir que la prehnite forme de grandes plages palmées, sans relation cristallographique avec le minéral primordial.

Charpentier (*op. cit.* 496) a décrit des cristaux p (001), m (110), g^1 (010), tapissant les cavités de masses d'un vert jaune pâle du même minéral qui remplissent de petites fentes d'une roche ophitique, rencontrée sur les bords du ruisseau Casten-Erreca (ruisseau des Châtaignes), dans la vallée de Baigorry.

Le même auteur signale la prehnite dans les mêmes conditions dans le vallon de Bourdalet de Loubie, entre Bruges et la vallée d'Ossau. Dans ces deux derniers gisements, la prehnite est accompagnée de pyrite cuivreuse.

La prehnite, en gerbes analogues à celles de l'Oisans ou en masses fibrolamellaires vert pomme, a été signalée par Charpentier (*op. cit.* 406) dans une roche ophitique située au-dessous du village de Cervetto, dans un ravin latéral de la vallée de Gistain [Aragon]. La couleur verte de cette prehnite est due sans doute à la décomposition de la pyrite cuivreuse qui l'accompagne.

Hautes-Pyrénées. La diabase ophitique de Gerde près Bagnères-de-Bigorre renferme en petite quantité, d'après M. Frossard, de la prehnite blanche fibrolamellaire.

Ariège. J'ai recueilli de gros sphérolites, de petits cristaux en gerbe et des masses fibrolamellaires de prehnite blanche ou verte, dans la diabase ophitique que coupe le sentier, montant d'Arnave à la chapelle de Saint-Paul, sur la montagne de Bompas. Elle y est accompagnée de calcite en rhomboèdres e^1 ($02\bar{2}1$).

AXINITE[1]

$H\,(Ca, Fe, Mn)^3\,Al^2\,B\,Si^{14}\,O^{16}$ (Rammelsberg)

Triclinique : $mt = 135°\,26'$ (Dx.)

$b : c : h = 1000 : 436.096 : 546{,}448$. $D = 660.958$. $d = 397{,}859$.

angle plan de la base..	129°41′52″
angle plan de m.....	81°44′40″
angle plan de t.....	128°55′16″

$$a : b : c = 0{,}60194 : 1 : 8{,}82675$$

$$xy = 140°20' \quad yz = 131°32' \quad zx = 44°42'$$

$$Z = 131°39' \quad X = 93°10' \quad Y = 134°33'$$

Formes observées. — $p\,(001)$; $m\,(1\bar{1}0)$, $^2h\,(3\bar{1}0)$, $h^1\,(100)$, $h^{3/2}\,(\bar{5}10)$, $h^2\,(310)$, $h^3\,(210)$, $h^{9/2}\,(11.7.0)$, $t\,(110)$, $g^1\,(010)$, $^2g\,(1\bar{3}0)$; $o^1\,(101)$; $i^1\,(011)$, $e^1\,(0\bar{1}1)$.

$c^5\,(\bar{1}.1.10)$, $c^2\,(\bar{1}14)$, $c^1\,(\bar{1}12)$, $c^{1/2}\,(\bar{1}11)$; $f^1\,(112)$; $\gamma = (e^1 f^{1/2} g^1)\,(\bar{1}32)$; $x = (e^1 f^{1/4} g^{1/2})\,(\bar{3}\bar{5}4)$, $z = (c^1 f^{1/3} g^1)\,(\bar{1}21)$;

$\beta = (c^1 f^{1/4} g^{1/2})\,(\bar{1}22)$, $\varepsilon = (c^1 f^{1/4} g^{1/3})\,(\bar{3}\bar{5}6)$, $\zeta = (c^1 f^{1/4} g^{1/10})\,(\bar{3}\bar{5}5)$;

$\alpha = (d^{1/2} b^{1/4} g^1)\,(1\bar{3}1)$, $d = (d^{1/2} b^{1/4} g^{1/2})\,(1\bar{3}2)$, $k = (d^{1/4} b^{1/6} g^{1/2})\,(1\bar{5}2)$.

J'ai adopté la forme et les paramètres donnés par M. des Cloizeaux dans son *Manuel de Minéralogie* (I. 515). Vom Rath (*P. A.* CXXVIII. 20 et 227. 1866) et M. Schrauf (*Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien.* LXII. oct. 1870) qui ont étudié l'axinite de l'Oisans ont adopté des formes primitives différentes. En raison de l'importance de leurs mémoires, je donnerai ici la correspondance des formes dans le système de ces deux savants et dans celui que j'ai adopté :

Notations adoptées.		vom Rath.	Schrauf.
p	(001)	$r\,(1\bar{1}0)$	$r\,(1\bar{1}1)$
m	$(1\bar{1}0)$	P $(\bar{2}01)$	$c\,(001)$
^2h	$(3\bar{1}0)$	$h\,(73\bar{2})$	$h\,(113)$
h^1	(100)	$l\,(53\bar{1})$	$l\,(112)$
$h^{3/2}$	$(\bar{5}10)$	$\beta\,(13.9.\bar{2})$	$\beta\,(335)$
h^2	(310)	$h^2\,(86\bar{1})$	II (223)
h^3	(210)	$x\,(11.9.\bar{1})$	$x\,(334)$

1. Voir *Supplément*. T. IV, 733.

Notations adoptées.		vom Rath.	Schrauf.
$h^{9/2}$	(11.7.0)	$h^{9/2}(31.27,\bar{2})$	K (9.9.11)
t	(110)	u (110)	u (111)
g^1	(010)	v (131)	M (110)
^2g	(1$\bar{3}$0)	w (1$\bar{3}$2)	w (11$\bar{1}$)
o^1	(101)	i ($\bar{8}$01)	i (203)
i^1	(011)	x (401)	x (201)
e^1	(0$\bar{1}$1)	n ($\bar{2}$61)	n (02$\bar{1}$)
c^5	($\bar{1}$.1.10)	(13.$\bar{1}$5.1)	L (55$\bar{4}$)
c^2	($\bar{1}$14)	z (46$\bar{1}$)	z (2$\bar{2}$1)
c^1	($\bar{1}$12)	m (13$\bar{1}$)	m (1$\bar{1}$0)
$c^{1/2}$	($\bar{1}$11)	c (13$\bar{2}$)	c ($\bar{1}$11)
f^1	(112)	s (100)	s (101)
$\gamma=(c^1 f^{1/2} g^1)$	($\bar{1}$32)	g (101)	a (100)
$\beta=c^1 f^{1/3} g^{1/2})$	($\bar{1}$22)	f (1$\bar{1}$1)	f (3$\bar{1}$0)
$\varepsilon=(c^1 f^{1/4} g^{1/3})$	($\bar{3}$56)	g (2$\bar{3}$2)	g (2$\bar{1}$0)
$\zeta=(c^1 f^{1/4} g^{1/10})$	($\bar{3}$55)	ζ (5$\bar{9}$8)	ζ ($\bar{7}$31)
$x=(c^1 f^{1/4} g^{1/2})$	($\bar{3}$54)	o (13$\bar{4}$)	o (3$\bar{1}$1)
$z=(c^1 f^{1/3} g^1)$	($\bar{1}$21)	c (001)	y ($\bar{2}$01)
$\alpha=(d^{1/2} b^{1/4} g^1)$	(13$\bar{1}$)	t (5$\bar{9}$4)	t (13$\bar{3}$)
$d=(d^{1/2} b^{1/4} g^{1/2})$	(13$\bar{2}$)	d ($\bar{2}$31)	d (0$\bar{1}$1)
$k=(d^{1/4} b^{1/6} g^{1/2})$	(15$\bar{2}$)	k ($\bar{1}$31)	x (13$\bar{2}$)

On voit par ce tableau que vom Rath a pris pour p, m, t nos faces z, p, t et M. Schrauf nos faces $m\,c^1\,g^1$.

Dans le tableau d'incidence qui suit, les abréviations Dx., M., R. sont mises en regard des mesures prises par MM. des Cloizeaux, Marignac et vom Rath (moyennes) sur des cristaux de l'Oisans. Mes propres mesures ont été prises sur des cristaux des Pyrénées (Lx[1].) et de l'Oisans (Lx.).

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mt	135°26′	135°15′ (R.) ; 18′ (Lx.)
mh^1	151° 1′	150°50′ (Lx.)
th^1	164°25′	164°24′ (R.) ; 21′ (Lx.)
mg^1 (sur ^2g)	77°20′	77°27′ (M.) ; 29′ (R.) ; 30′ (Lx.)
tg^1 (adj.)	147°14′	147°10′ (R.) ; 14′ (M.) ; 18′ (Lx.)
g^1h^1 (sur t)	131°39′	131°20′ (M.)
$th^{9/2}$ (adj.)	175°27′	175°46′ (Lx.) ; 56′ (R.)
$h^{9/2}m$ (sur h^1)	139°59′	140° (Dx.)
$g^1h^{9/2}$ (sur t)	142°41′	142°43′ (M.) ; 143° 1′ (Lx.)
th^3	173°28′	173°14′ (R.)
h^2m (sur h^1)	144°40′	145° (Dx.)
g^1h^2 (sur t)	138° 0′	137° à 139′ (M.)
$th^{3/2}$	168°25′	168°12′ (R.) ; 54′ (Lx.)
^2gm	119°30′	119°39′ (R.) ; 25′ (Lx.)
$^2gg^1$ (adj.)	137°50′	137°48′ (M.) ; 52′ (R.)
po^1 (ant.)	143°28′	143° env. (Dx.)
ph^1 (ant.)	124°33′	124°27′ (Lx.)
pi^1 (adj.)	139° 6′	139 à 139°9′ (R.) ; 8′ (Lx.)
pg^1 (sur i^1)	93°10′	93° 4′ (M.) ; 21′ (Lx.)
i^1g^1 (adj.)	134°3′	134° 2′ (R.) ; 20′ (Lx.)
pe^1 (adj.)	136°14′	136°24′ (R.) ; 18′ (Lx.)
e^1g^1 (sur p)	49°23′	49°21′ (R.)
e^1i^1 (sur g^1)	84°40′	84°44′ (Lx.)

	Angles calculés.	Angles mesurés.
pm (ant.)	134°85′	134°35′ (Lx.) 40′ (Lx.[1]) 42′ (R.) 48′ (M.)
pc^5 (adj.)	173°41′	174° (M.) 2′ (Lx.)
pc^2 (adj.)	161°40′	161°38′ (Lx) 46′ (R.) 162° (M.)
pc^1 (adj.)	135°21′	135°21′ (Lx.) 22′ (M.) 31′ (R.
$pc^{1/2}$ (adj.)	90°33′	90°32′ (R.)
c^2m (adj.)	64°10′	63°44′ (R.) 64° (Lx.)
c^1m (adj.)	89°51′	89°43′ (R.) 50′ (M.)
$c^{1/2}m$	134°39′	134°39′ (R.)
c^1c^2	154°19′	153°53′ (R.)
$c^2c^{1/2}$	109°30′	109° 9′ (R.)
$c^1c^{1/2}$	135° 2′	135°16′ (R.)
pf^1 (adj.)	143°30′	143°30′ (M.) 19′ (Lx.)
pt (an).)	115°30′	115°30′ (M.) 26′ (Lx) 28′ (Lx.)
f^1t (ant.)	152° 0′	151°58′ (R.) 152° 2′ (Lx1.)
px	69°53′	69°48′ (M.) 53′ (R.)
$p\varepsilon$	135°28′	135°28′ (R.)
εx	154°45′	154°44′ (R.)
$p\gamma$ (adj.)	121° 7′	121° 3′ (R.)
p^2g (sur γ)	64°10′	64° 5′ (R.)
γ^2g (adj.)	123° 4′	122°53′ (M.)
$p\alpha$	135°53′	135°15′ (R.)
^2gd	148°13′	148°11′ (R.)
h^1f^1 (adj.)	158°24′	158°31′ (R.)
h^1c^1 (s. f^1)	86° 8′	86°25′ (M.)
f^1c^1 (adj.)	107°44′	108° 5′ (M.)
$i^1\beta$	141°20′	141°20′ (R.)
$i^1c^{1/2}$ (s. h^1)	99°11′	99° 6′ (M.)
$\beta c^{1/2}$ (s. h^1)	60°31′	60°33′ (M.)
g^1f^1	125°39′	125°32′ (R.)

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$g^1\gamma$ (adj.)	139° 8′	139° 5′ (M.) 8′ (R.)
$g^1\beta$ (sur γ)	116°55′	117°30′ (M.)
g^1c^1 (sur γ)	81°55′	82° 8′ (M.)
$\gamma\beta$	157°47′	157°49′ (R.)
$\beta\varepsilon$	169°11′	169°25′ (R.)
γc^1	122°47′	123° 3′ (R.)
εc^1	155°49′	155°49′ (R.)
g^1x (sur γ)	109°56′	110° 0′ (M.)
g^1z	124°18′	124°38′ (M.)
$g^1c^{1/2}$ (s. z)	75°18′	75°22′ (M.)
mo^1 (adj.)	155°27′	157° env. (M.)
mf^1 (s. o^1)	146°42′	146°34′ (R.) 40′ (M.) 43′ (Lx.)
mi^1 (s. o^1)	130°37′	130°28′ (R.) 32′ (M.) 38′ (Lx.)
f^1i^1 (adj.)	163°55′	163°41′ (Lx.) 49′ (R.) 164° 0 (Dx.)
$m\gamma$ (sur o^1)	100°49′	100°40′ (R.) 46′ (M.) 50′ (Lx.)
$f^1\gamma$	134° 7′	133°41′ (R.) 134° (Lx.)
$i^1\gamma$	150°12′	150° 8′ (R.) 23′ (Lx.)
i^1z	113°58′	113°48′ (Lx.)
γz	143°46	143°38′ (Lx.) 54′ (R.)
mz (sur o^1)	64°35′	64°28′ (M.) 30′ (Lx.) 34′ (R.)
me^1 (adj.)	112°34′	112°32′ (M.) 38′ (Lx.) 41′ (R.)
$m\,x$ (adj.)	107°43′	107°45′ (M.) 48′ (R.)
βx	154°52′	154°56′ (R.)
$m\beta$ (sur x)	82°35′	82°42′ (M.)
te^1	104°48′	104° 8′ (R.)

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$t\,i^1$ (adj.)	149°28′	149°25′ (R.) 31′ (Lx.)
tc^1 (sur i^1)	84°19′	84°19′ (R.) 51′ (M.)
$i^1\,c^1$ (adj.)	114°51′	115°15′ (M. et R.)
$t\gamma$ (adj.)	130°24′	130°20′ (R.)
$t\,x$ (sur γ)	94°24′	94°24′ (R.)
$tc^{1/2}$ (sur γ)	55°5′	55° 4′ (M.) 11′ (R.)
$\gamma\,c^{1/2}$ (adj.)	104°41′	104°54′ (M.)
$xc^{1/2}$ (adj.)	140°43′	140°45′ (M.) 48′ (R.)
γx	143°58′	144°10′ (R.)
^2gz (adj.)	142°56′	142°53′ (R.) 57′ (Lx.)
^2gx (sur z)	120°54′	120°50′ (Lx.) 54′ (R.)
c^1x (adj.)	141°51′	141°44′ (M.)
c^1z	119°49′	119°59′ (R.)
$c^1\,^2g$ (sur z)	82°45′	82°44′ (M.)
zx	157°58′	157°45′ (Lx.) 158° 1′ (R.)
$c^1\,e^1$	129°36′	129°36′ (R.) 36′ (M.)
$^2ge^1$ (adj.)	147°39′	147°38′ (Lx.) 43′ (R.)
$f^1\,c^{1/2}$	111°51′	111°38′ (M.)
$^2g\,c^{1/2}$	104°54′	105° 8′ (M.)

Faciès des cristaux. Les cristaux d'axinite des gisements français présentent toujours les trois faces p (001), m ($1\bar{1}0$), t (110) ; la face f^1 (112) manque rarement ; h^1 (100), i^1 (011), γ ($\bar{1}32$) et x ($\bar{3}54$) sont très fréquentes ainsi que les faces c^2 ($\bar{1}14$), c^1 ($\bar{1}12$), $c^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

Dans la zone verticale, g^1 (010) et ^2g ($1\bar{3}0$) se présentent assez souvent, les autres faces sont plus rares et peu développées.

Toutes les faces énumérées plus haut sont rares et petites.

On peut distinguer parmi les cristaux d'axinite que nous avons à étudier ici les quatre types suivants :

1° *Type commun.* Le type le plus fréquent est celui qui résulte de l'égal développement des faces p (001), m ($1\bar{1}0$) et t (110) ; c'est celui que l'on trouve d'ordinaire en Oisans et dans quelques gisements des Pyrénées (fig. 1), ainsi qu'à Kongsberg et à Santa-Maria de Lukmanier (Grisons).

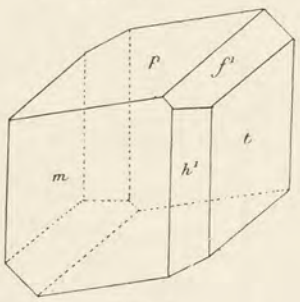


Fig. 1.
Axinite *type commun.*

2° *Type Armentier.* Les cristaux de ce type se sont rencontrés autrefois au rocher d'Armentier près du Bourg-d'Oisans, on ne les voit guère que dans les vieilles collections. Par suite du développement à peu près égal des faces p (001), m ($1\bar{1}0$), t (110) et i^1 (011) ces cristaux ont la forme d'octaèdres irréguliers, très aplatis et terminés par une large face f^1 (112) (fig. 32).

3° *Type Arbizon.* Les cristaux d'axinite de l'Arbizon sont très aplatis suivant p (001) (fig. 8 à 10) et rappellent comme développement certains cristaux de Bottalak en Cornwall. Ces cristaux s'empilent souvent et forment des masses laminaires ou même de véritables roches. Dans l'Oisans, on trouve des cristaux également aplatis suivant p (001), mais en général beaucoup plus épais ; ces cristaux sont souvent riches en faces (fig. 2).

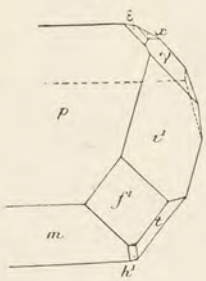


Fig. 2.
Axinite de l'Oisans aplatie suivant p (100).

4° *Type Piquette déras lids.* Les cristaux de ce type, que j'ai trouvés en assez grande abondance dans quelques échantillons de la Piquette déras lids et qui se rencontrent aussi dans l'Oisans, sont allongés suivant l'axe

vertical. Ils ont la forme de lames de canif très minces, à arêtes très tranchantes (fig. 11 et 12).

Un grand nombre des faces de l'axinite présentent des stries assez caractéristiques, mais n'existant pas toujours.

La face p (001) est généralement striée parallèlement à l'arête $p\,m$ (011) ($1\bar{1}0$) (fig. 3); elle porte souvent aussi de fines petites stries parallèles aux faces i^1(011), e^1($0\bar{1}1$) et f^1 (112).

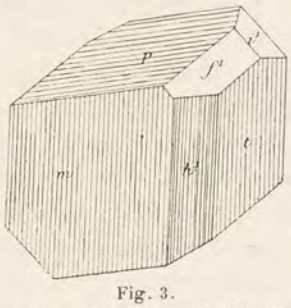


Fig. 3.
Axinite montrant les stries les plus fréquentes.

m porte des stries nombreuses, parallèles à l'axe vertical (fig. 3) et parfois aussi d'autres stries parallèles à l'arête mf^1 ($1\bar{1}0$) (112). En général, ces stries ne se croisent pas et on les observe à des extrémités différentes de la face (fig. 31 et 34). M. des Cloizeaux a signalé en outre des stries parallèles à l'arête $m\,e^1$ ($1\bar{1}0$) ($0\bar{1}1$).

Les autres faces de la zone verticale sont striées parallèlement à l'axe vertical; les faces t (110), g^1 (010) et ^2g ($1\bar{3}0$) en sont souvent dépourvues (fig. 7).

Les faces c^5 ($\bar{1}.1.10$), c^2 ($\bar{1}14$), c^1 ($\bar{1}12$), $c^{1/2}$ ($\bar{1}11$) portent des stries parallèles à leur arête de zone, c^1 est parfois terne.

Enfin les faces f^1 (112), i^1 (011), γ ($\bar{1}32$) sont parfois striées ou ondulées parallèlement à leurs intersections mutuelles.

Quand la face h^1 (100) manque, les stries des faces p et m sont fort utiles pour l'interprétation des cristaux d'axinite. Quand ces stries n'existent pas, des mesures précises peuvent seules permettre d'orienter le cristal par suite des valeurs très voisines des angles pm (134°48′) et $m\ t$ (135°26′). Lorsque les faces x ($\bar{3}54$) et e^1 ($0\bar{1}1$) se rencontrent, elles facilitent l'orientation des cristaux. Les nombreuses figures données plus loin permettront au lecteur de s'en rendre compte.

Clivages. Clivages faciles suivant c^1 ($\bar{1}12$), g^1 (010) et ^2g ($1\bar{3}0$), interrompu suivant p (001); traces suivant m ($1\bar{1}0$) et γ ($\bar{1}32$) (Dx).

Cassure conchoïdale ou inégale. Le minéral est fragile.

Dureté. 6,5 à 7.

Densité. 3,29 à 3,30. Les cristaux de l'Oisans analysés par Rammelsberg (analyse *a*) avaient une densité de 3,295 qui s'est abaissée à 2,812 après fusion.

Coloration. Violet, parfois brunâtre, violet très pâle, rosé, brun

girofle, gris perle ou verdâtre. Poussière incolore. Le minéral est généralement transparent, plus rarement translucide.

Éclat vitreux très vif.

Inclusions. L'axinite de l'Oisans renferme souvent des inclusions de chlorite tout à fait identiques à celles qui ont été décrites dans la prehnite de la même région.

Les cristaux sont souvent rendus opaques par ces inclusions ; leur surface est alors raboteuse. Dans l'axinite qui se développe dans les fentes des calcaires modifiés des Pyrénées, on observe fréquemment des inclusions de calcite, de pyroxène, d'amphibole, de sphène, de quartz, etc.

Propriétés optiques. Bissectrice aiguë *négative*, sensiblement normale à i^1 (011). La trace du plan des axes optiques (n_g) fait dans cette face un angle de 40° avec l'arête $m\ i^1$ ($1\bar{1}0$) (011) et un angle de 24°40′ avec l'arête $p\ i^1$ (001) (011) (Dx.).

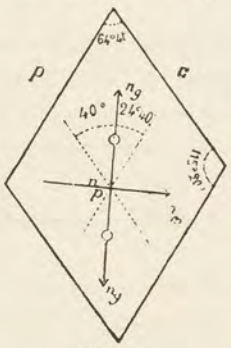


Fig. 4.
Section i^1 (011), perpendiculaire à la bissectrice aiguë négative.

Dispersion croisée presque nulle. Dipersion inclinée et horizontale notable (Dx.). La dispersion des axes, à peine sensible dans l'huile, est très forte dans l'air avec $\rho < \nu$. L'écartement des axes optiques est un peu variable dans les diverses plages d'un même cristal par suite d'entrecroisement de plusieurs individus cristallins. M. des Cloizeaux a constaté que la température modifiait très peu l'écartement des axes ; le même savant a donné les indices et angles suivants mesurés sur des cristaux de l'Oisans (*a*, *b* et *c* sont les mesures prises suivant les plages sur des cristaux violets, *d* et *e* sur des cristaux chlorités de l'Oisans) :

	a		*c*		*e*	
	rouge	bleu	rouge	bleu	rouge	bleu
$\mathbf{n}_g$					1,6810	1,6954
$\mathbf{n}_m$	1,678	1,691	1,678	1,693	1,6779	1,6918
$\mathbf{n}_p$					1,6720	1,6850

		$2\mathbf{H}$[1]		d'où $2\mathbf{V}$	
		rouge	bleu	rouge	bleu
a		87°38′	87°47′	74°17′	74°39′
		86°33′	86°43′	73°32′	73°39′

1. L'indice de l'huile était de 1,465 (rouge), et 1,479 (bleu).

	2 H		d'où	2 V	
b	84°7′			71°35′	
	83°20′	83°28′		70°57′	71°6′
c	82°15′			70°5′	
	84°11′	84°34′		71°38′	71°59′
d	84°24′	84°50′		71°48′	72°12′
e				71°38′	71°49′

Calculé d'après les indices.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est des plus nets dans les teintes violettes.

Dans des plaques épaisses de 3 millimètres on observe les teintes de pléochroïsme suivantes :

$\mathbf{n}_g$ = jaune olive clair.
$\mathbf{n}_m$ = violet intense.
$\mathbf{n}_p$ = brun cannelle.

L'intensité de ce pléochroïsme est variable avec les localités. Les cristaux qui le manifestent le plus énergiquement sont ceux du pic d'Arbizon [(variété aplatie suivant p (001)] qui sont parfois encore pléochroïques en lames de $0^{mm}02$. La teinte violette suivant n_m persiste seule, alors que, suivant n_g et n_p, le minéral est incolore.

Les sections perpendiculaires à un axe optique montrent avec une grande netteté le phénomène des houppes. Ces sections donnent à la loupe dichroscopique, d'après Bertin, une plage rose et une autre blanc jaunâtre.

Propriétés électriques. D'après les expériences récentes de MM. Friedel et de Gramont, effectuées par le procédé bien connu de M. Friedel, l'axinite ne serait pas pyroélectrique.

Composition chimique.

Analyses :

a) de l'axinite de l'Oisans par Rammelsberg (*P. A. L.* 371. 1840. *Mineral. Chem.* 545. 1875).

b) *id.* (*Z. d. G.* XXI. 692. 1869).

c) par Whitfield (*Am. J. of. Sc.* XXXIV. 281. 1887).

Je donne comme document les anciennes analyses de l'axinite de l'Oisans, faites avant la découverte de l'acide borique dans ce minéral.

d) Klaproth (*Hopfner's Magaz. Naturk. Helvetiens* I. 180. 1787. *Klaproth Beitr.* II. 118. 1797).

e) *id.* (V. 25. 1810).

f) Vauquelin (*J. M.* XII. 23. 17. 153. 1802).

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	
SiO^2...	44,57	43,46	41,53	52,7	50,50	44	
B^2O^3...	4,50	5,61	4,62	»	»	»	
Al^2O^3..	16,37	16,33	17,90	25,6	16	18	
Fe^2O^3..	9,67	2,80	3,90	»	9,50	14	
FeO....	»	6,78	4,02	»	»	»	
MnO...	2,62	2,62	3,79	9,6 ($Mn^2O^3+Fe^2O^3$)	5,25(Mn^2O^3)	»	
CaO...	20,19	20,19	21,66	9,4	17	19	
MgO...	1,73	1,73	0,74	»	»	»	
K^2O....	0,11	0,11	»	»	0,25	4	
H^2O...	»	1,45	2,16	»	»	1	(Perte)
	99,76	101,08	100,32	97,3	98,50	99	

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, se gonfle et fond facilement en une perle vert foncé, devenant noire au feu oxydant. Colore la flamme en vert, surtout lorsque le minéral est fondu avec un mélange de fluorine et de bisulfate de potasse. L'axinite est à peine attaquée par les acides, mais, après fusion, elle est facilement attaquée en faisant gelée.

Diagnostic. La forme de l'axinite est absolument caractéristique.

Dans les lames minces de roches, ce minéral en lumière polarisée parallèle prend des teintes de polarisation analogues à celles de l'orthose. Il s'en distingue facilement par sa réfringence assez élevée.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'axinite se rencontre dans trois sortes de gisements :

1° Dans les schistes cristallins et particulièrement dans leurs variétés pyroxéniques et amphiboliques, dans les roches sédimentaires anciennes, métamorphisées par le granite et la granulite, et plus rarement dans ces dernières roches. Dans la plupart des cas, l'axinite est un minéral de fumerolles ayant accompagné la venue des roches granitiques.

2° Dans les roches éruptives basiques anciennes (diabases, kersantites, gabbros) ou dans les sédiments modifiés par ces roches.

3° Dans des gisements métallifères.

Nous n'aurons à nous occuper ici que des deux premiers genres de gisement.

1° Dans les schistes cristallins, les roches sédimentaires modifiées par le granite et la granulite, et dans le granite lui-même.

C'est dans ce genre de gisement que se rencontrent tous les beaux cristaux d'axinite des gisements français. Ils tapissent des fissures ou des cavités de filonnets, généralement obliques ou perpendiculaires à la schistosité ; ils sont souvent accompagnés par de la prehnite, de l'albite, de l'asbeste, du quartz et de la calcite.

Les cristaux du Dauphiné, que l'on rencontre dans les filonnets traversant les amphibolites granulitisées, sont tellement identiques, comme forme et comme conditions de gisement, à ceux qui se trouvent dans les schistes et calcaires paléozoïques des Pyrénées, à proximité du granite, que j'ai cru devoir les traiter dans le même chapitre.

Dans ces deux cas, l'axinite me paraît devoir sa naissance à des fumerolles qui ont *suivi* l'intrusion des roches granitiques. La formation de l'axinite est toujours postérieure au métamorphisme exercé sur les schistes ou calcaires par ces roches éruptives.

Les conditions respectives de ces deux sortes de gisement seront décrites en tête des paragraphes concernant les Pyrénées et le Dauphiné.

Normandie. — *Orne.* Le tome III du *Dictionnaire d'histoire naturelle*, publié à Paris en 1816, porte l'indication (p. 177) de l'existence de l'axinite en cristaux violets, très brillants, dans la granulite d'Alençon. Cette observation n'a été reproduite depuis par aucun auteur et je n'ai trouvé trace de ce minéral dans aucune collection. M. Le Tellier, très versé dans tout ce qui concerne la minéralogie de cette région, n'a pas connaissance de ce minéral. Les indications de gisements de l'ouvrage, cité plus haut, étant généralement exactes, il y a lieu d'attirer l'attention sur ce fait qui sera peut-être vérifié par des observations ultérieures.

Bretagne. — *Morbihan.* Le seul gisement breton d'axinite est celui de Billiers que j'ai signalé récemment (*Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest.* I. 210. 1891) d'après les indications que je dois à M. de Limur.

L'axinite se rencontre dans les mêmes conditions que la prehnite étudiée page 270 dans les fentes des gneiss pyroxéniques et amphiboliques de la côte de Billiers. Elle y forme de petites veinules violacées dans lesquelles j'ai pu observer des cristaux fort mauvais: p (001), m ($1\bar{1}0$), t (100), aplatis suivant m ($1\bar{1}0$). Ils renferment des inclusions de sphène, d'actinote, d'épidote et de calcite. L'axinite massive de ce gisement présente une grande analogie avec quelques variétés de roches à axinite des Hautes-Pyrénées dont il sera question plus loin.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* L'axinite est très abondante dans plusieurs gisements des Hautes-Pyrénées ; les cristaux de cette région sont cependant peu connus et leurs conditions de gisement n'ont jamais été déterminées avec précision.

Je me suis efforcé d'élucider cette question sur laquelle je crois pouvoir donner des documents intéressants.

Dans sa *Notice de quelques minéraux des Pyrénées*, Picot de Lapeyrouse annonce (*J. P.* XXVI. 431. 1785) qu'en 1782, il a trouvé des cristaux de schorl violet rhomboïdal, à la Piquette déras lids (pic d'Ereslids), au cours d'un voyage fait en compagnie de Dolomieu. En 1784, se joignant à quatre collectionneurs de Paris, il envoya un individu de Toulouse pour explorer le gisement. Des échantillons furent trouvés en place et en blocs éboulés ; il en fut vendu à Barèges et c'est ainsi que la découverte de ce minéral put être signalée par un nommé Pelletier (*J. P.* XXVI. 66. 1785), un peu avant le mémoire de Picot de Lapeyrouse. Ce dernier savant indiqua l'analogie de ces cristaux avec ceux de l'Oisans et les décrivit comme pauvres en faces et associés à du quartz, de l'asbeste, de la prehnite et de la calcite.

Depuis lors, l'axinite de la Piquette déras lids a été signalée dans tous les traités de minéralogie sans description spéciale ; seul, M. Schrauf a étudié (*Sitz Akad. Wien.* LXII. 734. 1870) un échantillon donné en 1816 au Hofmuseum de Vienne ; les cristaux, analogues à ceux du Dauphiné, présentent les formes p (001), m ($1\bar{1}0$), t (110), h^1 (100), f^1 (112) et i^1 (011).

Le point où il est le plus facile d'étudier les conditions de gisement de l'axinite dans les Pyrénées est le cirque d'Arec, formé par les pics de Montfaucon et d'Arbizon. J'ai décrit pages 154 et 223 les intéressants phénomènes de métamorphisme que l'on observe au contact immédiat du granite et des calcaires dévoniens, transformés dans ces conditions

en roches silicatées, en grande partie constituées par du grenat grossulaire, accompagné d'idocrase.

J'ai pu constater en outre (*C. P.* CXV. 739. 1892) que, du granite, partent de petits filonnets minces d'axinite qui traversent lés calcaires modifiés. A une cinquantaine de mètres de la roche éruptive, l'axinite devient rare ou même disparaît complètement. L'axinite a été produite sous l'influence du granite, mais sa formation ne s'est effectuée que lorsque les roches sédimentaires étaient déjà métamorphisées, ainsi qu'il est facile de s'en assurer en suivant le trajet de ces filonnets, moulant les minéraux métamorphiques des calcaires. L'axinite est là un minéral de fumerolles ayant suivi l'intrusion du granite ; ces fumerolles ont eu parfois une action endomorphe et ont donné naissance au même minéral dans les fissures du granite lui-même.

Dans ce gisement, l'axinite se présente sous deux formes qu'il est facile de distinguer grâce à leur couleur ; l'une est transparente, d'un violet rose très pâle, l'autre à peine translucide, d'un violet très foncé. Leurs formes cristallines sont, du reste, différentes.

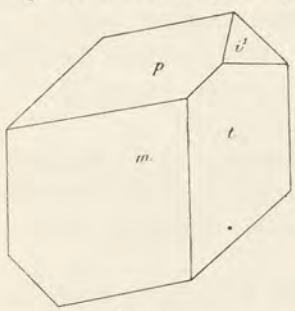


Fig. 5.

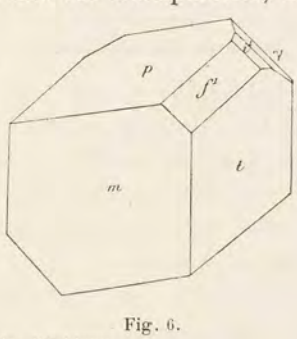


Fig. 6.

Axinite du Pic d'Arbizon.

La première variété forme des filonnets, creusés de nombreuses géodes que tapissent de très jolis cristaux transparents, atteignant rarement 1 centimètre. Parfois ces cristaux sont engagés dans de la calcite laminaire dont on peut les isoler par l'action des acides. Ils sont très fragiles et ne sont pas accompagnés d'autres minéraux.

Ces cristaux sont généralement pauvres en faces (fig. 5 et 6) ; il n'est pas rare de trouver les faces p (001), m ($1\bar{1}0$) et t (110) seules avec parfois i^1 (011). Contrairement à ce qui se passe dans la plupart des autres gisements, f^1 (112) est souvent absente ou réduite à une facette linéaire, irrégulière. Souvent aussi, les cristaux présentent des cannelures profondes sur p (001) et toutes les faces de la zone verticale. Les faces γ ($\bar{1}32$) sont assez rares.

Dans un échantillon, j'ai cependant trouvé quelques petits cristaux, riches en faces, et présentant notamment la forme z ($\bar{1}21$) : ils sont représentés par la figure 7.

Ces cristaux, souvent parfaitement transparents, possèdent une couleur rosée pâle, très agréable à l'œil. C'est sans doute cette variété d'axinite qui a été signalée dans ce gisement par Charpentier (*op. cit.*)

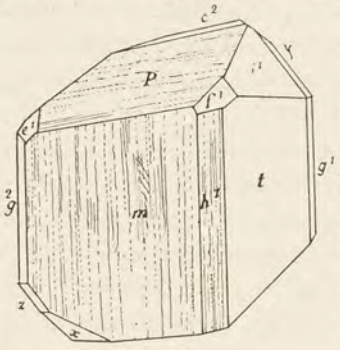


Fig. 7.
Axinite du Pic d'Arbizon.

Les cristaux sont implantés dans de l'axinite massive. Très fréquemment, ce minéral forme des masses fibrolamellaires (allongées suivant l'axe vertical) ayant jusqu'à un décimètre de longueur, entremêlées aussi d'asbeste ; elles sont localement creusées de cavités, renfermant de beaux cristaux souvent alignés en grand nombre avec une commune orientation.

Cette variété d'axinite forme de petits filonnets minces, soit dans le granite lui-même, soit, plus rarement, dans les calcaires modifiés.

La seconde variété se rencontre exclusivement dans les roches métamorphiques. Elle y forme des filons ou des amas atteignant parfois un mètre de plus grande dimension ; souvent même, elle constitue une véritable rocher.

Cette axinite est d'un beau violet foncé ; elle forme rarement des cristaux nets : elle se présente en cristaux extrêmement aplatis suivant p (001) et fortement enchevêtrés ou empilés de façon à former des masses laminaires, généralement accompagnées d'actinote d'un beau vert. L'intervalle

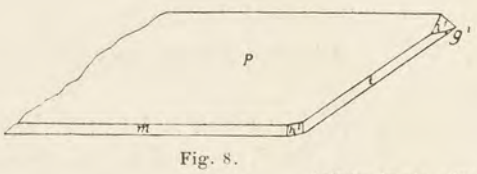


Fig. 8.

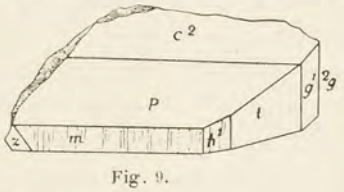


Fig. 9.

Axinite du pic d'Arbizon.

des cristaux est rempli par de la calcite ; on observe parfois de fines bordures cristallines dans les géodes, obtenues par la dissolution du calcaire (dissolution accidentelle sur les surfaces exposées à l'air ou artificielle, par l'action d'un acide). On y constate l'existence des faces m ($1\bar{1}0$),

t (110), h^1 (100), g^1 (010), ^2g ($1\bar{3}0$) avec plus rarement i^1 (011), f^1 (112), γ ($\bar{1}32$), z ($\bar{1}21$) et x ($\bar{3}54$) presque toujours extrêmement petites et arrondies. Ces cristaux se rapprochent du type de ceux de Botallak. Ils sont souvent colorés en jaune rougeâtre par des infiltrations de produits ferrugineux.

Les fig. 8 à 10 représentent les formes les plus habituelles de ces cristaux.

Parfois ils sont plus petits, la calcite devient plus rare ou disparaît et l'on est conduit à une véritable roche très dure, très tenace, qui n'est autre que celle décrite par Zirkel sous le nom de *limurite*, d'après des échantillons erratiques, recueillis par MM. de Limur et Frossard dans le lit de l'Adour (*N. J.* 1879.379).

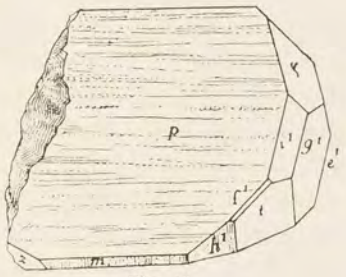


Fig. 10.
Axinite du pic d'Arbizon.

Cette roche est essentiellement constituée par de l'axinite, formant des plages enchevêtrées dont les intervalles sont remplis, suivant les gisements, par de la calcite, du quartz ou de l'épidote. L'axinite englobe de grands cristaux de pyroxène, généralement ouralitisé en une amphibole vert clair : le sphène est surtout abondant soit en cristaux distincts, soit en plages irrégulières, entourant du rutile ou de l'ilménite. L'axinite est parfois creusée de cavités irrégulières, remplies par de la calcite, de l'épidote ou du feldspath triclinique, offrant une même orientation sur une grande surface et formant, par suite, avec l'axinite, une sorte de pegmatite graphique. L'amphibole (actinote) et la pyrite sont fréquentes comme minéraux drusiques.

Ces roches à axinite ne constituent pas à proprement parler un type pétrographique défini, mais varient souvent d'un échantillon à l'autre, suivant les conditions particulières de leur gisement.

L'axinite se trouve, dans les mêmes conditions qu'au Pic d'Arbizon, sur toute la lisière nord du massif granulitique du Néouvielle, sur une longueur de plus de 30 kilomètres. On la rencontre en abondance dans tous les ravins qui, à partir du col du Tourmalet, viennent s'ouvrir dans la vallée du Bastan. Ces ravins, dirigés sud-nord, sont séparés les uns des autres par le pic d'Espade, par les monts Campana et de Caubère et enfin la Piquette déras lids et le pic d'Ayré. Ils sont fort instructifs à visiter à leur point de jonction avec la vallée du

Bastan ; ils y sont en effet taillés dans les schistes et calcaires paléozoïques, tandis que leur extrémité est formée par le granite. A une petite distance de leur entrée dans la vallée du Bastan, ces ravins présentent des éboulis grandioses dans lesquels on peut trouver toutes les roches et tous les minéraux qui abondent dans les pics escarpés et difficiles d'accès qui les dominent.

Dans le premier grand ravin que l'on rencontre en descendant du col du Tourmalet vers Barèges, j'ai trouvé l'axinite en abondance considérable. Dans les éboulis descendus du pic d'Espade, on observe des blocs d'axinite de plusieurs mètres cubes, présentant toutes les particularités de la variété la plus commune au pic d'Arbizon ; les cristaux distincts sont moins aplatis suivant p (001) que ceux de ce dernier gisement (fig. 8), ils sont plus abondants et rappellent beaucoup certains cristaux de Botallak.

L'axinite en roche (*limurite*) présente de nombreuses variétés, différant de celles de l'Arbizon par l'abondance de l'épidote.

J'ai trouvé d'énormes blocs, constitués par de l'axinite en grandes lames violettes, englobées par de l'épidote en sphérolites jaune vif, ayant jusqu'à $0^{cm}5$ de diamètre.

Dans ce gisement, on trouve aussi des cristaux transparents, associés au quartz hyalin ; ils ont les mêmes formes que ceux qui seront décrits plus loin à la Piquette déras lids.

Entre les monts de Campana et de Caubère, l'axinite se rencontre dans les mêmes conditions que dans le ravin d'Espade. Ce sont les variétés lamellaires qui dominent ; j'ai cependant trouvé quelques petits cristaux peu transparents, tapissant les cavités d'épidote fibrocompacte.

Enfin, dans le ravin d'Escoubous, on trouve, en petite quantité, de bons échantillons d'axinite transparente, éboulés de la Piquette déras lids qui a fourni autrefois de superbes cristaux, pouvant rivaliser avec ceux de l'Oisans.

L'axinite de ce gisement se trouve dans les mêmes conditions qu'à l'Arbizon, en filonnets traversant les schistes et calcaires, modifiés par le granite, mais elle n'y forme que très rarement des filonnets massifs comme dans les gisements précédents. Le plus souvent, elle tapisse les parois des fissures où elle est associée à l'épidote et à la prehnite, qui ont été décrites pages 139 et 272, ainsi qu'à l'albite, à la calcite et au quartz hyalin en très beaux cristaux.

J'ai indiqué plus haut l'époque de la découverte de ce gisement ; les

anciens auteurs, Picot de Lapeyrouse, Dietrich, Pasumot décrivent en termes pittoresques les procédés employés de leur temps par les chercheurs de cristaux, se faisant suspendre par des cordes pour découvrir des poches à minéraux dans des escarpements peu accessibles.

A l'heure actuelle, la tradition de ces hauts faits minéralogiques est à peu près perdue à Barèges et jai eu quelque peine à retrouver ce gisement.

L'axinite se rencontre surtout dans les abrupts dominant le ravin d'Escoubous. On n'en trouve que de très rares et très mauvais échantillons sur le flanc Est de la Piquette, dominant la rive droite du ravin de Glaire (ou de Lienz). Par contre, de ce côté de la montagne, ainsi que sur son flanc nord, l'albite est très abondante, mais elle s'y trouve seule ou associée au quartz et à l'asbeste.

J'ai examiné un assez grand nombre de cristaux d'axinite de ce gisement, provenant de mes recherches personnelles, de la collection de Picot de Lapeyrouse, que j'ai pu étudier grâce à l'obligeance de M. Caralp et enfin de celle de l'École des Mines.

Ces cristaux sont à rapporter à deux types : le type commun, et celui que j'ai désigné sous le nom de type de la Piquette déras lids.

Type de la Piquette déras lids. Les cristaux de ce type, d'un violet très pâle et parfois même incolores, ne dépassent guère 1 centimètre de longueur ; ils ont la forme d'une lame de canif et sont très minces ; leurs arêtes sont extrêmement tranchantes. Les faces de la zone verticale sont profondément cannelées parallèlement à leurs intersections mutuelles ; les faces p (001) sont aussi souvent striées.

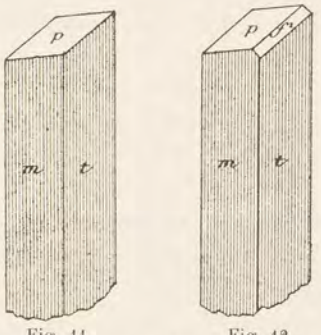


Fig. 11. Fig. 12.
Axinite allongée suivant l'axe vertical. (Piquette déras lids).

Les formes les plus habituelles sont les suivantes : p (001), m ($1\bar{1}0$), t (110), (fig. 11) ; avec parfois f^1 (112), (fig. 12) ; h^1 (100) ; je n'ai trouvé que sur un seul cristal des traces de i^1 (011) et de x ($\bar{3}54$).

Type commun. Les cristaux de ce type sont tout à fait identiques à ceux de l'Oisans. Leur couleur est le violet plus ou moins foncé ; ils atteignent 2 centimètres ; j'ai extrait, d'un échantillon d'asbeste, de petits cristaux complets, presque incolores, d'environ $0^{mm}5$. Ils sont

d'une perfection de forme irréprochable, mais sont généralement pauvres en faces. En outre des formes énumérées plus haut, j'ai trouvé rarement γ $(\bar{1}32)$, e^1 $(0\bar{1}1)$ et plus rarement encore $g^1(010)$ et ${}^2g$ $(1\bar{3}0)$. Les figures 13 à 18 représentent les combinaisons principales que j'ai observées.

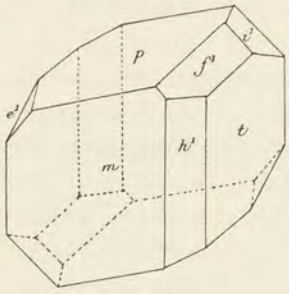


Fig. 13.

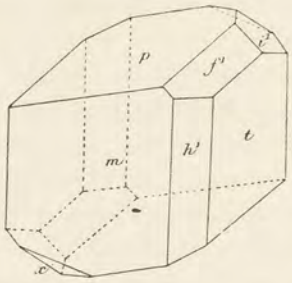


Fig. 14.

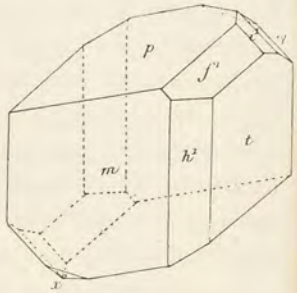


Fig. 15.

Axinite de la Piquette déras lids.

Il y a lieu de noter la très grande rareté des faces c^1 et c^2 que je n'ai observées que sur deux cristaux.

Enfin, l'axinite a été signalée dans quelques autres points de cette région ; ne les ayant pas visités moi-même, je ne puis préciser la nature géologique de leur gisement ; j'ai vu dans la collection de M. Frossard des échantillons provenant de quelques-uns d'entre eux.

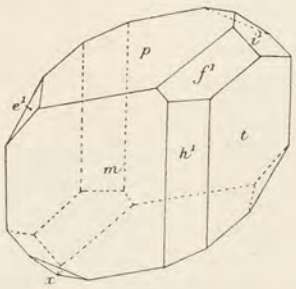


Fig. 16.

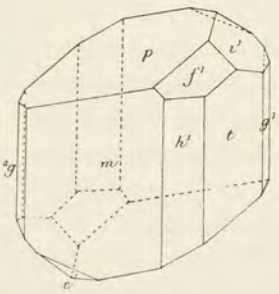


Fig. 17.

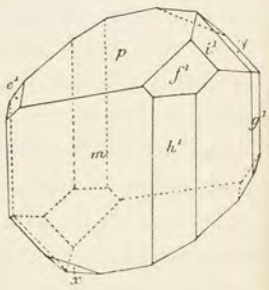


Fig. 18.

Axinite de la Piquette déras lids.

Dans la région du Tourmalet, M. Frossard a signalé des cristaux transparents du type de ceux de la Piquette déras lids ; ils sont accompagnés d'asbeste et de calcite. Il est probable qu'ils proviennent d'un

des ravins d'Espade ou de Campana où j'ai trouvé en place des échantillons analogues.

L'axinite recueillie par le même minéralogiste près de Gripp (haute vallée de l'Adour) est implantee sur un bloc erratique de granite, provenant certainement du massif du pic d'Arbizon.

M. de Limur a trouvé en place (*Exploration minéralogique dans les Hautes-Pyrénées*. Vannes. 14. 1878) une roche d'axinite, analogue à celle de l'Arbizon (*limurite*), dans le quartier de montagne de Bizourtère, au milieu des abrupts de la rive gauche du ruisseau descendant du lac Bleu à Chiroulet, dans la vallée de Lesponne. M. Frossart (*op. cit.*) l'a également signalée dans la région du lac de Peyrelade (*massif du pic du Midi*). Cette région est constituée par des gneiss et par des schistes à andalousite granutilisés ; il est probable que l'axinite s'est formée là sous l'influence de la granulite. Il faut espérer que des recherches ultérieures viendront préciser la nature géologique de ces gisements.

Enfin Pasumot, dans ses *Voyages physiques dans les Pyrénées* (Paris. 1797. p. 271), signale l'axinite (*schorl violet*), accompagnée de quartz hyalin dans les fentes des schistes (*schistes à andalousite*) de la Hourquette de Cinq-Ours, sur le flanc droit d'un ravin descendant à Tramazaigues, à une centaine de mètres de la Hourquette (Pic du Midi).

Notons en outre que M. Gourdon a rapporté de la haute vallée de Nère des échantillons d'axinite. Ils appartiennent au type le plus commun à l'Arbizon et ont une semblable origine ; ils recouvrent un calcaire renfermant de l'épidote.

Haute-Garonne. Le même savant a recueilli au Mail de Soulan et à Beauregard près Luchon des blocs erratiques renfermant de l'axinite du même type ; ce minéral est implanté sur un calcaire à grenat.

Ariège. J'ai trouvé dans la vallée de Saleix de l'axinite d'un violet très pâle en larges cristaux aplatis, sans formes nettes et formant même des masses laminaires. Ils remplissent les fissures du granite, sur les contreforts du pic de Gabanatous, dominant le ruisseau de Saleix ; ils sont accompagnés de très petits cristaux d'épidote jaune pâle, de quartz et d'albite.

Alpes. — *Isère*. La première mention qui ait été faite de l'axinite se trouve dans Romé de l'Isle qui, dans son article consacré au *schorl*, décrivit ce minéral sous le nom de « schorl transparent lenticulaire terminé

par six plans rhombes ou rhomboïdaux » (*op. cit.* II. 353. 1783). On y trouve la mention suivante au sujet du gisement de ce minéral. » C'est à M. Schreiber, directeur des mines de Monsieur, à Allemont en Dauphiné, que je dois la première connaissance de cette variété de schorl très singulier. Il m'en a envoyé, au moment où l'on venait d'en faire la découverte, deux cristaux solitaires, parfaitement caractérisés, et plusieurs autres groupés sur la même roche. C'est (dit-il dans la lettre qu'il m'écrivit à ce sujet le 16 septembre 1781) près de la Balme d'Auris que ces morceaux ont été trouvés dans la roche primitive feuilletée de M. de Saussure ou kneiss des Saxons, dans les fentes ou gerçures où cette espèce de cristallisation est accompagnée de schorl vert, d'amiante et d'asbeste. J'ai visité cet endroit, mais je n'ai pu avoir que très peu de morceaux. Ce schorl est accompagné de schorl vert en longues aiguilles prismatiques à cannelures multipliées [*épidote*], d'autres petits cristaux du schorl rhomboïdal d'un blanc mat ou demi-transparent dont la forme est analogue à celles des macles de schorl blanc rhomboïdal [albite] qui se rencontre dans l'amiante des environs de Barèges. Le tout est entremêlé d'amiante et d'asbeste en fibres parallèles ou contournées, ce qui donne un rapport de plus entre cette roche et celle qui se trouve dans les Pyrénées. »

En 1792, Delamétherie nomma (*Sciagraphie*. I. 287) *yanolithe* ce minéral pour lequel Haüy proposa (*J. M.* I. 264. an V) le nom d'*axinite*, adopté depuis.

L'axinite est très abondante dans l'Oisans ; on la rencontre dans une large zone d'amphibolites et de schistes chloriteux granutilisés, constituant le point de jonction des trois feuilles de la carte d'Etat-Major de Grenoble, de Vizille et de Briançon. Au nord et à l'ouest, les points extrêmes où l'axinite a été signalée sont : la montagne de Chalanches près Allemont et la Cime du Cornillon, mais les gisements les plus riches se trouvent aux environs immédiats du Bourg-d'Oisans : sur la rive droite de la Romanche, dans la montagne d'Auris, soit au-dessus du hameau du Vernis au rocher d'Armentier (ou d'Armentières), soit au hameau de la Balme ; sur la rive gauche de la Romanche, d'importants gisements se trouvent à la Rampe des Commères, sur la route de Briançon et dans divers autres points de la montagne du Mont de Lans. Ces gisements se relient à ceux de la Combe de la Selle près Saint-Christophe, par un petit nombre de points de Tête-Mouthe et du glacier de Mont de Lans.

Dans ces divers gisements, l'axinite se trouve dans des filonnets transversaux à la schistosité des roches cristallophylliennes. Ils sont généralement très nombreux, mais peu importants. Les poches à cristaux ont rarement plus de trois ou quatre mètres carrés et n'ont généralement que quelques décimètres de hauteur. Les cristaux d'axinite, localement accompagnés de *quartz* de *prehnite*, d'*épidote*, d'*albite* et d'*orthose* sont implantés sur leurs parois ou se trouvent isolés dans une argile ferrugineuse, remplissant souvent les géodes. Ce sont ces cristaux qui constituent les échantillons répandus dans toutes les collections (fig. 19).



Fig. 19.
Axinite de l'Oisans.

La plupart des gisements cités plus haut sont très anciennement connus. M. Groth les a coordonnés dans un intéressant compte rendu d'une excursion qu'il a faite en 1885 (*Sitzb. d. k. bayr. Ak. d. Wissensch.* 371) sous la conduite du guide Albertazzo, qui m'a également accompagné dans cette région et chez lequel j'ai pu étudier un grand nombre d'échantillons.

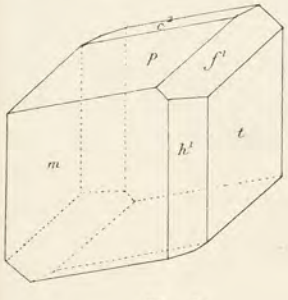


Fig. 20.

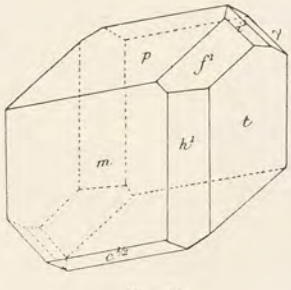


Fig. 21.

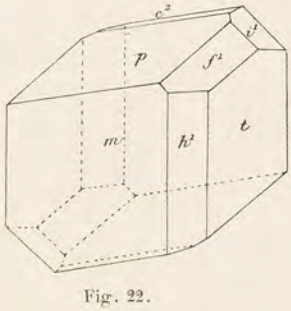


Fig. 22.

Axinite de l'Oisans.

Le gisement qui a fourni les plus beaux cristaux est celui du rocher d'Armentier ; les anciens cristaux que l'on trouve dans les vieilles collections ont une couleur brun violacé, très caractéristique, ainsi qu'une

forme spéciale qui sera décrite plus loin ; ils étaient associés à de très beaux cristaux d'albite.

Le guide Albertazzo exploite encore aujourd'hui des poches à cristaux qui se trouvent sur le flanc du rocher d'Armentier, au-dessus du hameau du Vernis. Elles sont d'accès assez périlleux et produisent notamment des cristaux complets, isolés dans l'argile ; ce sont les plus gros que

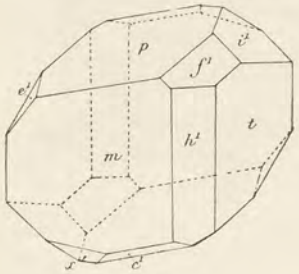


Fig. 23.

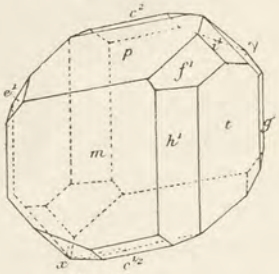


Fig. 24.

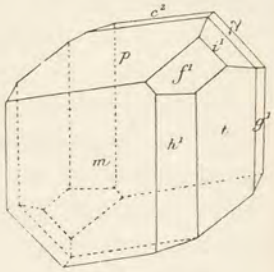


Fig. 25.

Axinite de l'Oisans.

l'on puisse recueillir actuellement dans l'Oisans, mais ils sont très pauvres en faces, différant ainsi des cristaux anciennement trouvés dans la même montagne : ils sont parfois accompagnés d'orthose et d'albite.

En montant à la Balme d'Auris, à environ 200 m. au-dessus du vieux pont, jeté sur la Romanche, et sur un abrupt regardant le torrent,

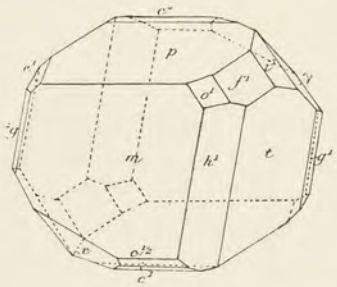


Fig. 26.

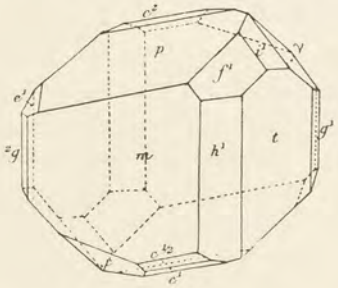


Fig. 27.

Axinite de l'Oisans.

il existe des poches à cristaux où l'on recueille encore des cristaux violet clair, associés à des cristaux $m(110)$, $a^1(101)$, et parfois $p(001)$, d'orthose blanc laiteux.

Vis-à-vis de ce gisement et sur la rive gauche de la Romanche, se trouvent plusieurs gisements à visiter (Rampe des Commères). Cette

année, lors de mon voyage en Oisans, Albertazzo y exploitait une cavité, très riche en axinite, implantée sur l'amphibolite granulitisée; les cristaux en général n'y forment pas de groupes continus, mais sont isolés sur leur gangue. Ils sont fort nets et riches en faces. Ils sont accompagnés de quartz hyalin en beaux cristaux, englobant une épidote jaune verdâtre dont il a été question page 149. L'axinite est elle-même souvent implantée sur quartz.

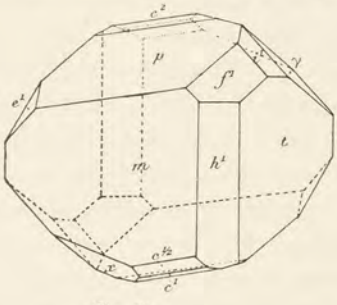


Fig. 28.
Axinite de l'Oisans.

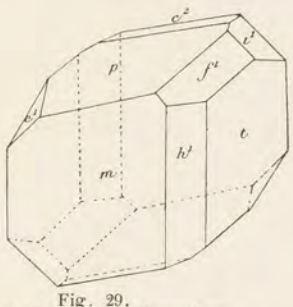


Fig. 29.
Axinite de la Rampe des Commères.

Dans le gisement de la Combe de la Selle (voir page 274), l'axinite est associée à l'orthose, au quartz et à la prehnite.

Plus au nord, le gisement de la Cime du Cornillon donne quelques bons cristaux d'axinite, associés à l'épidote.

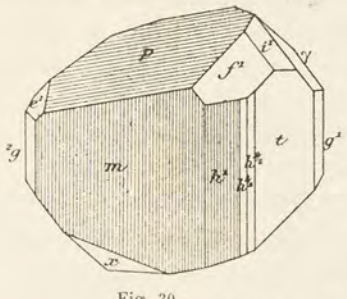


Fig. 30.

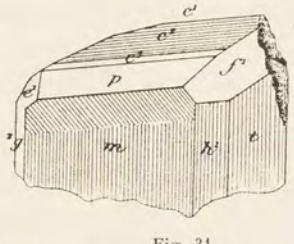


Fig. 31.

Axinite de la Rampe des Commères.

Tels sont, à l'heure actuelle, en Oisans, les gisements fournissant des cristaux d'axinite.

Les auteurs qui ont décrit ce minéral n'ont jamais précisé les gisements d'où provenaient leurs matériaux d'étude ; ils se sont contentés de les indiquer comme provenant du Dauphiné ou de l'Oisans. Cela

n'a, du reste, pas grande importance dans l'espèce, les formes étant (sauf pour une forme spéciale à l'Armentier) à peu près les mêmes dans ces divers gisements.

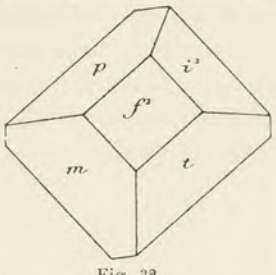


Fig. 32.
Axinite du rocher d'Armentier.

Les cristaux sont généralement peu compliqués et tous ceux dans lesquels j'ai trouvé des formes rares se sont rencontrés accidentellement en très petit nombre au milieu des cristaux à formes communes.

Les cristaux de l'Oisans ont été étudiés par Neumann (*P. A.* IV. 67. 77. 1825), Lévy (*op. cit.* 1838. II. 12 et *Atlas* ; à la suite de M. des Cloizeaux, j'ai adopté la forme donnée par cet auteur et reproduit un certain nombre de ses figures), par M. Marignac, M. des Cloizeaux (*op. cit.* I. 515) et enfin par vom Rath (*P. A.* CXXVIII. 20 et 227. 1866) qui a mesuré un grand nombre de cristaux (voir plus haut) et décrit plusieurs faces nouvelles : $h^{3/2}(510)$, $h^3(210)$, ${}^2h(3\bar{1}0)$, $\varepsilon(\bar{3}56)$, $\alpha(1\bar{3}1)$, $d(1\bar{3}2)$, $k(1\bar{5}2)$, $\zeta(\bar{3}55)$.

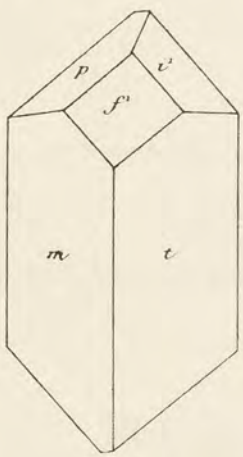


Fig. 33.
Axinite du rocher d'Armentier.

Les cristaux les plus communs présentent les formes qui ont été figurées plus haut à l'occasion de la Piquette déras lids.

Contrairement à ce qui a lieu dans ce gisement, les faces $c^2(\bar{1}14)$, $c^1(\bar{1}12)$, $c^{1/2}(\bar{1}11)$ sont assez fréquentes ainsi que $g^1(010)$, ${}^2g(1\bar{3}0)$. Les autres faces de la zone verticale sont rares ; je n'ai, personnellement, observé qu'une seule fois $h^{9/2}(11.\ 7.\ 0)$ et $h^{3/2}(\bar{5}10)$ (fig. 30), $c^5(\bar{1}.\ 1.\ 10)$ (fig. 31), $z(\bar{1}21)$ et $\varepsilon(\bar{3}56)$; $o^1(101)$ est très rare (fig. 26).

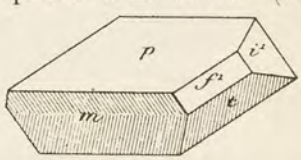


Fig. 34.
Axinite de la Rampe des Commères, aplatie suivant p (001).

Les faces f^1 sont toujours très développées ; dans quelques cristaux du rocher d'Armentier, i^1 prend en outre une grande importance. Ces cristaux que j'ai désignés plus haut comme constituant un type spécial (*type Armentier*) ont la forme de la fig. 32. Plus rarement ils s'allongent suivant l'axe vertical (fig. 33).

J'ai observé dans plusieurs échantillons de l'Oisans, des cristaux

présentant le type *Piquette déras lids*, c'est-à-dire des cristaux allongés et très cannelés suivant l'axe vertical comme ceux des fig. 11 et 12.

Enfin, d'autres cristaux sont aplatis suivant $p(001)$ et rappellent parfois, comme développement, certains cristaux de Bottalak. Tantôt ils sont pauvres en faces comme celui de la fig. 34, provenant de la Rampe

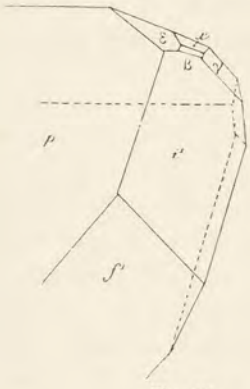


Fig 35.

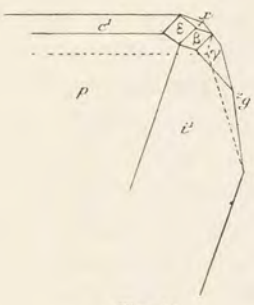


Fig. 36.
Axinite de l'Oisans.

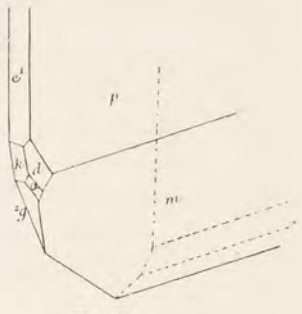


Fig. 37.

des Commères, tantôt, au contraire, ils présentent les faces ε $(\bar{3}56)$, β $(\bar{1}22)$, k $(1\bar{5}2)$, d $(1\bar{3}2)$, x $(\bar{3}54)$ représentées par les figures 35 à 37, empruntées au mémoire de vom Rath.

Les quatre premières de ces faces sont très rares. Quant à la face ζ $(\bar{3}55)$, elle a été signalée par vom Rath comme constituant de petites facettes non mesurables entre x $(\bar{3}54)$ et ε $(\bar{3}56)$: elle fait en outre partie de la zone β $(\bar{1}22)$, i^1 (011).

J'ai trouvé, à la Balme d'Auris, un beau cristal présentant cet aplatissement particulier; il a la forme de celui de la figure 38 donnée par vom Rath : la face p (001) est bordée d'un côté de fines facettes c^2 $(\bar{1}14)$, c^1 $(\bar{1}12)$, m $(1\bar{1}0)$ et de l'autre par i^1 (011), g^1 (010) et e^1 $(0\bar{1}1)$ qui est marquée en pointillé sur la figure. Ce cristal est remarquable par l'existence de deux zones seulement : cette combinaison se rencontre, d'après vom Rath, dans les cristaux de Saxe.

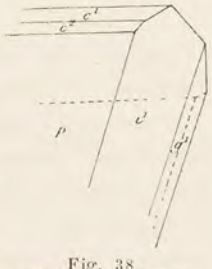


Fig. 38.
Axinite de la Balme d'Auris.

Les fig. 39 et 40 représentent d'après le même savant deux cristaux aplatis suivant m $(1\bar{1}0)$ dans lesquels se trouvent la plupart des faces décrites par cet auteur dans l'axi-

nite de l'Oisans. Dans ces figures, la face ^2h a été, par suite d'une erreur de gravure, notée h : cette face n'a été observée que sur un seul cristal et déterminée par les zones x $(\bar{3}54)$ i^4 (011) et h^1 (100) g^4 (010), dont elle fait partie.

Notons enfin l'existence de masses fibrolamellaires d'axinite rappelant celles du pic d'Arbizon. Comme dans ce gisement, leurs druses sont souvent tapissées de cristaux empilés et alignés en grand nombre suivant une même orientation.

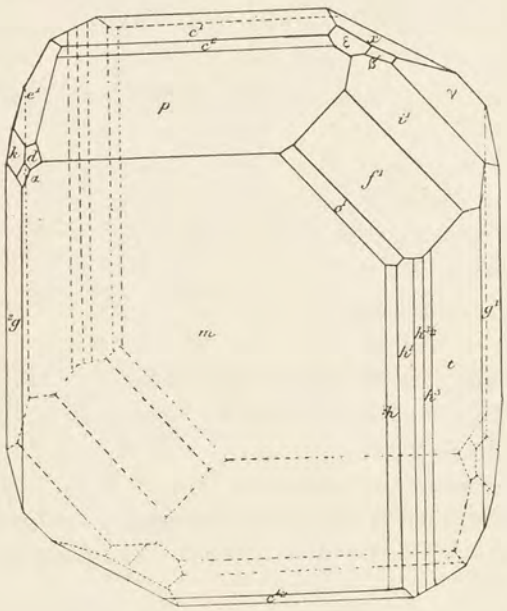


Fig. 39.

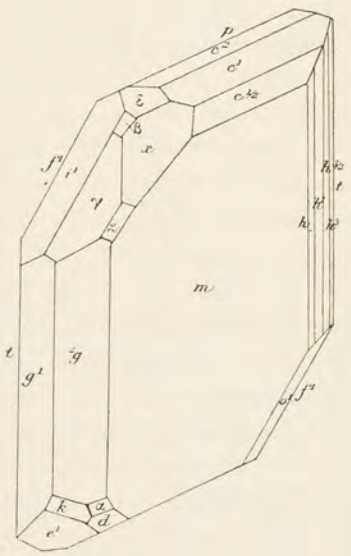


Fig. 40.

Axinite de l'Oisans [1].

Quant à l'axinite signalée par Héricart de Thury (*J. M.* XX. 59. 1816) au pied de la montagne de Chalanches près Allemont, à peu de distance de la cascade de Baton (rive droite de la vallée de la Romanche), elle formait, dans les amphibolites, de petits filonnets violets, sans cristaux distincts ; elle était associée à l'épidote jaune compacte.

Massif du Mont-Blanc. La première mention qui ait été faite, à ma connaissance, de l'axinite du massif du Mont-Blanc, se trouve dans le tome III du *Dictionnaire d'histoire naturelle* dont il a été question plus

1. Dans les figures 39 et 40, la face h située entre h^1 et m a pour symbole ^2h $(3\bar{1}0)$.

haut (1816, p. 117). Ce minéral se trouve en divers points de la région : au dôme du Goûter, à la fontaine du Caillet sur le Montanvers (sur le chemin de Chamonix à la mer de Glace) et au glacier des Bossons.

L'axinite de ces gisements se rapporte au type le plus commun de ceux de l'Oisans ; les cristaux que j'ai eus à ma disposition ne sont pas riches en faces et présentent les combinaisons $p\ m\ t$, $p\ m\ t\ h^1\ f^1$ avec plus rarement i^1, γ et x.

Les cristaux de la fontaine du Caillet d'un violet foncé, sont parfois formés par l'interpénétration d'un grand nombre d'individus à axes imparfaitement parallèles ; ces cristaux sont irréguliers et tendent à prendre des formes en selle. Ils sont accompagnés de petits cristaux de quartz avec calcite et albite.

Dans plusieurs échantillons de prehnite (*koupholite*) de la partie sud du glacier des Bossons, j'ai trouvé de jolis petits cristaux violets et transparents d'axinite. Ils ont la même forme que ceux qui viennent d'être étudiés et sont englobés par la prehnite.

Tous les cristaux de cette région, que j'ai pu étudier, n'étant pas sur gangue, il n'est pas possible de savoir s'ils proviennent de druses du granite (*protogine*) ou de celles des schistes modifiés par lui.

b) *Dans les roches basiques ou à leur contact avec des roches sédimentaires.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. C'est sous le bénéfice d'une vérification ultérieure que je cite ici un gisement d'axinite, indiqué par M. Frossard (*B. S. M.* VI. 87. 1883), d'après une observation de M. Vaussenat. L'axinite a été trouvée par ce dernier minéralogiste dans le val de Trébons près Bagnères-de-Bigorre (près du premier pont de la vallée, sur la rive droite de la rivière).

Le minéral constitue des plaquettes, composées de cristaux violacé pâle, peu distincts par suite des conditions de leur formation dans une fissure aux deux parois desquelles ils étaient adhérents.

D'après les indications de M. Frossard, cette axinite aurait été trouvée dans un schiste quartzeux (?) à proximité d'un piton ophitique ; l'échantillon que j'ai eu entre les mains est dépourvu de gangue.

Vosges. — *Vosges*. M. Daubrée a signalé (*C. R.* XVIII. 870. 1844

et *Bull. Soc. géol.* 2e série. I. 409. 1843-44) dans les Vosges l'existence de l'axinite dans des conditions géologiques intéressantes. Ce savant a en effet trouvé ce minéral au Petit-Donon de Rothau dans un calcaire dévonien fossilifère, modifié au contact d'une roche éruptive basique (porphyrite amphibolique ou micacée?)

Ces calcaires formaient des lentilles au milieu de quartzites. Depuis lors, cette observation n'a été citée par aucun auteur.

M. Daubrée m'a indiqué l'existence de son échantillon original à l'École des Mines et j'ai pu m'assurer qu'il est bien constitué par de l'axinite ; les cristaux brun jaunâtre possèdent les formes p (001), m ($1\bar{1}0$), t (110), f^1 (112), i^1 (011) ; l'échantillon présente un gros cristal engagé dans une cavité d'une roche constituée par des aiguilles d'actinote, et par le grenat cité page 234; le tout est cimenté par de la calcite.

Ce gisement d'axinite est fort remarquable : son mode de formation est tout à fait analogue à celui de l'axinite des Pyrénées. Mais il est intéressant de voir le même minéral se former dans des calcaires sous l'influence des roches aussi différentes que celles de ces deux gisements. Il serait à désirer que des recherches nouvelles soient entreprises dans les Vosges pour retrouver ce minéral.

Notons enfin que le Dr Carrière a cité (*Ann. Soc. d'Encour. Vosges.* 1889), sans aucune description, l'axinite dans le gabbro (*euphotide*) d'Odern.

FRIEDÉLITE

$H^7Mn^5Si\ O^{16}Cl$

Rhomboédrique : $pp = 123°42'$ (Bertrand)

$[a : c = 1 : 0{,}5624]$

Formes observées : a^1 (0001), e^2 ($10\bar{1}0$), p ($10\bar{1}1$).

Les deux angles suivants ont été mesurés par M. E. Bertrand.

$pp = 123°42'$ $\qquad$ $pa^1 = 147°$

Faciès des cristaux. Les cristaux forment généralement de petites lames hexagonales, aplaties suivant la base. Les faces prismatiques sont striées parallèlement aux arêtes basiques ; souvent ces faces sont raboteuses et ternes.

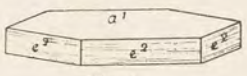


Fig. 1.
Friedélite d'Adervielle.

Clivages. Clivage net suivant la base, donnant facilement des lames minces pour l'examen optique.

Dureté. La dureté est inférieure à 4.

Densité. 3,07 (Bertrand). 3,02 (Lx.).

Coloration. Rouge brun, rouge carmin, rouge rosé. Les cristaux que j'ai étudiés, grâce à l'obligeance de M. Gourdon, sont beaucoup plus colorés à la périphérie qu'au centre. Poussière blanc rose.

Éclat vitreux faible, éclat résineux dans la cassure.

Propriétés optiques. La biréfringence est énergique ; à un axe négatif.

Pléochroïsme. J'ai observé un pléochroïsme très énergique sur un petit cristal taillé parallèlement à une face e^2. Sous une épaisseur d'environ $0^{mm}05$ on observe :

$\mathbf{n}_{g\omega}$ = brun rouge foncé
$\mathbf{n}_{p\varepsilon}$ = jaune très pâle

Composition chimique. Une première analyse est due à M. E. Bertrand (*C. R.* 6 mai 1875) (*a*) ; c'est M. Gorgeu qui a fixé définitivement la composition chimique du minéral (*B. S. M.* VII. 3. 1884) (*b*). Voir aussi : Friedel (*B. S. M.* VII. 71).

	a	*b*
SiO^2	36,12	34,45
MnO	53,05	48,25
MgO	2,96	1,20
CaO		0,40
Mn	»	2,60
Cl	»	3,40
H^2O	7,87	9,60
	100,00	99,90

Le minéral est très voisin de la *pyrosmalite*.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, la friedélite fond facilement

en un verre noir. Le minéral ne commence à perdre son eau qu'au rouge sombre, en prenant une teinte de plus en plus foncée (Gorgeu, *B. S. M.* VII. 60. 1884) ; il est attaqué avec gelée par les acides bouillants et étendus.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* La friedélite a été décrite par M. E. Bertrand (*C. R.* XLII. 1167. 1876) et dédiée à M. Friedel. Les premiers échantillons trouvés formaient des masses compactes ou clivables, accompagnant la rhodonite et la diallogite dans les mines de manganèse de la montagne d'Azet, qui sépare la vallée de la Neste de Louron, de celle de la Neste d'Aure, entre les villages d'Azet et d'Adervielle (Hautes-Pyrénées). Peu après, le même savant en découvrit (*notice séparée.* Paris. Juillet 1876) des cristaux nets, engagés dans des géodes de diallogite et accompagnés d'alabandine. Ce sont des échantillons de ce genre que j'ai eu l'occasion d'étudier (fig. 1), grâce à l'obligeance de MM. Gourdon et Goguel.

Ils ont été recueillis par M. Gourdon dans les travaux de recherches près des Granges de Nabias, au-dessus et à l'est du village de Genost.

Les cristaux nets de friedélite constituent dans ce gisement une très grande rareté. Ce minéral y forme le plus souvent des masses cristallines, d'un rouge carmin, lilas, ou violacé. La friedélite se trouve sous cette dernière forme dans le quartier de montagne de Tramont (commune de Loudervielle) et à la mine de Germ (vallée de Louron) ; M. Gourdon me l'a en outre signalée en très petite quantité à la mine de Jurvielle, à l'ouest de Luchon (*Haute-Garonne*).

Le minéral autrefois exploité dans les mines de cette région était de la *pyrolusite*, résultant de la décomposition de diallogite et de rhodonite.

M. Beaugey, qui a étudié ces gisements au point de vue géologique (*B. S. G.* XVII. 301. 1889), les considère tous comme situés dans le dévonien. La rhodonite, associée au quartz, y forme des couches ou des amas stratifiés, contemporains des schistes encaissants.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR

Paris, 15, rue des Saints-Pères. — Liège, 21, rue de la Régence.

EXTRAIT DU CATALOGUE

Les enclaves des roches volcaniques, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle, 1 volume grand in-8° de 710 pages avec 35 figures dans le texte, 8 planches en couleur (représentant 96 préparations microscopiques) et index géographique.

Cet ouvrage, tiré à petit nombre d'exemplaires et mis en vente à 30 fr. (1893) est sur le point d'être épuisé ..... 40 fr.

Minéralogie de la France et de ses colonies, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. Tome I, grand in-8° de xx-723 pages avec nombreuses figures dans le texte ..... 30 fr.
Tome II, grand in-8° de 804 pages avec nombreuses fig. dans le texte ..... 30 fr.
Tome III, *id.* ..... 30 fr.
Tome IV et dernier ..... 35 fr.

Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 23 figures dans le texte et 3 planches ..... 6 fr. 75

Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact. 1er Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège*, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 3 planches ..... 3 fr. 75
— 2e Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège, de l'Aude, des Pyrénées-Orientales et des Hautes-Pyrénées.* 1 volume grand in-8° avec 16 figures et 3 planches .... 3 fr.

Le gabbro du Pallet et ses modifications, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 1 planche ..... 3 fr. 25

Roches de l'Ariège et de l'Auvergne. — I. Contribution à l'étude des roches métamorphiques et éruptives de l'Ariège (feuille de Foix). — II. Sur les enclaves acides des roches volcaniques de l'Auvergne, par A. Lacroix, 1 brochure grand in-8°, avec 12 figures dans le texte ..... 3 fr.

Les minéraux des roches. 1° Application des méthodes minéralogiques et chimiques à leur étude microscopique, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 2° Données physiques et optiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte et une planche en couleur... 12 fr. 50

Tableaux des minéraux des roches. Résumé de leurs propriétés optiques, cristallographiques et chimiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume in-4, relié ..... 6 fr.

Structures et classification des roches éruptives, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 1 volume grand in-8° ..... 5 fr.

Minéralogie. Manuel pratique de minéralogie, introduction à l'étude scientifique des minéraux. *Propriétés essentielles des minéraux. Description des espèces minérales les plus importantes*, par H. A. Miers, professeur de minéralogie à l'Université d'Oxford, traduit de l'anglais, par O. Chemin, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite, 1 volume in-8°, avec 716 figures dans le texte et 2 planches en couleur hors texte. Relié ..... 20 fr.

Cristallographie. *Déformation homogène. Groupements cristallins. Symétrie apparente. Polymorphisme. Isomorphisme*, par F. Wallerant, Membre de l'Institut, Professeur de minéralogie à la Sorbonne, 1 volume in-8° avec 230 figures. Relié .... 18 fr.

Pétrographie. Etudes de pétrographie. Introduction à l'étude microscopique des roches, par A. Harker, professeur de géologie à l'Université de Cambridge, traduit par O. Chemin. 1 volume in-8° contenant 75 figures dans le texte. Relié. .. 12 fr. 50

Carte géologique de la France au $\frac{1}{80000}$, publiée par le Ministère des Travaux publics. (*Demander le catalogue des cartes parues.*)

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

A. LACROIX
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME PREMIER
(2e PARTIE)

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE

1895
Tous droits réservés

AVIS AU LECTEUR

Des circonstances indépendantes de la volonté de l'auteur ont retardé la publication du présent fascicule.

Les documents recueillis depuis 1893 ayant pris des proportions très considérables, la fin des Silicates n'a pu être contenue dans le premier volume. *Elle formera la première partie du tome II, actuellement à l'impression* : ce fascicule paraîtra incessamment.

GROUPE DES MICAS

Le groupe des micas est constitué par un grand nombre de types, qui peuvent être classés de la façon suivante :

Micas magnésiens	a) peu ou pas ferrifères		*Phlogopite.*
	b) riches en fer	potassiques	*Biotite.*
		potassiques et lithiques	*Zinnwaldite.*
Micas peu ou pas magnésiens		lithiques	*Lépidolite.*
		potassiques	*Muscovite.*
		sodiques	*Paragonite.*

Composition chimique. — Au point de vue chimique, les micas sont des silicates (pour la plupart, des orthosilicates) d'aluminium, avec potassium, hydrogène. Ceux de la première série établie plus haut renferment, en outre, et en grande quantité, du magnésium et du fer à l'état d'oxyde ferreux, qui, au contraire, ne se trouve qu'en très faible proportion dans les micas du second groupe. Le potassium est parfois en partie remplacé par du lithium (*zinnwaldite*, *lépidolite*), par du sodium (*paragonite*), par des traces de cæsium et de rubidium (*lépidolite*). Une petite quantité de l'Al^2O^3 peut être remplacée par du Fe^2O^3 ou du Cr^2O^3 ; enfin, quelques micas contiennent une faible proportion de baryum ou de manganèse. Le fluor est souvent abondant, le titane est parfois présent.

La constitution rationnelle des micas est des plus complexes et ne peut être représentée par aucune formule générale. Elle a fait l'objet de nombreux travaux de M. Tschermak (*Ber. Akad. Wien.* LXXVIII. 5 1878), de M. Rammelsberg (*Mineral. Chem.* 1886 etc.) et de M. Clarke (*Amer. J. of Sc.* XXXVIII. 384. 1889 et XL. 410. 1890), qui ont proposé diverses hypothèses pour l'expliquer. Je renvoie à leurs mémoires pour les détails concernant cette question : on les trouvera résumés dans le *Syst. of Mineralogy* de M. Dana (1893). Je rappellerai seulement que M. Tschermak considère les micas comme des mélanges isomorphes des molécules fondamentales suivantes :

$K = H^2\,K\,Al^3\,Si^3\,O^{12}$, $M = Mg^6\,Si^3\,O^{12}$, $S = H^4\,S_i^5\,O^{12}$,

muscovite

dans lesquelles H, K, Na et Li, d'une part, Mg, Fe, Mn, d'une autre, et enfin Al''', Fe''' et Cr''' peuvent se remplacer.

Les formules données plus loin pour chaque mica sont celles qui ont été adoptées par M. Tschermak.

Au point de vue des caractères physiques, les micas constituent une famille très homogène.

Propriétés cristallographiques. — Les micas sont monocliniques, mais possèdent une symétrie pseudorhomboédrique ou pseudorhombique. Dans tous, l'angle ph^1 est très voisin de 90°. Les angles plans de la base sont de 60° et de 120°. Les valeurs des paramètres sont presque les mêmes, les faces dominantes généralement les mêmes, dans les divers micas. La propriété caractéristique de ces minéraux consiste dans une structure spéciale (*structure micacée*) due à l'existence d'un clivage très facile suivant la base, clivage permettant d'obtenir des lames extrêmement minces, flexibles et plus ou moins élastiques. Cette élasticité disparaît dans les micas altérés.

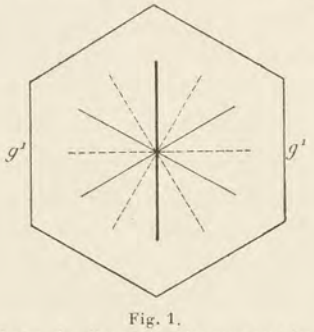


Fig. 1.
Lame de clivage de mica montrant les étoilements dus aux *figures de choc* (traits pleins, dont le plus marqué est parallèle à g^1 (010)) et aux *figures de pression* (traits en pointillé).

Lorsqu'on frappe une lame de mica avec une pointe mousse, on y détermine un système de fentes, respectivement parallèles à g^1 (010) [fente la plus distincte] et à la trace de m (110) : ces fentes font, par suite, entre elles des angles de 60° et de 120°. L'étoilement à six branches qui en résulte (fig. 1, traits pleins) est désigné sous le nom de *figure de choc*. Cette propriété des micas est précieuse, car elle permet d'orienter une lame de clivage dépourvue de contours géométriques, et on verra plus loin que la position du plan des axes optiques par rapport à g^1 (010) n'est pas la même dans tous les micas. Les fentes de choc sont dues à la production de plans de séparation parallèles à g^1 (010) et à des protopyramides ($b^{1/x}$, $d^{1/x}$) de caractéristiques variables, mais dont naturellement la trace sur p est toujours la même.

Quand, au lieu de frapper la lame, on la presse seulement avec la pointe mousse, on détermine la production d'un nouvel étoilement

(*figure de pression*), dont les branches sont respectivement perpendiculaires aux traces de m (110) et de g^1 (010) (fig. 1, lignes en pointillé). Elles correspondent à des plans de séparation (plans de glissement) parallèles à $a^{5/2}$ $(\bar{2}05)$[1] et à la pyramide $\zeta = (d^{1/2}\, b^{1/4}\, g^{1/5})$ (135).

Les solides formés par les clivages p (001) et les plans de séparation $a^{5/2}$ et ζ ont un aspect rhomboédrique (fig. 9), car $pa^{5/2}$ et $p\zeta$ = sensiblement 114°.

Ces divers plans de glissement s'observent fréquemment dans les échantillons de mica et ils déterminent, sur leurs lames de clivage, des stries qui seront étudiées plus loin (voir à *muscovite*, page 335, fig. 2 et 3).

Macles. Tous les micas présentent fréquemment des macles suivant m (110), qui peuvent se produire (Tschermak. *Sitzungsb. Akad. Wien.* LXXVI. 97. 1877) :

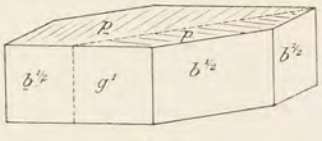


Fig. 2.
Figure théorique de la macle des micas produite par *accolement*.

1° par *accolement* suivant cette face (fig. 2, d'après M. Tschermak) ;

2° par *superposition*, parallèlement à p (001). Les figures 3 et 4, empruntées au mémoire précité de M. Tschermak, font voir les divers aspects de ces macles.

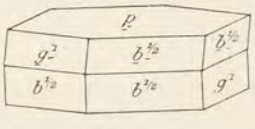


Fig. 3.

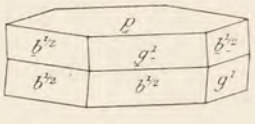


Fig. 4.
Figures théoriques de la macle des micas produite par *superposition* parallèlement à p (001).

Elles sont loin, du reste, d'avoir toujours cette régularité théorique ; la ligne de jonction des individus maclés est généralement irrégulière et l'on trouve fréquemment un très grand nombre d'individus empilés suivant p ou enchevêtrés, les deux modes qui viennent d'être indiqués pouvant être réalisés dans un même groupement.

Propriétés optiques. — Dans tous les micas, la bissectrice aiguë *négative* est peu inclinée sur la normale à p (001), de telle sorte que les lames de clivage basique permettent d'observer en lumière convergente les images caractéristiques des minéraux taillés perpendiculairement à

1. Et plus rarement (biotite) o^4 (104) et a^4 $(\bar{1}04)$. pa^4 et po^4 = environ 125°.

une bissectrice. Le plan des axes optiques est, suivant les types, parallèle (fig. 5) ou perpendiculaire à g^1 (010) (fig. 6).

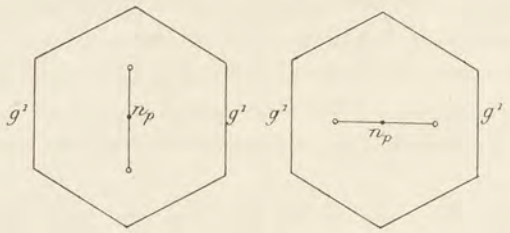


Fig. 5. Fig. 6.

Position du plan des axes optiques dans les micas, *parallèle* à g^1 (010) dans les *biotites* et la *zinnwaldite*, perpendiculaire à g^1 dans les *micas blancs* et dans l'*anomite*.

Les figures de choc permettent de déterminer la position du plan des axes optiques par rapport à g^1 (010) en l'absence de formes géométriques.

Les biotites et les phlogopites sont souvent presque uniaxes. L'écartement des micas blancs est généralement plus grand que celui des biotites, bien qu'il y ait des muscovites à axes rapprochés (damourite) et des biotites (anomite) à axes écartés. Le tableau suivant donne, d'après M. Tschermak, la position du plan des axes, la dispersion et l'influence de la teneur en fer sur l'augmentation $(+f)$ ou la diminution $(-f)$ de l'écartement des axes optiques dans les divers micas.

Plan des axes perpendiculaire à g^1.			Plan des axes parallèle à g^1.		
	Dispersion	Influence de la teneur en fer		Dispersion	Influence de la teneur en fer
anomite	$\rho > v$	$-f$	*biotite*	$\rho < v$	$+f$
lépidolite	$\rho > v$		*phlogopite*	$\rho < v$	$+f$
muscovite	$\rho > v$	$-f$			
paragonite	$\rho > v$		*zinnwaldite*	$\rho < v$	$-f$

On voit par ce tableau que l'anomite fait exception parmi les micas ferromagnésiens au point de vue de la position du plan des axes optiques, de la dispersion, etc.

La biréfringence des micas est toujours très élevée, variant de 0,04 à 0,05. Ce caractère est différentiel des chlorites et des clintonites, qui possèdent une biréfringence plus faible. C'est lui qui m'a conduit à rattacher la vermiculite à la biotite et la margarite aux clintonites.

Les micas riches en alcalis sont de couleur claire et le plus souvent blancs (*muscovite*, *paragonite*), jaunes (*muscovite*) ou rosés (*lépidolite*), rarement d'un vert émeraude (*fuchsite*). La *zinnwaldite* est d'un blanc plus

ou moins gris. Quelques variétés de *phlogopite* sont absolument incolores, mais le plus souvent ce minéral est jaune d'or. Quant aux micas ferro-magnésiens (*biotites*), leur couleur est plus ou moins foncée (jaune, brune, verte, noire, etc.), son intensité étant en rapport avec la teneur en fer.

Les micas colorés sont tous très pléochroïques, le maximum de l'absorption ayant toujours lieu suivant n .

Essais pyrognostiques. — Le tableau suivant donne les caractères pyrognostiques des divers micas, qui, combinés aux données fournies plus haut, permettent aisément d'établir le diagnostic différentiel de chacun d'eux[1].

	Biotite	*Zinnwaldite*	*Lépidolite*	*Muscovite*	*Paragonite*
Dans le tube.	Donne de l'eau et quelquefois du fluor.	Donne de l'eau et du fluor.	Donne de l'eau et du fluor.	Donne de l'eau et quelquefois du fluor.	Donne peu d'eau.
Au chalumeau.	Blanchit et fond sur les bords en un verre noir d'autant plus foncé que la couleur (teneur en fer) est plus intense[2].	Très facilement fusible en verre faiblement magnétique et en colorant la flamme en rouge pourpre (Li).	Facilement fusible avec gonflement en verre gris ou blanc en colorant la flamme en rouge pourpre (Li).	Devient blanc opaque à éclat nacré et fond seulement sur les bords minces en verre blanc, gris ou jaune.	Peu fusible. Quelques variétés (pregrattite) s'exfolient comme les vermiculites et deviennent blanc de lait sur les bords.
Avec les flux.	Réaction du fer nette.	Réaction du fer.	Quelquefois réaction du fer ou du manganèse.	Réaction du fer, parfois du manganèse, du chrome (fuchsite) faible.	

1. Les réactions indiquées ici peuvent être obtenues sans le secours du chalumeau, en plaçant la lame de clivage dans la partie extérieure d'un bec Bunsen. Je me sers, pour cela, d'un très petit bec coudé (bec Berthelot), dans la flamme duquel, seule, la paragonite ne fond pas ; pour obtenir sa fusion, il faut employer le chalumeau.

2. Certaines biotites altérées (vermiculites) à partir de 500 à 600° s'exfolient en se tordant, gonflent et occupent alors un volume considérable. Quand l'essai est fait dans un tube étroit, l'expansion des lames est suffisamment violente pour mettre celui-ci en pièces.

	Biotite	*Zinnwaldite*	*Lépidolite*	*Muscovite*	*Paragonite*
Action des acides.	Attaquée par l'acide sulfurique et même par l'acide chlorhydrique, en laissant un squelette siliceux[1].	En poudre fine, complètement attaqué par les acides.	A peine attaquable, mais fait gelée après fusion.	Presque inattaquée par l'acide chlorhydrique et l'ac. sulfurique.	Inattaquable

BIOTITE et *PHLOGOPITE*[2]

Monoclinique. Pseudorhomboédrique.

$b : h = 1000 : 2835{,}64 \quad D = 866{,}025 \quad d = 500{,}00$

angle plan de p 1 = 20°

angle plan de m = 90°

[$a : b : c = 0{,}57735 : 1 : 3{,}27432$ v. Rath]

$zx = 90°$

Formes observées. — p (001) ; g^1 (010) ; a^1 ($\bar{1}01$) ; d^1 (112) ; $d^{1/4}$ (221) ; $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ; $x = (d^{1/2}\, b^{1/4}\, g^{1/2})$ ($\bar{1}32$) et les formes suivantes comme plans de glissement : $a^{5/2}$ ($\bar{2}05$), a^4 ($\bar{1}04$), $\zeta = (d^{1/2}\, b^{1/4}\, g^{1/5})$ (135).

La forme employée ici est celle adoptée par M. des Cloizeaux (*op. cit.*, I. 485), qui toutefois considérait le minéral comme rigoureusement orthorhombique et offrant l'hémiédrie à faces parallèles. Les faces d^1 (111), $d^{1/4}$ (221), etc., correspondent aux faces b^1, $b^{1/4}$ (en avant) de M. des Cloizeaux; les faces $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) à ses faces $b^{1/2}$ (en arrière), etc.

Dans son *Lehrb. d. Mineral.*, M. Tschermak prend $d^{1/4}$ (221) pour [m (110)]. M. Hintze a choisi une autre forme, dans laquelle

d^1	(112) devient	$b^{1/2}$	($\bar{1}11$) (Hintze)
a^1	($\bar{1}01$)	$o^{1/2}$	(201)
$b^{1/2}$	($\bar{1}11$)	$d^{1/4}$	(221), etc.

1. Quand l'attaque n'est poussée que jusqu'à la décoloration, le minéral continue à agir sur la lumière polarisée, mais perd beaucoup de sa biréfringence (Fouqué *B. S. M.* XV. 196. 1892).

2. Je n'ai pas séparé la biotite de la phlogopite, dans l'impossibilité où l'on se trouve de distinguer pratiquement ces minéraux dans quelques-uns de leurs gisements français où ils passent fréquemment de l'un à l'autre : de même l'*anomite* sera étudiée dans ce même paragraphe.

Macles. — Macles suivant la loi énoncée plus haut. Les macles par superposition sont les plus fréquentes; elles sont parfois très répétées donnant un grand nombre de lames hémitropes. Celles-ci, en l'absence de faces nettes, sont seulement visibles dans les lames minces des biotites à deux axes écartés dont les teintes de pléochroïsme sont différentes suivant n_m et n_g.

	Angles calculés		Angles calculés		Angles calculés
mm	120°	pd^1	106°59′	$d^{1/4}\ d^{1/4}$	120°12′
pa^4	125°12′	$pd^{1/4}$	94°62′	$b^{1/2}\ b^{1/2}$	120°45′
$pa^{5/2}$	113°47′	pm	90°	$b^{1/2}\ a^1$	150°23′
pa^1	100°	$pb^{1/2}$ sur m	81°19	$p\ \zeta$	113°47′
ph^1	90°	$d^1\ d^1$ en av.	122°52	$p\ x$	100°

Faciès des cristaux. — Dans les gisements français, les biotites ne possèdent que rarement des formes distinctes ; ils sont toujours extrêmement aplatis suivant p (001), se présentant sous la forme de lamelles le plus souvent hexagonales, plus rarement triangulaires.

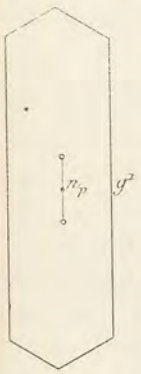


Fig. 7.
Lame de biotite allongée suivant l'arête $p\ g^1$ (001) (010).

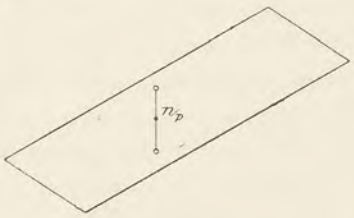


Fig. 8.
Lame de biotite allongée suivant une arête $p\ d^{1/2}$ (001) (111).

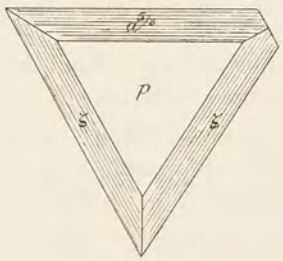


Fig. 9.
Forme pseudorhomboédrique de biotite produite par la coexistence de plans de glissement suivant $a^{5/2}$ ($\bar{2}05$) et ζ (135).

La biotite est fréquemment allongée suivant l'arête de zone pg^1 (001) (010) (fig. 7), quelquefois suivant une arête $pd^{1/2}$ (001) (111) (fig. 8).

Clivages. — Clivage parfait, lamelleux suivant p (001) ; plans de séparation suivant g^1 (010), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) et divers autres hémipyramides de la zone pm (001) (110) [$d^{1/2}$ (111), b^1 ($\bar{1}12$) etc.] correspondant aux figures de choc et suivant $a^{5/2}$ ($\bar{2}05$), a^4 ($\bar{1}04$), ζ (135) correspondant aux figures de pression. La coexistence de $a^{5/2}$ et de ζ donne des formes pseudorhomboédriques (fig. 9, d'après M. Tschermak).

Déformations mécaniques. — Les phénomènes de torsion, de plissement sont fréquents dans les micas de toutes les roches des régions disloquées. Dans les plaques minces de ces roches, les micas se présentent sous la forme de lames extrêmement froissées.

Dureté. — 2,5 à 3. La dureté diminue quand le minéral s'altère.

Densité. — 2,7 à 3,2 ; 2,749 p. blanche du Moun caou, 2,762 p. blonde d'Arignac, 2,789 p. de Pouzac, 2,842 b. de Servance (Delesse), 2,902 anomite du Riveau grand, 2,928 bastonite (Klement), 2,940 anomite de Ramburtet (Fouqué), 2,969 p. verte de Saint-Béat, 3,04 b. de Chanteloube, 3,127 b. de Chamonix (Delesse).

Coloration et éclat. — Noire, verte, brune, jaune brun (biotite), jaune d'or, blanche, incolore (phlogopite), vert émeraude (phlogopite chromifère). La coloration n'est souvent pas identique dans toutes les parties d'un même cristal, parfois plus coloré à la périphérie qu'au centre.

Éclat brillant, plus ou moins nacré, sur le clivage p (001). Éclat vitreux sur les faces verticales.

Transparente ou opaque en lames épaisses, toujours transparente en lames minces. Poussière blanche ou grisâtre.

Inclusions. — La biotite est parfois riche en inclusions de nature diverse : celles-ci sont primaires ou secondaires. Le rutile s'y présente le plus souvent en longues aiguilles, orientées parallèlement ou perpendiculairement aux contours hexagonaux des lames ; leur abondance donne lieu parfois au phénomène de l'astérisme (phlogopite). Suivant les mêmes directions, on voit souvent se développer des produits ferrugineux (magnétite, oligiste, voir fig. 12, p. 332). Les inclusions de zircon, d'apatite, de sphène (entourées d'auréoles pléochroïques), de brookite, d'anatase sont également fréquentes.

Propriétés optiques. — Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010) dans la phlogopite et dans la biotite normale ; il lui est perpendiculaire dans l'anomite. Les deux dispositions coexistent fréquemment dans les micas d'une même roche volcanique (Mont-Dore), sans qu'aucun autre caractère constant puisse permettre de distinguer les uns des autres les échantillons présentant ces deux dispositions.

La bissectrice aiguë est *négative* (n_p) et à peu près normale à p (001). L'angle 2 V est sensiblement nul dans la plupart des biotites des

granites, des gneiss, des roches grenues basiques de contact des granites et des lherzolites, de beaucoup d'andésites et de trachytes, etc., dans les phlogopites des cipolins et des calcaires modifiés au contact des roches éruptives.

Cet écartement d'axes peut cependant être notable et atteindre 45° (2 V).

Les écartements d'axes suivants ont été mesurés (2 E) :

	Na	Lumière blanche	
Phlogopite des cipolins de St-Philippe, de l'Ariège.	0° à 30°	»	
Bastonite des filons de quartz de Bastogne.	»	10°45′ à 12°54′	Klement
Biotite des pegmatites de Montmort.	20°	»	
Biotite verte des serpentines de Saint-Préjet.	25°	»	
Biotite des trachyandésites du Puy Ferrand, de la vallée de Latour (P.-de-D.)	»	30°	Fq.
Biotite de l'andésite de Peyre Arse, de Chastel près Murat (Cantal), des trachyandésites du sommet du Sancy, de Lusclade.	»	35°	Fq.
Vermiculite des serpentines de l'Autunois.	35°	»	
Biotite de couleur claire des enclaves des trachytes du Mont-Dore.	20° à 50°	»	
Biotite (anomite) des trachytes du Mont-Dore	»	68°	Fq.

L'indice moyen (n_g) de la phlogopite de Templeton (Canada) est 1,606 (Na).

La biréfringence des biotites est élevée surtout dans les variétés très ferrifères.

$$\mathbf{n_g - n_p} = 0{,}045 \text{ à } 0{,}06 ;$$
$$= 0{,}06 \text{ (biotite de Pranal) (M. L.).}$$

Pléochroïsme. — Le pléochroïsme de la biotite est intense dans toutes les variétés colorées. Le minimum d'absorption a toujours lieu suivant n_p. Dans beaucoup de micas, les teintes de pléochroïsme sont les mêmes suivant n_g et n_m ; dans les biotites (anomites, etc.) à axes écartés, elles sont, au contraire, très distinctes.

Dans les micas des gisements français, j'ai observé les teintes suivantes dans des plaques de 0^{mm} 02 environ d'épaisseur.

	n_g	n_m	n_p
Biotite : granites, gneiss.	brun rouge.		jaune clair.
syénites néphéliniques de Pouzac.	vert d'herbe et noir.		jaune pâle.
diorites de Segré.	noir.		jaune foncé
porphyrites micacées.	jaune brun plus ou moins foncé.		jaune pâle.
domites du Puy Chopine.	brun noir souvent opaque.		jaune clair.
trachytes du Mont-Dore et cavités des roches volcaniques (anomite).	jaune d'or.	brun rouge clair.	incolore.
enclaves homœogènes des trachytes du Mont-Dore.	brun rouge.	brun clair.	jaune clair.
Phlogopite : calcaires métamorphiques des Pyrénées et des Vosges.	jaune brunâtre		incolore.

La biotite est de tous les minéraux des roches celui qui renferme le plus souvent des *auréoles pléochroïques* autour des inclusions de zircon (fig. 10), parfois d'apatite, de sphène, d'allanite. L'auréole consiste en une sorte d'atmosphère arrondie entourant l'inclusion ; les directions de pléochroïsme sont celles du mica, mais le pléochroïsme y est renforcé. Dans la biotite, il y a opacité souvent complète suivant n_g et n_m. Les auréoles pléochroïques ne disparaissent que sous l'action d'une chaleur élevée, mais inférieure à la décomposition du minéral. A cet égard, il y a lieu de faire remarquer que des auréoles pléochroïques ne s'observent pas dans la biotite des roches volcaniques du Plateau Central de la France, pas plus que dans celle de leurs enclaves énallogènes, alors même que ces auréoles existent normalement dans le mica de ces dernières roches en place. Il faut mettre la disparition des auréoles des micas de ces enclaves sur le compte des phénomènes calorifiques subis par celles-ci pendant leur englobement dans le magma volcanique. M. Michel Lévy a fait voir (*C.R.* IX. 873. 1889 et 1894) que la biréfringence et la réfringence du mica augmentent dans les auréoles pléochroïques.

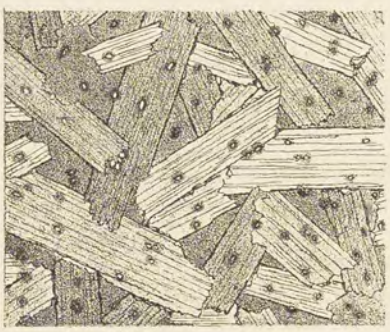


Fig. 10
Lame mince de la roche de biotite de Lativelet (Saône-et-Loire) montrant de nombreuses auréoles pléochroïques autour des inclusions de zircon et d'apatite.

Groupements réguliers de biotite et d'autres minéraux. — Biotite et muscovite. — La biotite accompagne fréquemment la muscovite. Souvent les deux minéraux s'empilent d'une façon quelconque, mais, souvent aussi, ils s'associent d'une façon régulière, la muscovite englobant la biotite; ce fait s'observe surtout dans les granulites et les pegmatites à deux micas. Il n'est pas rare alors de constater que les deux minéraux qui possèdent la même orientation ont des formes différentes, la muscovite se présentant par exemple sous forme de lames losangiques alors que la biotite est allongée suivant une arête pg^1 (001)(010) (fig. 11), $p\zeta$ ou pd.

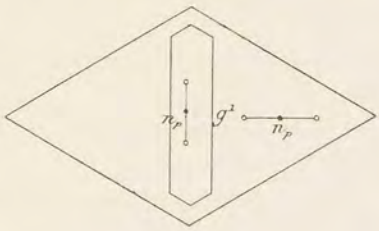


Fig. 11

Lamelle de biotite allongée suivant pg^1 (001) (010. incluse dans une lame losangique de muscovite)

Biotite et chlorite. — La biotite s'associe parfois avec la chlorite (pennine, clinochlore) de la même façon qu'avec la muscovite; il ne s'agit pas ici, bien entendu, des chlorites formées par épigénie de la biotite.

Biotite, amphibole ou pyroxène. — La biotite s'associe fréquemment aux amphiboles et aussi aux pyroxènes. Sa face p (001) s'accole sur leurs clivages, soit que sa production soit contemporaine de celle de ces minéraux, soit qu'elle ait lieu à leurs dépens.

Biotite, oligiste et magnétite. — Voir page 326 les groupements réguliers de ces divers minéraux dans les sanidinites du Cantal.

Composition chimique. — Beaucoup de biotites ont la formule d'un orthosilicate; d'après M. Tschermak, elle serait intermédiaiaire entre

$$(H.K)^2\,(Mg.Fe)^2\,Al^2\,Si^3\,O^{12}\ \text{(véritable biotite)}$$
$$\text{et}\quad (HK)^2\,(Mg\,Fe)^4\,(Al.Fe)^2\,Si^4\,O^{16}.$$

Dans la variété plus ferrifère, la lépidomélane, une grande partie de l'alumine est remplacée par du sesquioxyde de fer.

Les phlogopites renfermeraient les molécules

$$K^3\,Al^3\,Si^3\,O^{12},\quad Mg^6\,Si^3\,O^{12}\quad \text{et}\quad H^4\,Si^5\,O^{12}\quad (\text{ou}\ Si^5\,F^{12}\,O^4)$$

dans le rapport 3 : 4 : 1. La proportion de fer remplaçant le magnésium est très variable et peut même être nulle.

Analyses : *a*) de la phlogopite de Saint-Philippe par Delesse (*B.S.G* IX. 121. 1851) ;

b) de la biotite de l'obsidienne de Ramburtet par M. Fouqué (*B.S.M.* XVII. 522. 1894) ;

c) de la biotite de la minette de Servance par Delesse (*A.M.* X. 521. 1856) ;

d) de la biotite de la minette de Weiler par M. Linck (*Z. K.* XI. 65. 1886) ;

e) de la biotite (*bastonite*) de Libramont par M. Klement (*Tscherm. Mitth* ; 21. 1886) ;

f) de la biotite de la protogine de Chamonix par Delesse (*A.P.C.* VIII. XXV. 114. 1849).

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
SiO^2.....	37,54	43,4	41,20	36,61	36,91	41,22
Al^2O	19,80	20,4	12,37	15,26	20,04	13,92
Fe^2O	»	9,1	6,03	5,11	20,01	21,31
Mn^2O^3....	»	»	1,67	»	»	»
MgO	30,32	17,1	19,03	16,81	7,96	4,70
FeO.....	1,61	»	3,48	8,32	3,73	5,03
MnO.....	»	»	»	»	»	1,09
CaO.. ...	0,70	1,7	1,63	2,71	0,95	2,58
K^2O.....	7,17	8,6	7,94	7,00	3,07	6,05
Na^2O.....	1,00	0,2	1,28	0,20	0,22	1,40
Li^2O.....	»	»	0,22	TiO^2 3,16	»	»
H^2O	1,51	»	2,90	4,95	6,98	0,90
F.....	0,22	»	1,06	0,20	»	1,58
	99,97	100,5	98,81	100,13	100,34	99,78
Densité	»	2,948	2,842	»	2,928	3,127

Essais pyrognostiques. — Voir page 309. M. Fouqué, en attaquant par l'acide chlorhydrique bouillant la biotite (anomite) du Mont-Dore (*B.S.M.* XV. 196. 1892), a constaté que le minéral se décolore peu à peu sans perdre son action sur la lumière polarisée. Toutefois sa biréfringence diminue graduellement, pour tomber à 0,003 quand le minéral est devenu complètement incolore et uniaxe après une attaque prolongée. Cette observation est fort intéressante en montrant comment peuvent se produire quelques-uns des phénomènes d'altération naturels dont il va être question.

Altérations. — Altérations atmosphériques. — La biotite s'altère facilement sous l'action des agents atmosphériques. Le premier

stade consiste dans la transformation de la couleur, qui de brune devient verte. Le minéral perd en même temps son élasticité, prend un éclat gras; il se transforme ensuite peu à peu en chlorite (surtout pennine), souvent accompagnée ou remplacée par de l'épidote, de la calcite, de la magnétite, du quartz, etc. Les micas chloritisés renferment souvent, en outre, des inclusions microscopiques (d'origine secondaire) de rutile, de brookite, d'anatase. (Voir à ces espèces, t. II).

Le nom de *vermiculite* a été donné à des produits d'altération de la biotite, ayant encore conservé la haute biréfringence de ce minéral, tout en ayant perdu la presque totalité des alcalis et fixé de l'eau. Ces minéraux n'ont plus l'élasticité des micas : leurs lames sont molles, tendres, d'un jaune ou d'un brun à éclat bronzé. A 100° ils perdent de l'eau; chauffés dans le tube, ils s'exfolient, augmentent considérablement de volume en prenant des formes vermiculées : c'est de cette particularité qu'a été tiré leur nom. Leur composition est trop variable pour qu'il me paraisse possible d'en faire des espèces distinctes. Leur haute biréfringence les éloigne nettement des chlorites.

Altérations dues à la chaleur ou à l'action des magmas volcaniques. — L'étude *microscopique* montre que la biotite des roches volcaniques présente souvent d'intéressants phénomènes de résorption tout à fait analogues à ceux de la hornblende. Sans perdre sa forme, elle s'entoure d'une zone opaque de magnétite continue ou constituée par de petits octaèdres accolés les uns aux autres. Ils peuvent faire disparaître complètement le mica ou se développer localement au milieu de lui. De l'augite vient souvent aussi accompagner la magnétite et il n'est pas rare de voir se reformer de la biotite à la place de l'ancien cristal.

Les mêmes phénomènes se produisent aux dépens de la biotite des enclaves homœogènes du basalte de Montaudou. L'augite néogène accompagne des produits ferrugineux formés au milieu du mica corrodé; elle constitue des squelettes de grands cristaux par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre de petites baguettes allongées suivant l'axe vertical.

Dans les enclaves énallogènes des roches volcaniques, la biotite subit de nombreuses modifications. Sous l'action de la chaleur seule (bombes des tufs basaltiques), elle prend une couleur rouge foncé (rubellane), avec un éclat cuivré. Elle devient ensuite opaque par pro-

duction d'hématite ; plus tard, elle fond, donnant naissance à des spinellides (magnétite, spinelles verts ou jaunes), à de l'hypersthène, rarement à de la sillimanite et parfois à des recristallisations de biotite. Ce dernier stade d'altération ne peut être étudié qu'au microscope. (Pour plus de détails, voir *Les encl. des roches volc.*, 1893).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La biotite et la phlogopite sont très abondantes. Je les considérerai successivement :

1° Dans les roches éruptives (biotite) ;

2° Dans les roches métamorphisées au contact des roches éruptives (biotite et phlogopite) ;

3° Dans les schistes cristallins (biotite et phlogopite) ;

4° Dans les roches détritiques provenant de la décomposition des roches précédentes.

Je ne citerai que ceux des gisements qui présentent quelque particularité intéressante. On pourrait allonger cette liste à l'infini, si l'on voulait citer tous les gisements français de biotite.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les granites, granulites et pegmatites.*

La biotite plus ou moins ferrugineuse est un élément constitutif du *granite* ; elle se rencontre dans les *granulites* (granulite à deux micas) et enfin dans beaucoup de *pegmatites*.

Dans les granites et les granulites, elle forme des paillettes hexagonales à contours géométriques nets, qui, sauf de rares exceptions, sont de petite taille. La biotite est un des éléments anciens de ces roches ; elle renferme le zircon, l'apatite, la magnétite à l'état d'inclusions. Elle y est souvent altérée, prend alors une teinte verte et un éclat gras qui autrefois l'ont fait confondre avec le talc (notamment dans la protogine du massif du mont Blanc).

Les granites renferment en abondance des nodules de grosseur variable constituant, soit des enclaves homœogènes, soit des enclaves énallogènes, qui sont en général extrêmement riches en biotite accompagnée de hornblende, de feldspaths tricliniques basiques et de quartz.

Dans les pegmatites, c'est en grandes lames que se présente la biotite, avec une tendance à s'allonger suivant une arête pg^4 ou $p\,d$.

Les plans de séparation y sont très fréquents. Tantôt cette biotite est seule, tantôt elle est intimement associée à la muscovite.

La biotite des granites et des granulites est très ferrugineuse (biotite ou lépidomélane); sa couleur est noire ou d'un brun foncé, en lames minces. Ses axes optiques sont presque réunis. Dans celle des pegmatites, la dislocation de la croix noire est souvent très notable.

Parmi les innombrables gisements français de biotite de roches granitiques, je me contenterai de citer ceux qui, à ma connaissance, se recommandent par leur richesse ou qui présentent quelque particularité spéciale.

Normandie. — *Calvados*. — Les pegmatites de la carrière de Bellière, près Vire, renferment de belles lames de biotite.

Orne. — Les granulites et pegmatites à muscovite du Pont-Percé, près Condé-sur-Sarthe, aux environs d'Alençon, sont à signaler pour la netteté des lamelles de biotite qui s'y rencontrent parfois associées à la muscovite.

Bretagne. — *Finistère*. — On trouve la biotite en grandes lames associées à la muscovite dans la pegmatite de Keranbleis en Plomelin, de Kerhat en Pluguffan ; dans ce dernier gisement, la muscovite forme des lames losangiques, tandis que la biotite qu'elle englobe est allongée suivant l'arête $p\ g^1$ (001) (010) (fig. 11).

La biotite forme de grandes lames plissées et gondolées, constituant parfois des blocs de plusieurs décimètres de longueur dans les pegmatites à l'est de Plouguin ; par altération, ce mica prend l'aspect de la vermiculite. Les mêmes minéraux abondent dans les pegmatites de Kerobistin en Combrit, etc.

Morbihan. — Les pegmatites et granulites du Morbihan renferment souvent de grandes lames de biotite. A signaler à ce point de vue, près de Vannes, la butte de Kerino, Kertanguy, Kerhelio, la pointe entre Kervoyer et Roguédas (petites lames très allongées titanifères), la baie de Salins dans le golfe du Morbihan (avec rutile) (de Limur, *op. cit.*, 81) Hervezenec en Lignol (grandes lames allongées suivant l'arête pg^1 (001) (010) et prenant par altération l'aspect de la vermiculite).

Loire-Inférieure. — La biotite se rencontre en grands cristaux hexagonaux de 5^{cm} sur 7^{mm} à aspect de vermiculite allongées suivant pg^1 dans un filon de granulite traversant les gneiss au Champ-Neuf, à 4 kilomètres de Frossay. M. Baret a signalé ce minéral associé

à la muscovite dans les pegmatites et granulites de Saint-Clair et à Grillaud, près Nantes, à Batz, au Pouliguen, etc. Elles atteignent 7 ou 8^{cm} de longueur sur quelques millimètres de largeur ; les lames sont alors allongées suivant l'arête $p\ g^1$ (001) (010) et s'entrecroisent souvent sous des angles de 60° et 120°. Je dois à M. L. Bureau la communication d'un échantillon de quartz à grandes lames de biotite altérée recueilli près de l'église Saint-Clair, à Chantenay-sur-Loire.

Pyrénées. — La biotite se trouve dans quelques pegmatites pyrénéennes ; je citerai les gisements suivants, comme particulièrement intéressants à ce point de vue :

Haute-Garonne. — M. Gourdon m'a signalé de grandes lames de biotite dans la pegmatite de Castel-Vieil, ainsi qu'à Beauregard (avec muscovite palmée) près Bagnères-de-Luchon.

Ariège. — Au sud-ouest d'Ax, entre les ravins de Gnoles et de Paraou (près de Bédeilla), des masses importantes de picrite à hornblende sont traversées par des pegmatites qui, par endomorphisme, se chargent de lames de biotite atteignant plusieurs centimètres de plus grande dimension. Dans le massif du pic Saint-Barthélemy, au pic de Soularac, j'ai également recueilli de très grandes lames du même minéral dans les pegmatites, ainsi que dans celles de la haute vallée d'Auzat, du massif du pic des Trois-Seigneurs, etc.

Pyrénées-Orientales. — Elle abonde dans les pegmatites à muscovite de Saint-Martin de Fenouillet, etc.

Plateau Central. — *Lozère*. — La granulite de l'ancien bocard de Bluech en Saint-André-de-Lancize renferme de nombreuses lames de biotite verdie par les actions secondaires et associée à de la pyrite. Elles sont allongées suivant $p\ g^1$ (001) (010) et généralement groupées de façon à constituer des étoiles dont les branches se coupent sous des angles de 60° et de 120° (M. Fabre).

Cantal. — Les filons de pegmatite qui traversent les gneiss amphiboliques de Molompize renferment, associées à divers feldspaths tricliniques qui seront étudiés plus loin, de grandes lames de biotite souvent altérées et présentant alors l'apparence de la vermiculite.

Corrèze. — De larges lames de biotite ayant 15^{cm} de diamètre ont été trouvées dans les pegmatites de Sainte-Féréole, près Brive.

Haute-Vienne. — La biotite est très abondante dans les pegmatites des environs de Chanteloube, des Hureaux en Saint-Silvestre et no-

tamment à la carrière de la Vilate (voir à *orthose*), où elle constitue, au milieu des pegmatites, soit seule, soit associée à de la muscovite, d'énormes masses dont les lames micacées dépassent 10^{cm} de plus grande dimension. Elles sont souvent imprégnées d'oligiste secondaire et deviennent alors d'un rouge de rouille plus ou moins foncé (rubellane). C'est aussi à la biotite qu'il y a lieu de rapporter la soi-disant astrophyllite du Limousin.

Dans les carrières de granite à pavé de l'Ozete près Limoges, M. Michel Lévy a observé, au contact immédiat des micaschistes et du granite, une pegmatite granitique à grands éléments, riche en larges lames de biotite, qui présentent la particularité d'être remplies de larmes de quartz ayant la forme du quartz de corrosion et produisant ainsi une sorte de pegmatite graphique.

Puy-de-Dôme. — La biotite en grandes lames accompagne la muscovite dans beaucoup de pegmatites du Puy-de-Dôme, et, en particulier, dans celles des environs d'Ambert et d'Arlanc, de Berzet, des environs de Saint-Amand Tallende, etc.

Rhône. — La biotite en lames hexagonales allongées se rencontre dans beaucoup de pegmatites du Lyonnais.

Fournet a décrit en 1836 sous le nom de *vaugnérite* une roche très micacée découverte près de Vaugneray et retrouvée par M. Gonnard (*C. R.* XCVII. 1135. 1883) à la carrière du Diable, à Irigny. Nous avons montré, M. Michel Lévy et moi (*B. S. M.* X. 28. 1887), que cette roche, qui constitue, près de Vaugneray et de Messimy (ancien moulin des Pinets), un large dyke au milieu des gneiss, n'est qu'un granite amphibolique très riche en biotite. Celle-ci forme de larges lames atteignant parfois plusieurs centimètres de longueur sur 4 ou 5^{mm} de large.

A Irigny, les lames de mica, dont l'allongement suivant pg^1 (001) (010) est très net, peuvent être détachées de la roche, qui est très altérée ; celle-ci forme un filon dans la granulite, d'après M. Gonnard. Ces diverses roches sont très riches en apatite.

Morvan. — *Saône-et-Loire.* — La biotite est assez abondante dans les pegmatites à muscovite de l'Autunois (vallée de Marmagne, etc.).

M. Berthier m'a communiqué des échantillons de biotite qu'il a recueillis à Montortu en Montmort ; ils proviennent de masses atteignant 10 kgr., associées à des lits de quartz. Cette biotite est en voie

d'altération ; elle possède les propriétés de la vermiculite. Les pegmatites de la Tagnière renferment de la biotite en lames allongées suivant $pd^{1/2}$ [avec plans de glissement suivant ζ (135)] et croisées suivant des angles de 60° et 120°.

M. Michel Lévy a étudié un accident intéressant de la granulite de cette région (*B. S. M.* V. 133. 1882). Sur la route de Mesvre à Autun, un peu au-dessus du hameau de Lativelet et à 100 mètres au-dessus de Champ-Rond, la masse de granulite et de pegmatite formant les montagnes de Montjeu est percée par des veines d'une roche noire essentiellement constituée par des lames de biotite très ferrifère atteignant 4^{mm} de diamètre. Elles sont associées à fort peu de muscovite et à beaucoup d'apatite verdâtre et de zircon. Ce mica est remarquable par la beauté des auréoles pléochroïques qu'il renferme (fig. 10).

Yonne. — Les pegmatites qui abondent entre Chastellux-sur-Cure et Avallon renferment de belles lames de biotite associées à de la muscovite.

Vosges. — Les pegmatites à grands éléments des Vosges contiennent fréquemment de grandes lames de biotite. M. Kampmann m'a signalé au musée d'Épinal un bloc de pegmatite du Rauenthal [Alsace] renfermant des lames de ce minéral allongées suivant l'arête pg^1 (001)(010) et mesurant 25^{cm} de plus grande dimension.

Madagascar. — Les pegmatites du massif d'Ankaratra paraissent riches en biotite ; de grandes lames atteignant un décimètre de plus grande dimension ont été rapportées par divers voyageurs.

Guyane française. — La collection du Muséum renferme des échantillons de biotite un peu altérée à apparence de vermiculite, provenant des granulites de la crique Boulanger.

b) *Dans les microgranulites et les rhyolites (porphyres à quartz globulaire et pétrosiliceux).*

Dans les microgranulites, les rhyolites anciennes (porphyres pétrosiliceux, plus rarement porphyres à quartz globulaire), la biotite forme de petites paillettes hexagonales, à contours nets, souvent verdies par altération. Dans les roches françaises, ces lames dépassent rarement 1^{mm} de diamètre.

c) *Dans les diorites, les diabases, les gabbros, les norites.*

Dans les diorites, les diabases, les gabbros et norites français, la biotite brune ne joue qu'un rôle accessoire ; elle présente les caractères de la biotite des roches granitiques.

Elle est souvent associée à la hornblende brune et s'est fréquemment formée à ses dépens. Elle se développe souvent aussi autour de la magnétite.

Ce genre de gisement ne fournit que des échantillons presque microscopiques de biotite. Il faut toutefois en excepter des roches curieuses que j'ai trouvées au milieu des schistes cristallins du sud d'Ax (Ariège), dans lesquels la biotite en grandes lames d'un blond foncé interpénètre et même remplace la hornblende.

A côté de ces gisements, il y a lieu de placer une curieuse biotite noire, ayant l'aspect extérieur de la stilpnomélane, mais présentant la biréfringence et la richesse en alcalis d'une biotite. Elle forme des masses à grandes lames plissées dans les gisements de magnétite de Minguet (concession d'Oudon près de Segré (*Maine-et-Loire*) (grès armoricains). Les échantillons que j'ai étudiés m'ont été remis par M. L. Davy, qui a publié une étude sur les minerais de fer de cette région (*Bull. Soc. industrie minér.* IX. 1880). D'après les renseignements que je dois à M. Davy, ce mica formait, avec sidérose, quartz et quelques mouches de galène, un petit filon de quelques centimètres d'épaisseur au contact des couches de magnétite et d'une diorite altérée : la diorite a certainement fourni au moins une partie des éléments nécessaires à la production de cette biotite.

d) *Dans les péridotites et les hornblendites.*

Pyrénées. — *Ariège*. — La lherzolite des Pyrénées ne renferme pas de mica primaire, mais la biotite d'un brun foncé abonde dans les hornblendites, en filons dans cette roche à l'étang de Lherz ; elle possède des teintes de pléochroïsme analogues à celles de la hornblende qu'elle accompagne. Il est possible qu'une portion au moins de cette biotite soit d'origine secondaire et formée aux dépens de la hornblende de cette roche, qui porte l'empreinte de puissantes actions mécaniques.

Les picrites à hornblende que j'ai découvertes dans les schistes cristallins du pic Saint-Barthélemy et du sud d'Ax (pic de Bédeilla et

Petches, Ariège) renferment une biotite d'un blond pâle presque incolore, en lames minces, associée à du clinochlore (fig. 15, p. 186). La structure de cette roche est pœcilitique.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. — Je dois à l'obligeance de M. Bouchard de belles masses lamellaires de biotite verte qui, dans la serpentine de Coureuges en Saint-Préjet-Armandon, accompagne des filonnets d'asbeste.

Morvan. — *Saône-et-Loire*. — MM. de Charmasse et Michel Lévy ont trouvé aux Descloyes, près Marmagne, une vermiculite en lames de plusieurs centimètres de diamètre, à éclat gras, d'un jaune bronzé verdâtre. Elle se coupe aisément au couteau et possède la biréfringence de la biotite.

Vosges. — Dans un échantillon de lherzolite à kélyphite en voie de serpentinisation provenant de Noyeumont, j'ai observé une biotite d'un vert de cuivre qui est probablement d'origine secondaire. De grandes lames de biotite noire se trouvent dans la serpentine des Xettes, etc.

c) *Dans les roches du groupe des porphyrites micacées* (*kersantites*, *minettes*, *orthophyres et porphyrites micacées*).

La biotite constitue un des éléments essentiels et caractéristiques des kersantites, des minettes et de toute une série de roches à microlites d'orthose ou de feldspath triclinique. L'ensemble de ces roches constitue une famille géologique désignée par M. Michel Lévy sous le nom de *porphyrites micacées* (lamprophyres de M. Rosenbusch *pro parte*). Ces roches sont le plus généralement filoniennes. La biotite s'y observe en lames microscopiques pouvant atteindre plusieurs millimètres de diamètre et présentant, au point de vue de leur taille, tous les passages avec les microlites microscopiques qui abondent dans les types microlitiques de ces roches. Ces lames sont hexagonales ou losangiques. Elles sont fréquemment constituées par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre de petites lamelles de même forme.

Au microscope, on constate que le minéral est généralement d'une couleur plus pâle que celle de la biotite du granite. Le bord des cristaux est souvent plus foncé que leur centre.

Les axes optiques sont toujours très peu écartés; souvent même, la croix noire, en lumière convergente, se disloque à peine; le plan des

axes optiques est tantôt parallèle à g^1 (010) (c'est le cas le plus fréquent), tantôt perpendiculaire à g^1 (010) (anomite) [orthophyre de Jersey, etc]. Les inclusions primaires de magnétite, de zircon, d'apatite, etc., sont fréquentes. Les inclusions secondaires de rutile, d'anatase, de brookite (Cercié, Rhône, etc.), se rencontrent souvent dans les micas en voie d'altération.

En France, les kersantites se trouvent surtout en Bretagne (hôpital Camfron, près Brest, etc.), dans les Vosges (environ de Sainte-Marie-aux-Mines, etc.), les minettes, dans les Vosges (Framont, etc.).

Quant aux orthophyres et aux porphyrites micacées microlitiques, on les rencontre en abondance en Bretagne, dans le Plateau Central (Auvergne, Lyonnais, Morvan), dans les Vosges, etc., formant le plus souvent des filons dans le granite, dans les schistes cristallins ou paléozoïques. On les observe aussi, mais plus rarement, en coulée [Morvan (M. Michel Lévy), en Corse (Sisco, coulées interstratifiées dans les schistes à séricite, d'après M. Nentien), etc.].

f) *Dans les roches volcaniques et leurs enclaves homœogènes.*

α) Comme élément essentiel.

Trachytes et andésites acides. — Le gisement principal de biotite dans les roches du Plateau Central et de l'Algérie se trouve dans les trachytes et les andésites acides. On y rencontre ce minéral en grands cristaux, qui, dans les coulées, présentent souvent les phénomènes de résorption décrits plus haut; ce n'est que dans quelques roches filoniennes que le mica a été rencontré en microlites (vallée de la Cour au Mont-Dore, etc.).

La biotite de ces roches se présente en petites paillettes hexagonales très minces, souvent allongées suivant l'arête pg^1 (001) (010); de bons exemples de ce minéral peuvent être recueillis dans les dômites de la chaîne des Puys. Sa couleur est noire.

En lames minces, il se présente, suivant les gisements, avec des couleurs et une intensité de pléochroïsme variables. L'angle des axes optiques (2 E) varie de 0° à 68° environ. Le plan des axes est tantôt parallèle à g^1 (010), tantôt perpendiculaire à cette face comme dans l'anomite. Les deux variétés peuvent coexister dans la même roche (Fouqué, *B. S. M.* XV. 196. 1892). Les variétés du type anomite ont en général leurs axes assez écartés; grâce à des teintes de pléochroïsme différentes suivant n_g et n_m, il est possible de constater

facilement les macles polysynthétiques, qui sont plus difficiles à voir dans les micas à deux axes presque réunis. Les bandes hémitropes sont parfois très nombreuses (trachyte quartzifère à biotite des Chazes au Lioran (Cantal)).

D'après M. Fouqué, les anomites sont surtout abondantes dans les trachytes et andésites du Mont-Dore (Cliergue, pic du Sancy, vallée de la Cour, Morange sur le revers sud du Sancy, Lusclade près de la Bourboule, etc.), bien que se rencontrant aussi, mais plus rarement, dans le Cantal (trachyte de l'Escarpement du Croizet près Thiézac, dykes du Lioran, etc.). D'après mes observations, l'anomite est fréquente dans la dômite de la chaîne des Puys.

Les sanidinites de Menet (Cantal) renferment de la biotite en partie altérée par la chaleur et présentant, avec la magnétite et l'oligiste, des associations régulières. Les faces a^1 (111) de la magnétite et a^1 (0001) de l'oligiste s'accolent sur la face p (001) de la biotite ; tous ces minéraux ont donc un axe ternaire ou pseudoternaire commun. Les côtés de la face octaédrique de la magnétite ou des lames d'oligiste sont parallèles à celles du mica. J'ai signalé (*Les enclaves des roches volcaniques*, p. 368) la fréquence, dans les andésites du Cantal, de segrégations granitoïdes, constituées par de la hornblende, de l'apatite, de la magnétite englobées par des feldspaths tricliniques basiques auxquels se joint de la biotite ayant une tendance à l'ophitisme (carrière de Boué au Lioran, Chavaroche, Chairouche et route d'Albepierre à Murat (dans trachyte)). La biotite et la hornblende ont souvent la même couleur.

Je ne me suis occupé jusqu'ici que des roches volcaniques (trachytes et andésites) tertiaires ou posttertiaires. Leurs équivalents antétertiaires (orthophyres et porphyrites) renferment aussi de la biotite qui présente les mêmes altérations que dans le granite (Voir page 324 pour les types filoniens). La biotite se rencontre aussi dans toutes ces roches comme élément secondaire généralement microscopique.

Phonolites et Leucotéphrites. — La biotite est peu abondante dans les phonolites d'Auvergne, en grands cristaux toujours plus ou moins résorbés, comme, du reste, la hornblende qu'elle accompagne.

Le même minéral se trouve aussi dans la *leucotéphrite* carbonifère de la Place près Clermain (Saône-et-Loire).

Basaltes et labradorites. — C'est sous la même forme et avec les mêmes particularités que la biotite se rencontre en grands cristaux dans quelques basaltes du Plateau Central.

Elle existe à l'état de fins microlites indépendants dans quelques filons de basalte (Mont-Dore, Cantal) et se trouve parfois associée à la magnétite et à l'ilménite dans la pâte microlitique de certains basaltes épanchés. Ses lamelles sont parfois en très grand nombre enfilées dans des cristallites de magnétite, donnant ainsi des assemblages microscopiques fort intéressants, que M. Michel Lévy a notamment décrits dans le basalte semi-ophitique (basalte demi-deuil) du Mont-Dore (Banne d'Ordenche, Fougères), où ils sont extrêmement abondants (*B. S. G.* XVIII. 830. 1890); M. Boule les a retrouvés dans les labradorites et les basaltes du Velay (*B. C. F.* n° 28. 1892).

J'ai recueilli (*Les enclaves des roches volcaniques*, p. 478) en enclaves dans le basalte de Montaudou, près Royat, des nodules à grands éléments d'augite et de hornblende, renfermant parfois une biotite d'un brun verdâtre et de l'olivine. Cette biotite, de même que la hornblende, présente les curieux phénomènes de fusion et de recristallisation dont j'ai parlé page 317.

γ) Dans les fissures, comme élément drusique.

La biotite ne se rencontre pas seulement dans la pâte des roches volcaniques ; elle se trouve aussi dans leurs fentes, où elle a été produite sous l'action de fumerolles (voir page 330 au paragraphe des enclaves).

On peut citer à ce point de vue les andésites augitiques de Volvic (Puy-de-Dôme), divers trachytes du Mont-Dore, les laves basaltiques de la chaîne des Puys et particulièrement celles du puy de Pariou. La biotite formée dans ces conditions est transparente, d'un jaune plus ou moins pâle; elle est implantée perpendiculairement ou obliquement à la gangue. Ses lamelles très minces sont losangiques ou hexagonales, souvent maclées par empilement suivant p (001). L'écartement des axes et l'orientation du plan des axes sont souvent ceux de l'anomite des trachytes du Mont-Dore. C'est évidemment à ces lamelles micacées que von Lasaulx a fait allusion quand il a signalé (*N. J.* 1869. 842) des lamelles d'un *mica blanc potassique* dans les cavités des laves du Pariou et de Volvic. Le mica de ces gisements ne peut en aucune façon être assimilé à la muscovite.

2° *Dans les roches métamorphisées par les roches éruptives.*

α) *Contact du granite et de la granulite.*

La biotite est un des minéraux métamorphiques se produisant le plus fréquemment dans les schistes et les grès argileux au contact du

granite et de la granulite (*schistes micacés*, *schistes tachetés*, *schistes maclifères*). Elle n'y forme généralement que de petites paillettes possédant une structure caractéristique. Comme dans la biotite des schistes cristallins, ces paillettes sont dépourvues de formes géométriques, ce qui les différencie des micas du granite, mais, de plus, au lieu d'être distribuées au milieu des éléments non ferrugineux de la roche comme dans les gneiss et les micaschistes, elles les moulent, les englobent, car elles leur sont postérieures (fig. 20, page 41).

Dans les roches de contact, la biotite forme souvent aussi de très petites paillettes lenticulaires, englobées par d'autres minéraux métamorphiques (cordiérite, andalousite, grenat, feldspath, quartz, etc.). Elle englobe parfois la matière organique opaque de la roche au milieu de laquelle elle se produit (Normandie, Bretagne, Pyrénées, Plateau Central, Vosges, etc.; voir les gisements de l'andalousite, page 40).

Dans les contacts immédiats du granite et des roches sédimentaires, on observe fréquemment des phénomènes de feldspathisation, particulièrement étudiés par M. Michel Lévy à Saint-Léon (Allier), dans le massif du mont Blanc, à Flamanville (Manche) (*B. S. G.* IX. 181. 1881 et *B. C. F.* n° 9 et n° 36. 1894) et par moi-même dans les Pyrénées françaises; dans ces roches de contact feldspathisées, la biotite est englobée par du feldspath et du quartz plus récents : elle possède par suite la même structure que dans les gneiss.

Dans les calcaires des Pyrénées métamorphisés par le granite, le mica est généralement peu abondant. Quand il existe, il est constitué par des paillettes hexagonales de biotite plus ou moins ferrifère.

Les enclaves schisteuses du granite sont modifiées de la même façon que les mêmes roches situées au contact immédiat de cette roche éruptive : la biotite y est donc extrêmement fréquente.

b) *Contact des lherzolites et des ophites.*

Pyrénées. — J'ai fait voir (*B. C.F.* n° 42. 1895) que le mica est un des minéraux les plus constamment formés dans les calcaires sédimentaires secondaires au contact immédiat de la lherzolite ou des ophites. Il s'y rencontre en abondance considérable, constituant, dans les contacts de lherzolite, de véritables schistes micacés à biotite, comparables, au point de vue de l'abondance du mica, aux roches de contact du granite, avec toutefois une cristallinité souvent plus grande. Il s'y

présente, soit en lamelles arrondies microscopiques, incluses dans les autres minéraux, soit en grandes lames présentant la structure du mica des micaschistes ou celle des schistes micacés de contact des granites. Elles sont généralement riches en inclusions de pyroxène, de tourmaline, etc.

J'ai donné, à l'article *dipyre*, une description assez détaillée de ces curieuses roches métamorphiques entièrement silicatées, pour qu'il soit inutile d'insister davantage. On y trouvera l'indication des localités dans lesquelles on les rencontre.

Je me contenterai de parler ici des micas des calcaires imparfaitement silicatés. On y trouve tous les types intermédiaires entre la phlogopite, dépourvue de fer et incolore, et la lépidomélane très foncée; les lames n'ont généralement que quelques millimètres de diamètre; toutefois, dans un gisement aux environs de Prades, elles atteignent 2^{cm}.

Basses-Pyrénées. — Les calcaires en contact avec la lherzolite du Moun caou en Louvie-Juzon sont très riches en albite et en phlogopite, généralement incolore et ressemblant à du talc ; ce minéral est parfois associé à de la pyrite et à de la leuchtenbergite d'un blanc vert pâle. Au milieu du calcaire, se trouvent des nodules jaunes, essentiellement constitués par de l'albite et une phlogopite d'un blanc jaune plus ou moins foncé, qui se rencontre aussi distribuée irrégulièrement dans le calcaire.

Les schistes micacés à dipyre du moulin de Libarrenx renferment, au contact des ophites, une phlogopite très peu ferrifère parfois incolore.

Hautes-Pyrénées. — Il en est de même de ceux de Pouzac ; la phlogopite forme, sur la route de Pouzac à Bagnères-de-Bigorre, des lits qui ont été souvent pris pour du talc.

Haute-Garonne. — Les calcaires de Saint-Béat (carrière de Rié) renferment de grandes lames de phlogopite blonde associée à une variété d'un beau vert émeraude à axes optiques écartés. On verra, à l'*albite*, la description de masses vert émeraude se rencontrant dans ce calcaire : elles sont colorées par ce même mica en paillettes microscopiques.

Ariège. — Les calcaires et schistes micacés à dipyre des environs d'Engomer, de Seix et de Sentenac présentent, au point de vue des

micas, les mêmes particularités que ceux de Libarrenx. A Seix (en Bleychen), la phlogopite est souvent d'un beau vert foncé.

J'ai trouvé en abondance la phlogopite en lames brun clair dans les calcaires, les anhydrites et les gypses d'Arnave métamorphisés par l'ophite ; le gypse de Betchat contient des lames hexagonales de phlogopite blanche formant parfois des masses de la grosseur du poing.

Les calcaires modifiés par la lherzolite dans la région de Lherz, de Vicdessos, de Lordat, de Caussou et de Prades, sont riches en paillettes hexagonales de phlogopite plus ou moins ferrugineuse. A Prades, au contact immédiat de la lherzolite, j'ai trouvé de très larges lames hexagonales de lépidomélane noire atteignant plusieurs centimètres de diamètre ; elles sont associées à du microcline, du dipyre, de la hornblende, etc. Ce mica devient parfois d'un beau vert, par suite d'un commencement d'altération.

c) *Dans les enclaves énallogènes de roches volcaniques acides.*

Les enclaves gneissiques ou granitiques sont très abondantes dans les trachytes et andésites à biotite ou hornblende du Plateau Central ; j'ai montré (*Les encl. des roches volc.*, 170-201. 1893) que la biotite néogène s'y forme à côté de la biotite ancienne plus ou moins résorbée qui, dans beaucoup de gisements, se transforme en magnétite et hypersthène très ferrifère. Les gisements les plus dignes d'intérêt à ce point de vue sont : dans le *Puy-de-Dôme*, le rocher du Capucin (Mont-Dore), Fontenille ; dans le *Cantal*, Menet, les environs de Lioran (carrière de Boué), etc. ; dans la *Haute-Loire*, Monac, etc.

Les trachytes du Mont-Dore (Le Capucin, Riveau Grand) renferment des enclaves de roches volcaniques plus anciennes (trachytes ou andésites) dont j'ai décrit les transformations (*op. cit.*, 241). Leurs cavités sont tapissées de nombreux cristaux d'espèces étudiées dans cet ouvrage (*augite*, *hypersthène*, *hornblende*, *tridymite*, *orthose*, *magnétite*, *oligiste*, *pseudobrookite*, *fayalite*, etc.) ; elles sont très fréquemment associées à des lames hexagonales d'un mica d'un blond clair présentant les macles des micas, surtout par empilement suivant *p* (001). Elles atteignent rarement 2^{cm} de diamètre.

Ce mica a les propriétés optiques de l'anomite, ses axes (2 E) sont écartés de 20° à 50°. Les macles sont très visibles dans les lames minces, grâce au pléochroïsme très différent dans la direction des

trois indices principaux (voir page 313). La roche du Riveau Grand, la plus riche en mica de ce genre, est un trachyte augitique à olivine et à grands cristaux de sanidine d'un gris clair. Ses cavités sont tapissées de beaux cristaux de hornblende et de mica.

Le mica et la hornblende ne se sont pas seulement produits dans les cavités de la roche : ils l'ont en quelque sorte imprégnée.

La formation de ces minéraux est due à des phénomènes de fumerolles comparables à ceux qui ont accompagné l'éruption du Vésuve en 1872.

3° *Dans les roches de la série des schistes cristallins ou paléozoïques.*

a) *Dans les roches schisteuses.*

La biotite est un des éléments essentiels des gneiss, d'un grand nombre de micaschistes, de chloritoschistes et de schistes micacés. Elle se présente surtout en grande quantité dans les micaschistes. Elle possède généralement les mêmes propriétés que dans le granite, bien qu'elle ait parfois une couleur verte primaire, surtout observée dans les roches où elle est associée à la hornblende ou aux chlorites (Pont-du-Cens, près Nantes, etc.). Par contre, elle se présente rarement dans les gneiss en cristaux distincts; elle constitue d'ordinaire des lames irrégulières dépourvues de formes géométriques, alignées suivant la schistosité ou le rubanement de la roche. Les déformations mécaniques y sont extrêmement fréquentes.

On trouve cependant parfois des lames de biotite à contours géométriques très nets dans les micaschistes, les chloritoschistes et les schistes micacés. Je citerai spécialement à cet égard un chloritoschiste grenatifère de la mine de Balade (Nouvelle-Calédonie), dans lequel de longues lames de biotite d'un noir foncé, très allongées suivant l'arête pg^1 (001) (010), sont disposées en faisceaux palmés.

Dans les micaschistes, la biotite est fréquemment associée à la muscovite, soit d'une manière régulière, soit d'une façon quelconque.

Les inclusions sont les mêmes que dans la biotite du granite, les inclusions primaires de rutile sont abondantes dans certains gisements. Dans une biotite noire verdâtre constituant les micaschistes à disthène d'Ivongo (côte N.-E. de Madagascar), les auréoles pléochroïques développées autour du zircon sont tellement abondantes que par places elles se touchent.

La fig. 12 représente une lame de biotite uniaxe des schistes granulitisés des environs du Bourg-d'Oisans, qui a été recueillie par M. de la Durandière. Ce mica, se transformant en vermiculite, possède des inclusions ferrugineuses opaques distribuées suivant trois directions qui se coupent sous des angles de 60° et de 120°. En l'absence de formes extérieures et en raison de l'altération du minéral, qui ne permet d'obtenir aucune figure de choc ou de pression distincte, je ne sais si elles sont distribuées parallèlement ou perpendiculairement au contour hexagonal.

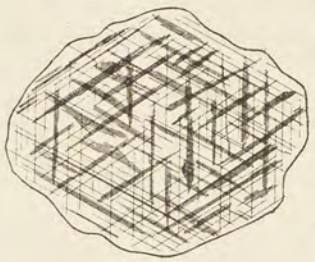


Fig. 12.
Lame de biotite du Bourg-d'Oisans riche en inclusions ferrugineuses.

Il me semble inutile d'énumérer ici des gisements français de schistes cristallins qui ne présentent pas de particularités d'un intérêt spécial.

[**Ardenne belge**]. — Le nom de *bastonite* a été donné par Dumont à une biotite brunâtre en voie d'altération qui se trouve dans les filons quartzifères des environs de Bastogne et peut-être aussi dans les assises gedinniennes qu'ils traversent (analyse *e*).

b. Dans les cipolins.

Le mica qui se trouve le plus fréquemment dans les cipolins des gneiss est la phlogopite, en petites lamelles hexagonales d'un blond plus ou moins clair. Ce mica est cependant parfois assez ferrifère et quelquefois constitué par une véritable biotite.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* — Les calcaires de Ville-ès-Martin, près Saint-Nazaire, renferment de la phlogopite et de la biotite ; celle-ci est quelquefois altérée et riche en inclusions de rutile et de brookite.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* — Les cipolins du massif gneissique du Labourd renferment en abondance de la phlogopite en petites paillettes hexagonales d'un brun jaune, ceux du tunnel de Cambo et ceux de toute la bande calcaire que l'on observe entre Itsatsou, Louhossoa et Hélette sont notamment remarquables à ce point de vue. Dans la carrière d'Itsatsou, il existe aussi un beau mica vert émeraude, qui est une muscovite.

Hautes-Pyrénées. — J'ai observé de la phlogopite dans les cipolins

intercalés dans les schistes cristallins de la montée du lac Bleu, au-dessus de Chiroulet (massif du pic du Midi de Bigorre).

Ariège. — Tous les cipolins du massif du pic des Trois-Seigneurs, des environs du lac Naguille au sud d'Ax, du flanc nord du massif du Saint-Barthélemy (Arnave, Cazenave et surtout Mercus), sont riches en mica plus ou moins ferrugineux se présentant en lamelles hexagonales; mais le plus beau gisement à signaler se trouve sur la rive gauche de l'Ariège, vis-à-vis Mercus, à Arignac. J'y ai trouvé (*B. C. F.* n° 11. 1890) comme à Mercus une très grande abondance de minéraux intéressants : humites (voir p. 123), spinelles, amphiboles, etc. La phlogopite, généralement d'un blond clair, forme, dans le calcaire, des lames atteignant parfois 2^{cm} de diamètre. Elle est distribuée d'une façon quelconque dans la roche ou concentrée avec les autres minéraux dans des lits ou nodules parfois entièrement privés de calcite. Ce gisement peut être comparé aux gisements scandinaves ou américains pour sa richesse en minéraux.

Plateau Central. — Les cipolins sont relativement peu nombreux au milieu des schistes cristallins du Plateau Central : Gioux (*Creuse*), Savenne et Saint-Éloy (*Puy-de-Dôme*), Chalvignac (*Cantal*), Sussac (*Haute-Vienne*). La biotite ne s'y trouve qu'en petites paillettes.

Vosges. — [*Alsace*]. — Les cipolins d'Alsace sont riches en phlogopite. A ce point de vue, ceux de la carrière Saint-Philippe, près Sainte-Marie-aux-Mines, méritent une mention spéciale. La phlogopite s'y trouve en lamelles hexagonales d'un blond clair, associée aux spinelles, aux humites, etc. (analyse *a*). Elle s'y trouve aussi en lames d'un brun ou d'un blond plus ou moins foncé servant d'enveloppe aux nodules feldspathiques transformés en pseudophite dont il sera question plus loin (voir à *pennine*). Elle est alors implantée perpendiculairement à la surface du nodule auquel elle forme une enveloppe fibrolamellaire. Il existe aussi des nodules de pyroxène, de spinelle, de pyrrhotine et de calcite ayant une semblable enveloppe.

Vosges. — Le même minéral se trouve aussi dans les cipolins du Chipal.

4° *Dans les roches détritiques.*

Les cours d'eau de toutes les régions renfermant des schistes cristallins ou des roches granitiques charrient des paillettes de biotite

provenant de la désagrégation de ceux-ci. On en trouve aussi dans les roches sédimentaires appartenant à toutes les époques géologiques antérieures à la période actuelle ; elle y est le plus souvent chloritisée et y a une semblable origine.

ZINNWALDITE

$$(K, Li)^3\ Fe\ Al^3\ Si^5\ O^{16}\ (OH, F)^2$$

Monoclinique. — Très voisine de forme et d'aspect de la biotite.

La zinnwaldite présente la macle des micas, les clivages indiqués pour la biotite ; elle forme souvent des rosettes. Sa dureté est de 2,5 à 3 ; sa densité de 2,82 à 3,20.

Sa couleur est le violet pâle, le jaune ou le gris noir ; le plan des axes est parallèle à g^1 (010) ; 2 E (Na) = 50 à 65°.

On a vu plus haut que ce mica fond plus facilement encore que la lépidolite mais en un verre noir.

La zinnwaldite se rencontre particulièrement dans les gisements stannifères. Elle est indiquée par M. Rosenbusch comme existant dans les granulites stannifères de la France centrale (*Mikr. physiogr.* I. 587. 1892). Je n'ai pu l'y trouver. En effet, le mica gris de Vaulry (*Haute-Vienne*), le mica jaune (donné dans les collections comme lépidolite jaune) de Chanteloube (*Haute-Vienne*), le mica jaune d'or de Montebras (*Creuse*), qui accompagnent la cassitérite dans ces divers gisements sont constitués par des variétés de muscovite ; au chalumeau, ils ne fondent que sur les bords en un verre blanc, sans donner la réaction de la lithine.

MUSCOVITE

$$(HK)\ Al\ Si\ O^4$$

Monoclinique. — Forme primitive très voisine de celle de la biotite.

Macles. — Comme la biotite, avec diverses dispositions qui seront décrites plus loin.

Formes observées et faciès des cristaux. — La muscovite se trouve le plus souvent en lames sans contours distincts ; les cristaux nets sont plus rares dans les gisements français ; ils ont tantôt des formes hexagonales, par suite de l'existence de g^1 (010), associée à des hémipyramides de la zone pm (001) (110), tantôt des formes losangiques quand g^1 (010) fait défaut. L'allongement suivant pg^1 (001) (010) est moins fréquent que dans la biotite. Dans les gisements de pegmatite, on trouve souvent de grandes lames offrant cet allongement, qui est dû à la présence de plans de séparation suivant g^1 (010) qui permettent d'extraire de la roche des lames très allongées. Ces cristaux sont souvent limités aussi par des faces $a^{5/2}$ ($\bar{2}05$) (fig. 1), seules ou associées à ζ (135), etc., constituant des plans de glissement. Les lames de muscovite sont parfois allongées suivant une arête $p\,d^{1/2}$.

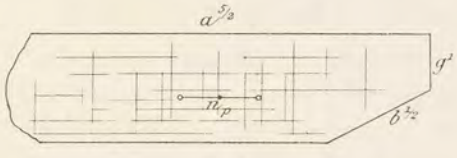


Fig. 1.
Lame de muscovite de St-Etienne.

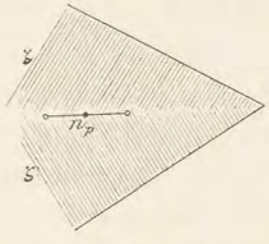


Fig. 2.
Lame de muscovite de St-Jacut-de-la-Mer (Morbihan), montrant les traces de plans de glissement suivant ζ (135).

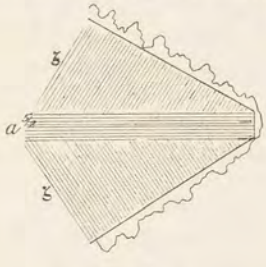


Fig. 3.
Lame de muscovite de Plouguin (Finistère), montrant les traces de plans de glissement suivant $a^{5/2}$ ($\bar{5}02$) et ζ (135). Ses bords sont formés par de la muscovite non pennée qui moulait des grains de quartz.

Ce sont les plans de glissement dont la trace sur p (001) donne naissance aux formes pennées extrêmement fréquentes dont les fig. 2 et 3 représentent les types les plus communs.

Dans quelques gisements, la muscovite se présente en masses constituées par des lames ayant la forme de calottes sphériques emboîtées les unes dans les autres (*muscovite testacée*, fig. 4). On trouvera page 338 la description de la *muscovite palmée*.



Fig. 4.
Muscovite testacée de Chanteloube.

La *damourite* n'a presque jamais de formes distinctes. Elle constitue des écailles souvent microscopiques parfois groupées en rosettes ; elle se présente fréquemment en petites écailles microscopiques dont la

réunion donne lieu à des masses compactes ou finement grenues.

La *séricite* ne se rencontre qu'en petites paillettes dépourvues de formes géométriques et souvent microscopiques.

La *fuchsite* forme des lames généralement sans contours géométriques.

La *gümbelite* constitue des enduits nacrés.

Déformations mécaniques. — La muscovite présente les mêmes déformations mécaniques que la biotite.

Clivages. — Clivages parfaits et lamelleux suivant p (001) ; plans de séparation d'origine secondaire suivant g^1 (010) et diverses pyramides de la zone pm (001) (110) correspondant aux *figures de choc*, ainsi que suivant $a^{5/2}$ ($\bar{2}05$) et ζ (135) correspondant aux *figures de pression*. Quand les plans de séparation sont très faciles, il est possible de détacher, des lames de muscovite, des lamelles filiformes suivant pg^1, $pa^{5/2}$ (fig. 1), $p\zeta$ ou pd (muscovite des pegmatites).

Les lames du clivage micacé sont flexibles et élastiques (muscovite) ou seulement flexibles (damourite).

Dureté. — 2 à 2,5. La muscovite est souvent âpre au toucher ; la sériciteté et la damourite, au contraire, sont onctueuses comme le talc.

Densité. — 2,76 à 3 ; 2,781 m. de la Villeder, 2,792 damourite de Pontivy (Delesse), 2,803 damourite de Montebras, 2,809 m. du col d'Oncet, 2,824 m. uniaxe de Cambon, 2,836 damourite compacte de La Chèze, 2,832 fuchsite d'Itsatsou, 2,844 m. d'Alger (M. Gen l), 2,855 m. de Fay.

Coloration et éclat. — Incolore, blanche, grise, jaune, verte (*fuchsite*), rosée. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux, nacré sur les lames de clivage ; soyeux (séricite). Poussière incolore.

Inclusions. — La muscovite renferme parfois en inclusions microscopiques des cristaux de zircon, d'apatite, de quartz, des grenats (aplatis parallèlement au clivage du mica), des spinellides, de la tourmaline (fig. 3, p. 88), ainsi que de la magnétite ou de l'oligiste en lames extrêmement minces distribuées le plus souvent parallèlement ou perpendiculairement aux côtés de l'hexagone de base.

Propriétés optiques. — Le plan des axes optiques est perpendiculaire

à g^1 (010). La bissectrice aiguë négative est presque perpendiculaire à p (001).

L'écartement des axes (2 E) est, en moyenne, voisin de 70° dans la muscovite. Il est plus faible dans les muscovites très riches en silice ; j'ai même observé des muscovites en grandes lames sensiblement uniaxes (Cambon, Loire-Inférieure) et Plouguin (Finistère). Il est faible dans la damourite.

La dispersion est $\rho > \nu$.

	Na	Lumière blanche		
2 E =	»	10° à 12°	damourite de Pontivy	
	»	55°	fuchsite de l'île de Groix (v. Lasaulx)	
	»	65°	m. de Sainte-Féréole (Corrèze)	(de Sénarmont)
	»	68°	» de Bretagne	(de Sénarmont)
	»	69°	» de Tarascon (Ariège)	(de Sénarmont)
	60°	»	» de l'Ile de Groix (v. Lasaulx) (Li)	
	71°	»	» d'Argelès (Pyrénées-Orientales)	
	72°	»	» du Col d'Oncet (Hautes-Pyrénées)	
	73°	»	» d'Alger (M. Gentil)	

Ces dernières valeurs sont les plus communes dans la muscovite des pegmatites à grands éléments.

M. des Cloizeaux a fait voir que l'écartement des axes de la muscovite diminue légèrement avec la température (*Mém. Savants étrangers*, 1867. 77). Il a, en effet, observé, sur la muscovite de la pegmatite d'Alger, pour la lumière rouge :

2 E =			2 E =		
69°44′	à	6°,6 C.	68°38′	à	121°
69°32′	»	47°	68°17′	»	146°,5
69° 4′	»	71°,5	68°15′	»	170°,8
68°56′	»	95°,5	68° 5′	»	185°,8

M. Pulfrich a donné pour les indices d'une muscovite (lumière du sodium)

$$\mathbf{n}_g = 1{,}5977$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}5936$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}5601$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0376$$

Dans beaucoup de gisements, les macles par accolement et surtout par superposition sont si nombreuses qu'il n'est possible d'obtenir

une lame homogène qu'en clivant des feuillets excessivement minces. On trouve fréquemment dans une même lame hexagonale toutes les orientations possibles de la macle des micas, ainsi que de nombreux phénomènes de superposition d'images en lumière convergente (environs d'Alençon, de Nantes, d'Argelès-sur-mer, etc.).

Pléochroïsme. — Le pléochroïsme est nul dans les lames minces, qui sont incolores ; il est énergique, au contraire, dans les cristaux de muscovite de plusieurs millimètres d'épaisseur, qui possèdent alors une coloration distincte. On observe ainsi :

	muscovite	*fuchsite*
$n_g =$	brun plus ou moins foncé	vert
$n_m =$		
$n_p =$	incolore	incolore

La muscovite taillée en lames épaisses perpendiculairement à un axe optique montre le phénomène des houppes.

Les *auréoles pléochroïques* sont moins fréquentes que dans la biotite ; on les observe cependant parfois autour des inclusions de zircon. Les teintes de pléochroïsme observées alors dans les lames minces sont celles qui viennent d'être indiquées pour les plaques épaisses. L'auréole seule est colorée, la plus grande partie du minéral étant incolore.

Au rouge naissant, ces auréoles disparaissent. M. Michel Lévy a constaté que la biréfringence et la réfringence augmentent dans l'auréole pléochroïque (*C. R.* CIX. 973. 1889 et 1894).

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. — Muscovite et biotite (voir p. 314). Je n'ai pas rencontré, dans les gisements français, les associations avec la lépidolite fréquentes dans d'autres régions.

Muscovite et quartz. — La muscovite forme avec le quartz des associations pegmatoïdes macroscopiques, tellement identiques à celles que ce dernier minéral constitue avec les feldspaths qu'il m'a paru inutile de les faire représenter (voir à *orthose*). C'est la muscovite qui constitue le minéral enveloppant.

La muscovite présente aussi avec le quartz des associations régulières connues sous le nom de *mica palmé*. A l'œil nu, on constate que celui-ci est constitué par de fines écailles de muscovite groupées en

palmes dont la fig. 5 donne une idée. Dans tous les gisements français où cette variété est fréquente, j'ai constaté par l'examen microscopique que le mica ne constitue qu'une partie des échantillons; il est englobé par de grandes plages de quartz au milieu desquelles les paillettes micacées sont distribuées régulièrement. C'est en quelque sorte l'inverse de la pegmatite précédemment étudiée, le quartz étant ici le minéral englobant. A l'extrémité des palmes, le groupement est souvent à plus grands éléments et ses détails peuvent se voir à l'œil nu.

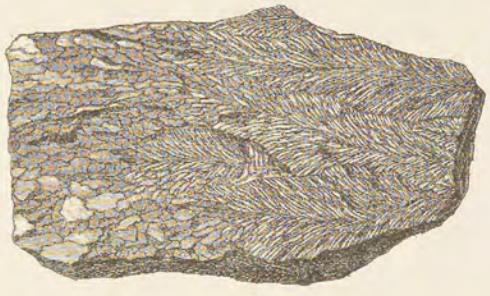


Fig. 5.
Muscovite palmée d'Ax.

On trouvera plus loin l'énumération des minéraux auxquels la muscovite est régulièrement associée quand elle se forme à leurs dépens.

Composition chimique. — *a*) Composition théorique correspondant à la formule $(HK)\,Al\,Si\,O^4$ avec $H : K = 2 : 1$;

b) Analyse de la *muscovite* de la pegmatite de Ceux près Saint-Etienne (Vosges), par Delesse (*A. M.* XVI. 102. 1849);

c et *d*) Analyse de la *muscovite* des micaschistes de la vallée du Diahot (Nouvelle-Calédonie), par M. Liversidge (*R. Soc. N. S. Wales*, XIV. 243. 1880);

e) Analyse de la *damourite* de la vallée d'Evel, par Delesse (*A. P. C.* XV. 248. 1845);

f) Analyse de la *gümbelite* de la Tarentaise, par Gümbel (Tscherm. *Mittheil. N. F.* II. 190. 1879) : densité = 2,8;

g) Analyse de la *gümbelite* de Petitcœur, par M. Terreil (*C. R.* LIII. 120. 1861);

h) Analyse de la *gümbelite* de Petitcœur, par Marignac (*in* Favre *Rech. géol. sur la Savoie* III. 192. 1867).

Les analyses *f. g. h.* ont été faites probablement sur une substance impure, car elles datent d'une époque où les procédés perfectionnés de séparation mécanique n'étaient pas connus : elles ne laissent cependant pas de doute sur la légitimité de la réunion de la *gümbelite* au groupe de la muscovite. (Voir p. 351.)

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*
SiO^2.....	45,2	46,23	50,60	51,23	45,22	49,71	50,00	46,95
TiO^2....	»	»	»	»	»	1,04	»	»
Al^2O^3...	38,5	33,03	25,28	27,35	37,85	28,62	36,45	36,24
Fe^2O^3...	»	3,48	»	»	»	2,69	0,37	
FeO.....	»	»	3,47	2,60	»	»	»	
MgO....	»	2,10	4,86	3,82	»	1,60	0,45	1,52
K^2O.....	11,8	8,87	6,69	6,93	11,20	6,80	5,01	9,39
Na^2O....	»	1,45	2,49	1,27	»	2,21	»	
CaO.....	»	»	1,04	1,25	»	»	»	
MnO	»	traces	0,50	0,34	»	»	»	
H^2O. ...	4,5	4,12	4,31	4,46	5,25	7,38	7,96	5,90
Perte	»	»	0,76	»	»	»	»	»
	100 »	99,28	100 »	99,25	99,52	100,05	100,24	100 »

Beaucoup de muscovites sont riches en fluor; d'autres renferment une quantité de silice trop grande pour la formule donnée plus haut: c'est notamment le cas des analyses *c. d. g.* M. Tschermak désigne ces micas sous le nom de *phengites*.

Essais pyrognostiques. Voir p. 309.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS.

La muscovite se rencontre dans de multiples gisements comme élément essentiel de roches. Enfin on la trouve très souvent dans les gisements les plus divers comme minéral secondaire formé aux dépens de nombreux minéraux. Je l'étudierai successivement :

1° Dans les roches éruptives comme élément normal;

2° Dans les roches cristallophylliennes et les schistes granulitisés;

3° Dans des filonnets quartzeux en relation avec la lherzolite;

4° Dans des roches sédimentaires métamorphiques et dans les roches éruptives, comme produit dynamométamorphique;

5° Dans des roches diverses, comme produit secondaire formé par pseudomorphe de leurs minéraux constitutifs;

6° Dans les roches clastiques.

1° *Dans les roches éruptives comme élément normal.*

La muscovite est un des éléments caractéristiques de la granulite et de sa variété à grands éléments, la pegmatite. Elle abonde aussi dans certains filons stannifères et dans les filons de quartz en relation

avec les pegmatites qui se rencontrent dans les schistes paléozoïques de beaucoup de régions françaises. Exceptionnellement, elle se forme dans les fissures du granite, comme produit de fumerolles, le plus souvent, du reste, en relation avec des granulites filoniennes (Corrèze). On la trouve aussi à la périphérie des massifs granitiques (Huelgoat) normalement dépourvue de muscovite : elle y a une semblable origine.

La muscovite est donc extrêmement répandue; je ne m'occuperai ici que des gisements remarquables par la grosseur des lames, ou par quelque autre particularité. Cette liste pourrait être allongée presque à l'infini : la plupart des gisements du paragraphe 1° de l'article *tourmaline* (pages 84 à 105) peuvent notamment être cités comme gisements de muscovite.

Normandie. — *Orne*. — La muscovite est abondante en petites lames souvent losangiques dans les granulites des carrières de Pont-Percé en Condé-sur-Sarthe près Alençon. Elle se présente aussi en lames hexagonales dans des géodes, riches en cristaux d'orthose et de quartz enfumé, des mêmes carrières. Ces lames présentent fréquemment les macles par accolement et par superposition, répétées un grand nombre de fois et avec beaucoup de variété.

Manche. — Elle se rencontre dans les pegmatites des environs de Mortain et d'Avranches.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. — Les pegmatites de Lancieux, de Saint-Michel-de-Plélan, de Saint-Rieul, de la lande de Trelivan, renferment des lames de muscovite atteignant 6^{cm} de diamètre ; à Cassepot près Dinan, M. Dorlodot d'Arment m'a signalé de la muscovite palmée. La fuchsite verte se rencontre dans les filons de quartz de la butte de Brandfer en Plancoet (de Limur, *op. cit.*, 82).

Finistère. — La muscovite en grandes lames se trouve dans les pegmatites graphiques de Pen-an-veur en Loctudy, du sémaphore Gondoul en Plobannabec, de Roscoff, de Saint-Pol-de-Léon, de Kergoulouarn en Plouvorn, etc. Dans les pegmatites de Keranbleis en Plomelin et de Kerhaten en Pluguffan, elle se trouve en lames losangiques intimement associées à de la biotite : tantôt celle-ci a la même forme que la muscovite qui l'englobe, tantôt, au contraire, elle est allongée suivant une arête pg^1 ou $pd^{1/2}$. A Keranbleis, j'ai observé, à côté de muscovite normale ($2E = 70°$ environ), une muscovite identique d'aspect extérieur et cependant sensiblement uniaxe, même en lames

extrêmement minces. La fig. 3 représente une lame de clivage de muscovite provenant des pegmatites de l'E. de Plouguin ; elle montre les traces de plans de glissement suivant $a^{5/2}$ et ζ. Ses bords sont constitués par de la muscovite qui paraît de formation plus récente que la partie pennée : elle est déchiquetée et moule des grains de quartz.

La muscovite palmée est fréquente à Loctudy, à l'île de Siec (Santec), à Roscoff, etc.

Morbihan. — Les granulites de la pointe entre la baie de Kervoyer et Roguédas, près Vannes, sont riches en lamelles hexagonales de muscovite ; les filons de quartz et pegmatite à andalousite de la vallée de l'Evel renferment le même minéral. La fig. 2 représente de grandes lames pennées de muscovite des pegmatites de Saint-Jacut-de-la-Mer atteignant 8 cm de plus grande dimension ; des lames de 11 cm se trouvent associées à la biotite à Plumélian ; du mica palmé à grands éléments a été trouvé à Meucon.

Les filons stannifères de la Villeder, près Roc-Saint-André, ont fourni, en outre de la muscovite lamellaire engagée dans le quartz, des masses géodiques de muscovite constituées par l'enchevêtrement de lamelles hexagonales d'une muscovite d'un blond pâle, transparente et d'une délicatesse extrême ; les macles y sont fréquentes ; elle est associée à de beaux cristaux de cassitérite, de béryl, d'apatite, etc. Ces lames sont souvent allongées suivant l'arête pg^1 (001)(010). Les échantillons que j'ai étudiés m'ont été communiqués par M. de Limur.

Loire-Inférieure. — Dans les pegmatites des environs de Nantes, Dubuisson, puis M. Baret ont signalé de nombreux gisements de muscovite. On peut citer particulièrement les localités suivantes : Saint-Clair (carrière de la Salle Verte), grands cristaux losangiques souvent maclés avec enchevêtrement de deux individus à la façon des feuillets d'un livre (fig. 6) ; Orvault, superbes lames losangiques, d'un jaune doré, de plusieurs centimètres de diamètre, accompagnant les tourmalines roses, bleues, etc. ; La Trémissinière et Grillaud près Nantes (lames losangiques) ; Couëron, Batz, etc. A Guérande,

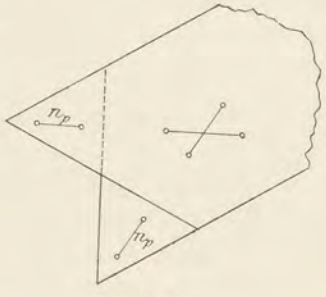


Fig. 6.
Macle de muscovite par emboîtement.
Saint-Clair.

on a observé d'énormes masses formées par des lames enchevêtrées atteignant 1 cm de diamètre. De la muscovite testacée a été trouvée au Haut-Cormier, près Orvault; du mica palmé à Sautron (carrière à 1 kilomètre du bourg), à Basse-Indre, etc.

Le musée de Nantes possède une lame hexagonale de muscovite d'un jaune verdâtre de Cambon : elle a environ 6 cm de diamètre; elle est sensiblement uniaxe. Ce mica provient probablement d'un filon de pegmatite des micaschistes. — La collection du Muséum renferme un échantillon recueilli en 1853 dans le bassin de Saint-Nazaire. C'est une granulite extrêmement riche en lames hexagonales de muscovite, ayant en moyenne 1 cm de diamètre : elles englobent un très grand nombre de petites lamelles de biotite de même forme, présentant l'orientation de leur hôte et souvent maclées avec lui suivant la loi des micas. La muscovite présente elle-même de très nombreuses macles par accolement et superpositions. Les plans de séparation suivant ζ (135) et des pyramides de la zone $p\,d$ sont très distinctes.

Dans les filons à andalousite décrits page 33, on trouve en abondance une *muscovite* en grandes lames présentant des macles par superposition suivant p (001) extrêmement fréquentes.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. — Les pegmatites du Labourd sont riches en muscovite, en particulier à Cambo (tunnel), à Itsatsou, à Louhossoa, à Mendione, à Macaye, au Mont d'Ursoulia. Celles qui traversent les cipolins de Louhossoa et d'Itsatsou renferment, non seulement de la muscovite normale, mais une belle variété chromifère en lames d'un vert émeraude (*fuchsite*) qui ne se trouve pas dans le cipolin lui-même.

Hautes-Pyrénées. — Le massif du Pic du Midi de Bigorre est riche en granulites, en pegmatites et en filonnets de quartz à muscovite. Ces derniers abondent dans les schistes de l'entrée du lac Bleu; j'ai notamment recueilli des lames de muscovite ayant plusieurs centimètres de diamètre au Pas du Bouc : elles sont très plissées et les plans de glissement y sont très fréquents. Au cours d'une excursion faite avec M. Goguel, celui-ci a trouvé, près du col d'Oncet, un filonnet de pegmatite renfermant de gros cristaux de tourmaline d'un bleu foncé[1]

1. Ce gisement est à ajouter à ceux qui ont été indiqués page 90 : les cristaux trouvés par M. Goguel sont de grande taille et parfois basés.

et de larges lames de muscovite dont quelques-unes offrent la macle représentée par la figure 6.

De la muscovite en grandes lames et la variété palmée se trouvent en beaux échantillons dans la pegmatite qui traverse le petit îlot de schistes cristallins de Loucrup, au nord de Bagnères-de-Bigorre, ainsi qu'à Ordizan.

Haute-Garonne. — La muscovite se trouve en grandes lames dans la pegmatite du val de Burbe, au piton de Géry près l'Estagnon de Marignac, près le pont de Chaum, à Beauregard, à Superbagnères, au Mont de Juzet près Luchon, dans les granulites en filons dans les schistes du Mont du Lys près Luchon : les échantillons que j'ai étudiés m'ont été remis par M. Gourdon.

Le mica palmé de Luchon a été trouvé au-dessus des bains par Picot de Lapeyrouse et cité pour la première fois par Dietrich (*Desc. des gîtes des minéraux des Pyrénées*. 307. 1786). On le trouve au Bosquet des Bains (montagne de Superbagnères), à Beauregard et au Portillon de Burbe sur le versant français, etc. Les gisements de Luchon fournissent la plupart des échantillons de mica palmé que l'on trouve dans les collections avec l'indication « Pyrénées ».

Ariège. — La muscovite abonde dans l'Ariège ; elle se trouve soit dans des pegmatites ou granulites, qui sont fréquentes dans les gneiss et dans les micaschistes, soit dans des filons ou amandes de quartz dépourvus généralement de feldspath, mais riches en gros cristaux d'andalousite accompagnés de tourmaline. Ces filons de quartz se rencontrent surtout dans les schistes du précambrien.

Les gisements à citer sont, pour les pegmatites, le massif du pic des Trois-Seigneurs, les alentours de l'étang de Lherz, la montagne de Suc, les environs de Vicdessos ; la zone de schistes cristallins traversant la feuille de Foix (carte d'état-major) de l'O. à l'E. entre la vallée du Salat et l'Ariège (pont de Kercabanac, environs d'Aleu, de Biert, du Calmil, etc.) et sur les bords de l'Ariège : Montoulieu, Arignac, Mercus, Tarascon ; le massif du pic Saint-Barthélemy et en particulier le Mont-Fourcat ; tous les environs d'Ax (sur la route de Prades et à peu de distance de la ville d'Ax se trouve un beau gisement de mica palmé), la haute vallée d'Orlu, la montée du lac Naguille, la haute vallée d'Auzat, etc.

Les granites des environs d'Ax sont très granulitisés et localement chargés de muscovite. A la montée du Fort, au-dessus d'Ax, sur la

route militaire, se trouve un filon de granulite à muscovite presque entièrement transformée en une masse finement grenue de damourite jaune pâle. C'est M. Nentien qui a appelé mon attention sur ce gisement.

D'une façon générale, la muscovite est très abondante dans les filons quartzeux des gisements où a été signalée l'andalousite (page 34) ; elle y forme fréquemment des lames de plusieurs centimètres de diamètre.

Aude. — Au sud du département de l'Aude il existe plusieurs îlots de schistes cristallins (Viguer, *Etude géol. sur le département de l'Aude.* 228. 1887) riches en filons de pegmatites à grandes lames de muscovite et à cristaux de tourmaline. On les observe notamment à Salvezines, Bessédes, Rodome, Galinargues.

Pyrénées-Orientales. — Les pegmatites de Saint-Martin du Fenouillet, d'Argelès-sur-Mer contiennent en abondance de grandes lames de muscovite remarquablement riches en macles par superposition.

Montagne Noire. — *Tarn.* — Les granulites et pegmatites de la Montagne Noire sont localement riches en muscovite.

Plateau Central. — *Aveyron. Lozère.* — Il en est de même de celles du Rouergue et de la Lozère.

Haute-Loire. — La collection du Muséum renferme un nodule de la grosseur du poing formé par des lames losangiques de muscovite atteignant 2^{cm} et des prismes hexagonaux d'apatite vert clair ; cet échantillon provient de Saint-Privat d'Allier (coll. Pascal). Le même minéral se rencontre en très belles lames dans une pegmatite au sud de Brioude entre Blesles et Ardes (P.-de-D.), etc., etc.

Cantal. — Dans les filons de pegmatite des micaschistes des environs de Carlat, des Pendants, on trouve des lames de muscovite atteignant 5^{cm} : on peut citer aussi la pegmatite tourmalinifère du Sal-Bas en Saint-Poncy, les pegmatites et les filons de quartz des environs de Laroquebrou (notamment celles du val de Cère au-dessous de Laroquebrou), les pegmatites à muscovite au sud de Charmensac et des environs de Bonnac, près Sainte-Marie-le-Plain, etc.

Corrèze. — Le granite porphyroïde qui abonde dans la Corrèze présente (particulièrement entre Egletons, Meymac et Bonnefond) des fissures irrégulières tapissées de grandes lames de muscovite, associées parfois à de la biotite, du quartz, des feldspaths. La production de ces

minéraux doit être attribuée à des fumerolles granitiques. La muscovite est fréquente dans la pegmatite de Sainte-Féréole et dans toutes celles de la Corrèze.

Haute-Vienne. — La muscovite abonde dans la granulite de la chaîne de Blond, et on la trouve en très grandes lames dans les pegmatites qui la coupent.

Près d'Ambazac, à la Chèze, cette granulite est traversée par des pegmatites à muscovite, mais aussi par des granulites à lépidolite, dont il sera question plus loin; la muscovite abonde en grandes lames dans les anciennes carrières des Hureaux en Saint-Sylvestre.

A Ambazac, on trouve aussi, dans ces pegmatites, de la damourite en masses translucides d'un jaune verdâtre à cassure finement grenue, dont la structure réelle ne peut guère être décelée qu'au microscope.

Les gisements les plus remarquables de la Haute-Vienne au point de vue minéralogique se trouvent dans la commune de Bessines (Voir à *orthose*), à Chanteloube et à la Vilate. Au-dessous de la carrière de la Vilate, qui a fourni tant de minéraux rares (niobite, tantalite, wolfram, spessartine, triplite, triphylline, et leurs produits d'altération : huréaulite, dufrénite, alluaudite, etc.) et qui occupait encore quelques ouvriers en 1889, se trouve une petite carrière abandonnée dans laquelle la muscovite, soit seule, soit associée à de la biotite, forme des masses énormes dont on peut extraire des lames de plus d'un décimètre de largeur; elles sont rarement planes et généralement plus ou moins tordues et gondolées.

C'est dans les mêmes conditions que se trouve la muscovite testacée formée par des calottes sphériques emboîtées les unes dans les autres et se détachant facilement par clivage (fig. 5) (Les Hureaux, la Vilate, etc.). On rencontre, dans ces gisements, des masses de mica palmé.

Les échantillons de mica jaune citron en masses finement lamelleuses, renfermant de la cassitérite, que j'ai trouvés dans diverses collections sous le nom de lépidolite jaune de Chanteloube, sont constitués par une variété de muscovite.

Creuse. — Les filons stannifères de Montebras en Soumans renferment parfois, comme gangue de la cassitérite et de l'apatite bleue, un mica jaune d'or finement lamelleux, souvent groupé en masses testacées, fibrolamelleuses, et constitué par une variété de muscovite (damourite). Ce mica

se trouve souvent dans les collections sous les noms de talc, gilbertite, etc., de Montebras.

Puy-de-Dôme. — La muscovite est très abondante dans le Puy-de-Dôme. En voici quelques gisements particulièrement intéressants : pegmatite du bois du Peyrou en Ambert, du chemin conduisant à Valcivières (canton d'Arlanc) et particulièrement au voisinage de la Chaise-Dieu (lames losangiques), de la montagne de Pierre-sur-Haute près du pont du Chavarron (commune de Bourg-Lastic), du ravin de la côte granitique de Ceyrat à Theix (Bouillet, *Topogr. minér. du P.-de-D.* 1854. 146) ; pegmatites de Berzet près de Saint-Genès Champanelle, de Chagourdat près Saint-Amand Tallende. Dans la pegmatite à béryl et tourmaline de Bianchaud au nord de Saint-Pierre-la-Bourlhonne, on trouve des masses de muscovite en lames de 15 à 20^{cm} de diamètre atteignant plus d'un demi-mètre cube ; elles sont associées à une variété palmée (Gonnard et Adelphe : *B. S. M.* XVII. 614. 1894). Cette même variété a été observée à Chabrespine (canton de Combronde), etc.

Des lamelles hexagonales de muscovite, accompagnant des cristaux de grenat rouge groseille (a^2) dans les fissures des pegmatites (filons dans le gneiss) de Chassoles en Apchat, m'ont été signalées par M. Gonnard.

Loire. — Dans les pegmatites à cordiérite des bords du Vizezy, près Montbrison, etc.

Rhône. — De grandes lames $p\,m$ atteignant 4^{cm} souvent groupées en gerbes se trouvent dans les pegmatites à tourmaline de Montagny. Drian (*op. cit.*, p. 278) signale la muscovite en grandes lames dans les pegmatites de Charbonnières, du Poteau près l'Arbresle, du Four à Chaux entre le logis du Cerf, Lozanne et Dommartin, des environs de l'Echallas près Givors, de Maltaverne sur la route de Chessy à Lyon, etc.

Saône-et-Loire et Côte-d'Or. — La muscovite se présente en belles lames dans les pegmatites du Morvan. Aux environs d'Autun, on peut citer notamment Marmagne, Saint-Symphorien de Marmagne, Broye, Brion, etc., comme particulièrement riches à ce point de vue ; les lames losangiques de grande taille ne sont pas rares, souvent accompagnées par de la biotite. M. Berthier m'a communiqué de beaux échantillons lamelleux et palmés de muscovite provenant d'Ozon près Toulon-sur-Arroux, ainsi qu'un cristal de quartz de la Tagnière qui, à l'une de

ses extrémités, est associé à de la muscovite sous forme de pegmatite graphique. La muscovite palmée existe aussi à Brion.

Vosges. — *Vosges*. — La muscovite en belles lames se trouve dans des filons de pegmatite de Lusse, des Xettes et de la Haie-Griselle, de Gérardmer, de Ranfaing, des Arrentées de Corcieux, de Ceux, près Saint-Étienne, et d'autres gisements de pegmatite (Voir à *orthose*) cités par Delesse.

La muscovite palmée à grands éléments se trouve notamment à Saint-Nabord près Remiremont dans une pegmatite à feldspath rose.

[*Alsace*.] — On la trouve dans des agrégats pegmatoïdes des gneiss des environs d'Urbeis (Champs d'Yvrée, près bas d'Urbeis, Schnarupt, la Hingrie, Rouyer) ; la muscovite y est souvent groupée à axes parallèles avec de la biotite (Cohen, *Abhandl. geol. Specialkarte Elsass-Lothringen*, III. 155. 1889), aux Phaunoux près Sainte-Marie-aux-Mines, etc.

Alpes. — *Massif du Mont Blanc et Haute-Savoie*. — La muscovite se trouve en grandes lames dans une pegmatite à orthose et microcline en bancs intercalés dans les schistes cristallins de la cheminée de Trient. Les blocs de cette roche abondent dans la moraine droite du glacier des Grands (haute vallée de Trient), ainsi que dans la moraine gauche du glacier du Tour, à l'arête des Pissoirs près de l'aiguille du Tour (M. Brun). Elle existe aux Jeurs au-dessus de la Tête-Noire, etc. On trouve aussi ces pegmatites au milieu des schistes de l'arête des Rognes; elle est tourmalinifère (L. Mrazec, *la Protogine du Mont Blanc*. Genève. 1892. 68).

Isère. — On trouve la muscovite dans les pegmatites de Saint-Symphorien d'Ozon et dans les granulites du Dauphiné, en petites lames.

Alpes-Maritimes. — M. Léon Bertrand m'a communiqué de très larges lames de muscovite provenant des pegmatites du quartier du Pilier à Saint-Vallier de Thiey et de celles du Pra près Saint-Etienne-du-Mont (San Stephano). Ces dernières présentent parfois les formes hexagonales et ont jusqu'à 15 ^{cm} suivant l'arête d'allongement $pa^{5/2}$ (fig. 1).

Maures et **Esterel**. — *Var*. — La muscovite abonde dans les pegmatites traversant les micaschistes de l'Esterel ; la variété palmée m'a été signalée par M. Segond à Saint-Martin, près Le Plan de la Tour.

Corse. — Dans les pegmatites de Pruno près Ajaccio, on trouve la muscovite en grandes lames de 8^{cm} de diamètre.

Algérie. — *Alger*. — De très grandes lames de muscovite se rencontrent dans les pegmatites à tourmaline d'Alger (boulevard Bon-Accueil, Mustapha).

Grand-Bassam. — La collection du Muséum possède des échantillons de muscovite en grandes lames provenant du Grand-Bassam.

Gabon. — L'Exposition des Colonies (1878) renfermait de grandes lames de muscovite du Gabon, sans indication précise de localité.

Madagascar. — De larges lames de muscovite ont été signalées dans le quartz hyalin et dans les pegmatites de Madagascar et de l'île Sainte-Marie, sans indication plus précise. Il semble qu'à Madagascar les roches à biotite soient de beaucoup plus abondantes que les roches à muscovite. De grandes lames de muscovite ont été envoyées de Mayotte à l'Exposition universelle de 1878.

Cochinchine. — La muscovite en grandes lames se trouve dans des pegmatites rapportées de la Cochinchine sans indication de gisement plus précise.

Guyane française. — Dans les schistes cristallins de la Guyane française, les pegmatites sont abondantes et renferment de grandes lames de muscovite.

2° *Dans les schistes cristallins et les schistes granulitisés.*

La muscovite existe en abondance comme élément essentiel des gneiss granulitiques, de beaucoup de micaschistes et de la plupart des schistes, grès, etc., modifiés par action de contact de la granulite. Elle s'y présente sous forme de lamelles de taille très variable, tantôt dépourvues de formes cristallines, tantôt, au contraire, possédant des formes très nettes.

Il me paraît inutile de citer des gisements de ce genre qui seront trouvés en consultant une carte géologique. Je me contenterai de signaler quelques gisements présentant des particularités spéciales.

Bretagne. — *Morbihan*. — La fuchsite d'un vert émeraude se rencontre dans les micaschistes de la côte de Biléry (N.-O. de l'île de

Groix) (de Limur. *op. cit.*, 52; v. Lasaulx. *Verh. naturh. Vereins Bonn.* XL. 269. 1883). La muscovite des schistes à glaucophane est sodique, d'après ce dernier savant, et établit un passage à la paragonite.

Loire-Inférieure. — M. Baret m'a communiqué de jolies lames vert émeraude de fuchsite qu'il a recueillies dans les éclogites de Bouvron.

Le même minéralogiste a récemment trouvé, dans les éclogites de la Gagnerie de Brignan en Bouvron (*B. S. M.* XVIII. 123. 1895), de très belles masses de damourite lamello-compactes d'un vert émeraude clair. Ce minéral épigénise aussi de grands cristaux de disthène dans un filon de quartz qui coupe les mêmes éclogites. La damourite s'implante perpendiculairement à la face h^1 (100) du disthène.

Nouvelle-Calédonie. — La muscovite abonde dans les micaschistes et en particulier dans ceux qui sont associés à la glaucophane dans la vallée du Diahot et aux alentours de la mine de la Balade.

Une fuchsite d'un magnifique vert émeraude se trouve en grandes lames dans une amphibolite de la vallée du Diahot. M. Filhol a rapporté de Kanala un schiste onctueux ayant l'apparence d'une stéatite; il est constitué par un mica cryptocristallin très riche en potasse.

3° *Dans les filons quartzeux au voisinage de la lherzolite.*

Pyrénées. — *Ariège* — J'ai signalé (*B. C. F.* n° 42. 78. 1895) au port de Saleix l'existence de petits filonnets quartzeux traversant les schistes et quartzites liasiques métamorphisés par la lherzolite. Ils renferment du dipyre, de l'actinote et souvent, à leurs salbandes, des lames de muscovite atteignant jusqu'à $1^{cm}5$ de diamètre; elles présentent des macles par pénétration très fréquentes. La formation de la muscovite dans de semblables conditions est des plus remarquables; je ne l'ai observée que dans ce seul gisement.

4° *Dans les roches sédimentaires et dans les roches éruptives transformées par métamorphisme général ou dynamique.*

La muscovite forme un des éléments les plus fréquents des schistes paléozoïques et même de ceux du début de la période secondaire (Alpes) rendus cristallins par le métamorphisme général ou dynamique. Elle s'y présente parfois en grandes lames rappelant celles de la muscovite des schistes cristallins, mais le plus souvent elle constitue de très fines

lamelles parfois microscopiques appartenant à la variété *séricite*. Les schistes à séricite et surtout ceux qui sont à éléments très fins ont souvent le toucher gras des roches talqueuses et beaucoup d'entre eux ont été improprement appelés par les anciens auteurs « talcites, talcschistes, schistes talqueux ».

Ces petites lamelles, orientées dans le sens de la schistosité, présentent le plus souvent l'écartement des axes de la muscovite normale, mais parfois elles ont des axes rapprochés et doivent être rapportées à la damourite. L'examen microchimique est alors nécessaire pour distinguer le minéral du talc (Recherche de l'alumine par le procédé Behrens). Dans le cas d'un écartement d'axes assez grand, il est bon de faire des essais Boricky pour chercher s'il existe des alcalis (diagnostic différentiel de la pyrophyllite) et, dans l'affirmative, pour voir si le mica n'est pas de la paragonite (présence de la soude au lieu de la potasse).

Les schistes à séricite sont extrêmement abondants en France et notamment dans l'Ardenne, la Bretagne, les Pyrénées, le Plateau Central, les Alpes, la Corse, etc.

Il est probable qu'une partie notable, sinon la totalité, de la séricite de ces schistes est due à la décomposition de feldspaths anciens.

Dans toutes les régions énergiquement plissées (Alpes, Pyrénées, etc.) les roches feldspathiques (éruptives ou métamorphiques) ont subi des déformations mécaniques très intenses qui ont souvent donné naissance à une véritable schistosité ; il se développe alors dans ces roches, et en très grande abondance, des traînées de fines lamelles de séricite identiques à celles des véritables schistes à séricite. Cette séricite se montre souvent à l'œil nu dans les joints et les plans de fissilité des roches laminées sous forme d'enduits nacrés.

La séricite se trouve fréquemment aussi entre les feuillets ou dans les fentes des schistes paléozoïques (environs de Nantes), tenant parfois la place de fossiles animaux [graptolites du silurien des Pyrénées, etc.] ou végétaux [nombreuses feuilles ou tiges du houiller de Petitcœur en Tarentaise (Savoie)]. Ces produits, d'un blanc nacré, à toucher souvent onctueux, ont été souvent considérés comme des variétés de kaolinite (pholérite), ceux de Petitcœur ont été assimilés à la *gümbelite* de Kobell. Ce minéral est regardé par tous les auteurs comme une variété de pyrophyllite. Les analyses que j'ai citées page 339 (analyses *f. g. h.*) me paraissent ne laisser aucun doute sur la nature de cette substance : du

reste, l'examen microscopique fait voir que ces paillettes blanches nacrées ne possèdent pas le grand écartement d'axes de la pyrophyllite et se rapprochent, au contraire, de la damourite.

5° *Dans des roches diverses, comme produit secondaire.*

Dans le courant de ce volume, j'ai eu souvent à parler des transformations de divers minéraux en produits micacés qui sont à rapporter à la muscovite ou à l'une de ses variétés, la séricite ou la damourite. Certaines de ces pseudomorphoses micacées ont même reçu des noms spéciaux. Sans répéter ce qui a été dit à divers articles, je rappellerai rapidement les minéraux des gisements français qui, par leur transformation, donnent naissance à des muscovites.

Silicates d'alumine. — La production de la muscovite à leurs dépens implique un apport d'alcalis et de magnésie : *dumortiérite* (p. 18), *andalousite* (p. 30, fig. 10), *disthène* (p. 69, fig. 8), *sillimanite* (p. 52), *topaze* (p. 61). Les pseudomorphoses de ces minéraux ne donnent pas seulement naissance à des micas cryptocristallins; c'est, en effet, aux dépens du disthène, près de Pontivy (*Morbihan*), que se sont produites les larges lames en rosettes que Delesse a décrites pour la première fois sous le nom de *damourite* (*A. P. C.* XV. 248. 1845). Le gisement de Bouvron cité page 350 est dans le même cas. L'altération de l'*andalousite* donne souvent aussi naissance à de grandes lames de muscovite ou de damourite (env. de Nantes, Pyrénées, etc.).

La *staurotide* subit des altérations du même genre que celles des minéraux précédents (p. 5, fig. 2).

Les divers types de *tourmaline* présentent des altérations micacées, mais ces altérations sont surtout abondantes dans les types peu colorés. J'ai parlé (page 83) des pseudomorphoses de la tourmaline rose d'Orvault (*Loire-Inférieure*) en damourite jaune pâle dont les lamelles très petites produisent, par leur réunion, des masses finement grenues translucides : elles y sont très fréquentes.

Le *chloritoïde* de Groix et probablement aussi celui des Ardennes (*ottrélite*) se transforment en un mélange de muscovite et de chlorite.

La *néphéline* et la *sodalite* des syénites néphéliniques se transforment très fréquemment en mica blanc; il y aurait intérêt à rechercher si celui-ci n'est pas sodique : malheureusement, il n'est guère possible de l'isoler à l'état de pureté dans la roche de Pouzac (*Hautes-Pyrénées*).

La *cordiérite* se rencontre dans les gisements français, bien plus souvent sous forme de pseudomorphoses micacées qu'à l'état intact. Dans certains gisements (microgranulites et porphyres), celles-ci sont toujours absolument complètes. Ces pseudomorphoses sont parfois, crpytocristallines (*pinite*), alors que, dans d'autres cas, la muscovite, associée à de la biotite et à des chlorites, se présente en grandes lames clivables suivant la base de la cordiérite (*gigantolite*). Elles seront longuement décrites plus loin.

Tous les *feldspaths* et plus particulièrement les types acides (*orthose*, *microcline*, *albite*) se transforment fréquemment en mica. Le résultat ultime de cette transformation est une substance (*pinitoïde*) d'un jaune plus ou moins foncé à éclat cireux, souvent translucide, dont la structure finement lamelleuse n'est visible qu'au microscope. Dans les pegmatites de la Chèze près Ambazac (*H^te-Vienne*), on trouve de gros blocs translucides très purs de cette damourite secondaire. La composition chimique des micas blancs secondaires formés aux dépens des feldspaths calcosodiques demanderait de nouvelles études ; ils pourraient bien être constitués par de la paragonite.

Les transformations micacées de *wernérite* rappellent celles des feldspaths.

6° *Dans les roches sédimentaires comme élément détritique.*

Toutes les roches sédimentaires produites par la destruction des roches renfermant normalement de la muscovite contiennent ce dernier minéral qui peut même parfois devenir assez abondant pour former de véritables roches micacées. A ce point de vue, on peut citer, dans les environs de Paris, comme particulièrement intéressants, certains niveaux des sables de Fontainebleau (*oligocène*) et notamment ceux de Feucherolles, de la butte de Picardie près Versailles, de Saint-Martin-du-Tertre (*Seine-et-Oise*), dans lesquels les sables renferment une quantité considérable de paillettes de muscovite associées à fort peu de biotite généralement altérée.

PARAGONITE

$(H\,Na)\,Al\,Si\,O^4$

Formes et faciès. — La paragonite ne se trouve qu'en fines écailles à contours irréguliers dont la réunion donne naissance à des masses

schisteuses ou compactes ; leur nature cristalline n'est souvent appréciable que grâce à l'examen microscopique.

Clivages. — Clivage *p* (001) micacé.

Dureté. — 2,5 à 3.

Densité. — 2,78 à 2,9 ; 3,075 (cossaïte de Bousson, M. Piolti).

Coloration et éclat. — Blanche, blanc grisâtre ou verdâtre, jaune. Éclat nacré. Transparente en lames minces.

Propriétés optiques. — Bissectrice aiguë négative (n_p) plus ou moins normale au clivage facile.

$$2\,E = 70^\circ \text{ environ.}$$

Composition chimique. — *a*) Composition correspondant à la formule (H Na) Al Si O^4, avec H : K = 2 : 1 ;

b) Analyse de la paragonite de Changé, par M. Jannettaz (*B. S. G.* X. 396. 1880-81) ;

c) Analyse de la paragonite (cossaïte) de Bousson, par M. Piolti (*Accad. Torino* XXIII. 187. 1888).

	a	*b*	*c*
SiO^2	47,1	47,2	46,50
Al^2O^3	40,1	37,7	40,68
Fe^2O^3	»	»	2,68
MgO	»	»	»
CaO.....	»	»	»
Na^2O.	8,1	6,4	4,75
K^2O.....	»	3,6	1,33
Li^2O	»	»	traces
H^2O.....	4,7	5,2	4,57
	100,0	100,1	100,51

Essais pyrognostiques. — Voir page 309.

Diagnostic. — Le diagnostic différentiel de la muscovite réside dans la prédominance de la soude sur la potasse.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La paragonite est un minéral de la série des schistes cristallins. On la trouve aussi dans les schistes paléozoïques métamorphiques.

Il est possible que beaucoup de micas blancs microscopiques d'origine secondaire, formés aux dépens de minéraux sodiques (néphéline,

feldspaths tricliniques) et considérés comme séricite appartiennent à la paragonite : les propriétés optiques seules ne permettent pas la distinction de ces deux espèces.

On a vu plus haut que la muscovite des schistes à glaucophane de l'île de Groix et de la Nouvelle-Calédonie est sodique : elle établit le passage de la muscovite à la paragonite.

Bretagne. — *Mayenne.* — M. Jannettaz a étudié une substance blanche fibroschisteuse à éclat cireux provenant de Changé près Laval et désignée autrefois par Blavier sous le nom de *stéatite quartzeuse*. Il l'a d'abord considérée comme une variété de pinite (*B. S. M.* III. 82. 1880) ; dans un travail plus récent, le même savant a donné l'analyse (*b*) faite sur une matière purifiée qu'il a assimilée à la paragonite (*B. S. G.* X. 396. 1880-81).

Le minéral qui nous occupe ici forme parfois de petits lits où il est presque pur ; le plus souvent il constitue une portion importante de roches schisteuses qui ont été appelées parfois *blaviérite* et qui sont des arkoses de microgranulite ou des microgranulites déformées par dynamométamorphisme.

Alpes. — La paragonite n'a pas été jusqu'à présent signalée dans les Alpes françaises, bien que son existence dans les schistes lustrés paraisse probable. Ce minéral a été, en effet, trouvé dans ceux du versant italien au sud du mont Cenis, près de Bousson (district de Suse). Il s'y trouve au milieu de calcschistes sous forme d'un minéral compact vert pomme dont la structure cristalline apparaît au microscope. L'analyse de M. Piolti (*Accad. Torino* XXIII. 187. 1888) a été donnée en (*c*). La composition et les propriétés pyrognostiques de ce minéral sont très voisines de celles de la variété des environs d'Yvrée désignée sous le nom de *cossaïte*.

LÉPIDOLITE

$$(K\,Li)\,Al^2\,Si^3\,O^9\,(OH,F)^2$$

Monoclinique : forme voisine de celle de la muscovite.

Formes observées. — Lamelles hexagonales ou losangiques.

Macles. — Macles des micas avec pénétration ; une même lame est souvent divisée en plusieurs secteurs à contours non rectilignes.

Faciès des cristaux. — Dans les gisements dont j'ai à m'occuper ici, la lépidolite forme des lamelles enchevêtrées ayant parfois plusieurs millimètres de diamètre, mais ne présentant que rarement des contours géométriques distincts. Souvent aussi, la lépidolite forme des masses cristallines presque compactes, constituées par de très petites paillettes.

Clivages. — Clivage p (001) parfait.

Dureté. — 2,5.

Densité. — 2,8 à 2,9 ; 2,806 lép. de La Chèze.

Coloration et éclat. — Rose, rouge, violacée, lilas, jaune, grise, ou incolore. La coloration rose est due à des traces de manganèse.

Éclat nacré ; les lames de clivage sont transparentes.

Propriétés optiques. — Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010), rarement parallèle à cette face (M. Scharizer). Bissectrice aiguë *négative* (n_p) presque perpendiculaire à p (001). [Elle fait avec la normale à p un angle de 1° 47′ (rouge) dans la lépidolite de Schüttenhofen (Scharizer)].

$$2E = 57° \text{ à } 83° \text{ environ.}$$

Pléochroïsme. — La lépidolite est incolore en lames minces. En lames épaisses, le pléochroïsme est net. J'ai observé pour le minéral d'Ambazac :

n_g = rose pâle ;
n_m = rose pâle ;
n_p = incolore.

Composition chimique. — *a*) Composition moyenne de la lépidolite d'après M. Tschermak (*Lehrb. der Min.* 514. 1894) : une partie du fluor est remplacée par de l'hydroxyle ;

b) Analyse de la lépidolite d'Échassières faite à l'École des Mines, *in* de Launay (*B. S. G.* XVI. 1067. 1888). Le minéral était, sans doute, impur.

	a	*b*
SiO^2	50,2	59,30
Al^2O^3	28,5	27,00
Fe^2O^3	»	0,20
CaO.....	»	0,35
MgO.....	»	2,60
K^2O.....	10,9	1,64
Na^2O.. ...	»	3,30
Li^2O	4,2	2,66
Fl.....	10,4	traces
H^2O.....	»	2,00
	104,2	99,05

Essais pyrognostiques. — Voir page 309.

Diagnostic. — La facile fusibilité et la réaction de la lithine constituent un excellent diagnostic de la lépidolite. La couleur des variétés roses est aussi un caractère à considérer.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La lépidolite se rencontre exclusivement dans les granulites et particulièrement dans celles qui sont stannifères.

Plateau Central. — *Creuse.* — J'ai observé de larges lames blanches ou rosées de lépidolite associées à la *morinite* des mines de cassitérite de Montebras en Soumans.

Haute-Vienne. — La lépidolite forme des masses finement écailleuses roses (semblables à celles de Rozena) dans les pegmatites de Chanteloube en Bessines. Elle y a été trouvée par Lelièvre et a été signalée par Alluaud en 1812 (*J. M.* XXXI. 72).

La lépidolite se présente en fort beaux échantillons dans la granulite à cassitérite qui a été exploitée dans des carrières situées sur le bord de la route à la Chèze, près Ambazac. Elle y forme des lames roses ayant 4 ou 5^{mm} de diamètre (exceptionnellement 1^{cm} dans un fragment que m'a communiqué M. de Mauroi). Ce mica est souvent assez abondant pour constituer presque exclusivement de beaux échantillons de collection de la grosseur du poing. J'ai décrit cette roche, p. 62, à l'occasion de la topaze qu'elle renferme. On trouve aussi, dans le même gisement, ainsi qu'à Chanteloube, des masses finement écailleuses du même minéral.

La collection du Muséum renferme, sous le nom de lépidolite jaune de Chanteloube, des échantillons formés par des paillettes jaune d'or associées à la cassitérite et ressemblant, au point de vue de la structure, à la lépidolite rose du même gisement : j'ai pu constater que ce minéral est en réalité constitué par de la muscovite.

Allier. — La lépidolite d'un blanc verdâtre forme des nids dans la granulite kaolinisée d'Échassières, traversée par des filons de quartz stannifère (analyse *b*).

ANNEXE AU GROUPE DES MICAS

CHROMOCRE

Monoclinique (par analogie avec les micas).

Faciès. — Le chromocre se présente sous la forme de masses à aspect terreux, parfois grenues, imprégnant le plus souvent des roches quartzeuses ou même du quartz cristallisé. Sa structure cristalline ne peut être décelée qu'au microscope. Aux faibles grossissements, le minéral se présente sous forme de globules, rappelant ceux de glauconie. Avec de plus forts grossissements, on constate que ces globules sont des sphérolites formés par de petites écailles groupées autour d'un centre. Plus rarement, il existe des lamelles de plus grande taille distribuées sans ordre, dans lesquelles les propriétés optiques peuvent être étudiées sans trop de difficultés.

Clivages. — Clivage *p* (001) micacé.

Dureté. — Très tendre, se coupe au couteau en sortant du gisement. Durcit après exposition à l'air.

Densité. — Les densités de 2,5067, 2,571, 2,612 données par Leschevin ont été prises sur la matière impure dont l'analyse est donnée plus loin. Le nombre 2,47 a été obtenu sur un petit grain d'apparence homogène.

Coloration et éclat. — Vert pomme, vert foncé. Aspect terreux et terne. Transparent en lames minces.

Propriétés optiques. — La bissectrice aiguë *négative* (n_p) est plus ou moins perpendiculaire au clivage facile. Les axes sont presque réunis. L'extinction des sections perpendiculaires au clivage paraît être parallèle à la trace de clivage ; il est donc possible que le minéral soit orthorhombique.

Pléochroïsme. — Le pléochroïsme est faible, variable avec la teinte plus ou moins verte du minéral.

$\mathbf{n}_g$ et $\mathbf{n}_m$ = vert vif ;
$\mathbf{n}_p$ = vert jaunâtre à incolore.

Composition chimique. — Je donne comme documents les analyses publiées par Leschevin (*J. P.* LXX. 372. 1810) et exécutées par Drappiez (*a* et *b*) et par Collet Descotils (*c*) ; elles ont été faites certainement, non sur le chromocre isolé, mais sur la roche qui le renferme.

	a	*b*	*c*
SiO^2.....	64	52	84
Al^2O^3 ...	23	27	4,5
Cr^2O^3 ...	10,5	13	2,5
Fe^2O^3 ...	»	2	1
Ca O.....	2,5	4,5	»
Mg O		»	»
H^2O.....	»	1,5	3,5
	100,0	100,0	95,5
Densité	2,571	2,612	2,5077

Ces analyses sont évidemment inexactes : des essais microchimiques que j'ai faits sur la substance purifiée montrent que le minéral est riche en alumine, en chrome, en magnésie et en potasse. Il ne se modifie pas au rouge naissant : il constitue probablement une variété cryptocristalline très chromifère de muscovite.

Essais pyrognostiques. — Donne avec le borax la réaction du chrome. Dans le tube, ne donne pas d'eau au rouge sombre. Insoluble dans les acides.

Diagnostic. — Le chromocre à aspect terreux présente une grande analogie avec la glauconie, dont il se distingue notamment par sa couleur d'un vert plus vif, ses réactions au chalumeau (chrome) et parfois aussi par la nature de la roche qui le renferme le plus habituellement (arkoses et filons quartzeux).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* — M. Baret m'a remis, sous le nom de chromocre, des enduits d'un vert de chrome foncé, colorant et imprégnant des calcaires quartzeux paléozoïques de Vieillevigne. L'examen microscopique montre que cette substance verte est formée par de petites lamelles micacées possédant les propriétés du chromocre des Écouchets, mais ne formant pas d'agrégats cryptocristallins.

Morvan. — *Saône-et-Loire.* — Le chromocre a été découvert et décrit par Leschevin (*J. P.* LXX. 372. 1810). Il se trouve dans la mon-

tagne des Écouchets près du Creusot, soit en petits lits de quelques millimètres au milieu des arkoses triasiques (sommet de la pente sud de la montagne), soit dans des poudingues à plus gros éléments (pente est). Enfin, il colore en vert, d'une façon plus ou moins régulière, des filons quartzeux (renfermant des géodes) qui traversent les mêmes arkoses. Le chromocre se présente généralement sous forme de globules à structure cryptocristalline, très rarement sous celle de petites lamelles micacées.

DAVREUXITE

Sous le nom de *davreuxite*, M. de Koninck a décrit (*Bull. Acad. Belg.* XLVI. 240. 1878) un minéral en petites écailles fibrolamelleuses d'un blanc un peu rosé avec éclat nacré, qui a été trouvé dans une veine de quartz traversant les schistes salmiens d'Ottré [*Ardenne belge*].

Un échantillon que j'ai examiné (*B. S. M.* IX. 5. 1886) m'a donné des propriétés optiques identiques à celles de la muscovite.

La composition chimique est la suivante :

SiO^2.....	55,94
Al^2O^3 ...	33,53
MnO	5,25
MgO	1,10
H^2O	4,19
	100,07

d'où il faudrait déduire, d'après M. de Koninck, 16,63 de silice mélangée au minéral sous forme de quartz.

GROUPE DES CLINTONITES

Les minéraux de ce groupe sont voisins des micas ; ils possèdent les formes de ceux-ci, leur clivage facile, leurs propriétés optiques ; les lames de clivage sont fragiles (d'où le nom de « micas fragiles », Spröd-

glimmer, qu'on leur donne parfois) ; ils sont plus basiques que les micas. Au point de vue chimique, ils établissent une transition entre les micas (par l'intermédiaire de la margarite) et les chlorites (par l'intermédiaire des chloritoïdes).

M. Tschermak, qui a fait une étude approfondie de ce groupe de minéraux, y a établi les divisions suivantes (*Sitzungsb. d. Akad. Wien*, LXXVIII. 555. 1879) ;

Margarite

Clintonites { *xanthophyllite* / *brandisite* / *seybertite*

Chloritoïdes

La margarite (H^2 Ca Al^4 Si^2 O^{12}) est souvent rattachée aux micas. D'après M. Tschermak, les clintonites proprement dites seraient très voisines les unes des autres et leur constitution pourrait s'interpréter par la formule générale :

$$m\,(H^2\,Ca\,Mg^4\,Si^2\,O^{12}) + n\,(H^2\,Ca\,Mg\,Al^6\,O^{12}),$$

dont les deux termes seraient isomorphes.

La composition chimique des chloritoïdes est moins bien connue et celle de quelques-uns seulement peut être rapportée à la formule $H^2\,Fe^4\,Al^2\,Si\,O^4$.

Pour la discussion de ce sujet, voir aussi le mémoire de M. Clarke (*Amer. J. of Sc.* XXXVIII. 392. 1889).

Parmi tous ces minéraux, la brandisite et le chloritoïde ont été seuls trouvés en France.

BRANDISITE

$$\mathbf{H^{14}\,Ca^{7}\,Mg^{16}\,Al^{24}\,Si^{9}\,O^{84}}$$

Paramètres très sensiblement les mêmes que ceux de la biotite.

Formes observées. — p (001), g^1 (010), e^2 (012), $e^{2/5}$ (052), $e^{1/9}$ (091), d^1 (112), $b^{7/6}$ ($\bar{3}37$), $b^{7/12}$ ($\bar{6}67$), $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$).

Macles. — Macles suivant la loi des micas. L'étude optique montre

que les individus constituant ces macles sont eux-mêmes le résultat de groupements complexes.

	Angles calculés	Angles obs. (Tsch.)		Angles calculés	Angles obs. (Tsch.)
$p\,e^2$	121°25′	121°30′	$p\,d^1$	106°58′	107° env.
$p\,e^{2/5}$	96°58′	96°51′	$p\,b^{7/6}$	109°37′	109°52′
$p\,e^{1/9}$	91°57′	92° env.	$p\,b^{7/12}$	100° 6′	99°19′
$p\,g^1$	90°	90° env.	$p\,b^{1/4}$	94°22′	94°18′

Les angles calculés ci-dessus sont ceux de la biotite ; on voit qu'ils concordent avec les angles mesurés par M. Tschermak sur la brandisite.

Faciès des cristaux. — La brandisite forme des cristaux à contours hexagonaux très aplatis suivant la base, toujours maclés et présentant par suite sur leur pourtour une série d'angles rentrants et saillants plusieurs fois répétés (fig. 1 et 2, d'après M. Tschermak).

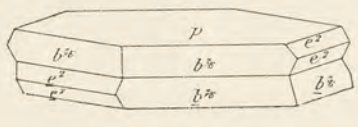


Fig. 1.
Figure théorique représentant la macle de la brandisite.

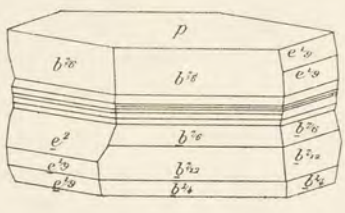


Fig. 2.
Macle complexe de brandisite.

Clivages. — Clivage p (001) parfait, donnant des lames fragiles. Figures de choc et de percussion analogues à celles des micas, mais dont les positions respectives sont renversées. C'est ainsi que les *figures de pression* sont parallèles et les *figures de choc* perpendiculaires aux faces limitant les lames hexagonales.

Dureté. — 5 sur p (001), dépassant 6 sur les autres faces.

Densité. — 3,0 à 3,1.

Coloration et éclat. — Vert poireau à vert noir. Éclat vitreux. Transparent en lames minces.

Propriétés optiques. — Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010)[1]. Bissectrice aiguë négative sensiblement perpendiculaire à p (001).

$$2\,E = 18° \text{ à } 35° \text{ (Tschermak).}$$

Pléochroïsme. — La brandisite est incolore en lames minces ; dans

1. Dans la *seybertite* (clintonite), le plan des axes est perpendiculaire à g^1 (010).

les lames épaisses, elle possède un pléochroïsme analogue (comme direction du maximum) à celui des chlorites.

Composition chimique. — En admettant l'hypothèse de M. Tschermak d'après laquelle la brandisite serait un mélange de $3(H^2\ Ca\ Mg^4\ Si^3\ O^{12}) + 4(H^2\ Ca\ Mg\ Al^6\ O^{12})$, la composition est la suivante :

SiO^2.....	18,40
Al^2O^3.....	42,13
MgO.....	21,81
CaO.....	13,36
H^2O.....	4,30
	100,00

une petite quantité de $Al^2\ O^3$ étant remplacée par $Fe^2\ O^3$.

Essais pyrognostiques. — Au chalumeau, blanchit sans fondre. Donne de l'eau dans le tube. Réduite en poudre fine, est décomposée par l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. — Indépendamment de la composition chimique quantitative, la fragilité des lames de clivage, la position des figures de pression et de choc, l'infusibilité au chalumeau font aisément distinguer la brandisite à la fois de la biotite verte et des chlorites. La biréfringence plus faible est aussi un caractère différentiel de la biotite.

Le signe négatif de la bissectrice et le faible écartement des axes optiques ne permettent pas de confondre la brandisite et le chloritoïde ; ce dernier minéral, du reste, ne présente pas les formes nettes fréquentes dans la brandisite géodique. De plus, l'intensité du pléochroïsme et la forte densité sont très caractéristiques du chloritoïde.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Alpes. — *Massif du mont Blanc (Haute-Savoie).* — Le seul gisement connu de brandisite a été pendant longtemps constitué par les roches de contact de la région de Monzoni dans le Tyrol. M. Tschermak a décrit deux échantillons donnés comme biotite dans une collection et indiqués comme provenant, l'un de la vallée de Chamonix, l'autre de Voisette (?) (Savoie). D'après les renseignements que je dois à ce savant, ces échantillons ne présentent aucune gangue permettant de se rendre compte de la nature de leur gisement. Si les indications de provenance sont exactes, il est probable que ce minéral a été trouvé dans les fentes du granite (protogine) ou de schistes cristallins.

CHLORITOÏDE

Les minéraux réunis sous ce nom possèdent tous les mêmes propriétés optiques, ou tout ou moins des propriétés optiques voisines. Leur composition chimique exprimée par les analyses données jusqu'ici paraît différente. Les variétés à grandes lames (*chloritoïde* de l'île de Groix, de l'Oural, *sismondine* de Saint-Marcel) se rapprochent de la formule $H^2\,Fe\,Al^2\,Si\,O^7$, tandis que les variétés en cristaux plus petits (*ottrélite*, *venasquite*) sont beaucoup plus riches en silice (42 à 44 % environ, au lieu de 23,8 exigés par la formule donnée plus haut); quelques-unes d'entre elles sont en outre riches en manganèse (*ottrélite*).

L'exemple des micas, dans lesquels de grandes variations de composition chimique modifient peu les propriétés optiques, pourrait conduire à penser que l'ottrélite est une espèce distincte du chloritoïde. Cependant l'examen microscopique fait voir que les ottrélites et les venasquites, relativement très siliceuses, sont en même temps extrêmement riches en inclusions de quartz. Quelques-uns de leurs cristaux, qui, à l'œil nu, paraissent homogènes, se montrent au microscope constitués par de véritables écumoires, criblées de grains de quartz. Il paraît difficile de purifier complètement une semblable matière, dont l'histoire, à ce point de vue, rappelle celle de la staurotide (page 10, fig. 8).

La présence d'une quantité variable de manganèse remplaçant dans l'ottrélite une proportion équivalente de fer n'étant pas suffisante pour nécessiter la séparation de l'ottrélite et du chloritoïde, je réunis dans le même paragraphe ces deux substances, en attendant qu'une nouvelle étude chimique vienne trancher cette question. J'emploierai toutefois le mot d'*ottrélite* pour désigner les variétés manganésifères en petites paillettes.

Triclinique ou monoclinique (pseudohexagonal, pseudorhombique).

$$\left\{\begin{array}{l} m\,t = 120^\circ \text{ env.} \\ m\,g^1 = 122^\circ \text{ env.} \\ t\,g^1 = 118^\circ \text{ env.} \end{array}\right.$$

Formes observées. — La forme des lamelles de chloritoïde peut être comparée à celle des micas; elles sont aplaties suivant p (001), losangiques avec des angles voisins de 60° et de 120°, ou hexagonales.

Macles. — Les macles sont presque constantes, analogues à celles des micas ; le type par superpositions plusieurs fois répétées suivant p (001) est souvent combiné au type par accolement suivant une face de la zone prismatique ou par interpénétrations irrégulières. Ces macles sont généralement polysynthétiques : les sections perpendiculaires à la base présentent alors, entre les nicols croisés, des bandes très analogues à celles des feldspaths tricliniques. Rarement ces macles sont seulement binaires (Seviscourt).

Faciès des cristaux. — Le *chloritoïde* forme parfois des masses lamellaires, constituées par des cristaux empilés, ayant plusieurs centimètres de plus grande dimension. Ils ont généralement des formes peu distinctes. Leur clivage basique donne de larges surfaces le plus souvent courbes (île de Groix) ; fréquemment (*venasquite*), les lames sont de plus petite taille, très courbes, et constituent, par leur réunion avec du quartz et de la séricite, des masses irrégulières peu ou pas schisteuses. L'*ottrélite*, au contraire, forme des lamelles à contours fort nets, hexagonaux ou losangiques, dépassant rarement 1^{mm} ; elles sont distribuées dans des schistes à grains fins. Elles se groupent souvent en rosettes.

Clivages. — Clivage basique moins facile que dans les micas ; il est augmenté par l'existence de macles. Clivages difficiles suivant m ($1\bar{1}0$), t (110), presque perpendiculaires à p (001) et faisant entre eux un angle voisin de 120°. Clivage g^1 (010) difficile ; M. des Cloizeaux a constaté que ce clivage partage en deux parties inégales (62° et 58° à 58°20′ environ) l'angle obtus des clivages prismatiques .

Dureté. — 6,5. Les lames de clivage sont fragiles.

Densité. — 3,52 à 3,57 (chloritoïde), 3,266 (ottrélite), 3,26 (venasquite, M. Damour).

Coloration et éclat. — Vert noir, vert gris. Poussière blanche ou gris verdâtre.

Éclat vitreux, un peu nacré sur les surfaces de clivage.

Inclusions. — Le chloritoïde est généralement très riche en inclusions. Ses cristaux présentent souvent la même structure que le cristal de staurotide figuré page 10 (fig. 8). Ils sont criblés de grains de quartz; on y observe aussi des inclusions de magnétite, d'ilménite, de rutile, de tourmaline et, dans les chloritoïdes des schistes paléozoïques (ottrélite), de la matière charbonneuse, qui est tantôt régulière-

ment distribuée, tantôt non orientée. Souvent elle s'accumule au centre du cristal, dont les bords seuls sont transparents en lames minces.

Propriétés optiques. — Plan des axes optiques parallèle ou presque parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë positive (n_g) faisant avec l'axe vertical un angle de 3° environ (sismondine de Saint-Marcel) à 12° ou 18°, mais atteignant exceptionnellement 28° (Seviscourt, lame non maclée). Cette obliquité offre son maximum dans les ottrélites en petites lames.

M. des Cloizeaux a trouvé que, dans le clivage p (001), l'extinction se fait à 1° ou 1°30′ de l'axe a, en se rapprochant de l'arête pt (*B. S. M.* VII. 80. 1884).

$\mathbf{n}_m = 1{,}741$ (Rosenbusch. Val Chisone, lumière du gaz).

L'angle des axes varie de 120° (rouge) à 65° suivant les localités.

M. des Cloizeaux a donné pour la sismondine du Val de Chisone :

$2\,\mathbf{E} = 101°26'$ (verre rouge), 91°22′ (verre vert) ;
$= 65°$ à 70° : île de Groix (v. Lasaulx).

M. Barrois a indiqué $2\,V = 45°$ à 55° pour le minéral de l'île de Groix. La dispersion est très forte avec $\rho > \rho$ et dispersion horizontale notable dans les chloritoïdes en grandes lames (île de Groix) ; la dispersion est moins grande dans les chloritoïdes et ottrélites des autres gisements étudiés plus loin.

$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}010$ environ.

Pléochroïsme. — Le pléochroïsme est très caractéristique. Il varie en intensité avec la coloration des échantillons des diverses localités. Le chloritoïde de l'île de Groix est le plus pléochroïque, l'ottrélite des environs de Monthermé le moins pléochroïque des chloritoïdes que j'ai eu l'occasion d'examiner. On observe suivant :

$\mathbf{n}_g =$ jaune verdâtre ;
$\mathbf{n}_m =$ bleu indigo ;
$\mathbf{n}_p =$ vert olive.

Composition chimique. — J'ai dit plus haut que la composition chimique des chloritoïdes n'est pas établie avec certitude. Les variétés en grandes lames, qui sont souvent pauvres en inclusions, se rappro-

chent de la formule H^2 Fe Al^2 Si O^7 avec une partie du fer remplacée par Mg. Les variétés à petites lames (*ottrélite*, *venasquite*) offrent une teneur en silice plus élevée ; leur composition se rapproche de la formule H^2 Fe Al Si^2 O^9 (*ottrélite*), avec une partie du fer remplacée par du manganèse, ou de H^2 Fe Al^2 Si^3 O^{11} (*venasquite*).

a) Composition correspondant à la formule H^2 Fe Al^2 Si O^7 ;

b) Composition correspondant à la formule H^2 Fe Al^2 Si^2 O^9 (*ottrélite*) ;

c) Composition correspondant à la formule H^2 Fe Al^2 Si^3 O^{11} (*venasquite*) ;

Analyses : *d*) du chloritoïde de Grippe (île de Groix) par Renard (*in* Barrois, *B. S. M.* VII. 42. 1882) ;

e) de l'ottrélite (salmite) de Viel-Salm (après déduct. de 15,06 % de quartz) par M. de Koninck (*in* Prost, *Ann. soc. géol. Belg.* XI. 93. 1883) ;

f et *g*) de l'ottrélite d'Ottré par M. Damour (*A. M.* II. 357. 1842) ;

h) de l'ottrélite d'Ottré par M. Klement (*Z. K.* VIII. 420. 1883) ;

i) de l'ottrélite de Serpont par M. Klement (*Id.*) ;

j) de l'ottrélite de Lierneux par M. Renard (*Id.*) ;

k) de la venasquite de Venasque par M. Damour (*B. S. M.* II. 167. 1879).

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*	*j*	*k*
SiO^2	23,8	38,5	48,4	24,90	22,52	43,52	43,34	42,48	41,65	40,55	44,79
Al_2O^3	40,5	32,7	27,4	40,36	39,60	23,89	24,63	29,29	29,47	30,80	29,71
Fe^2O^3	»	»	»	»	3,97	»	»	3,30	4,02	3,82	»
FeO	28,5	23,0	19,3	26,17	15,35	16,81	16,72	12,11	17,87	12,46	20,75
MnO	»	»	»	»	8,40	8,03	8,18	6,10	0,93	6,51	»
MgO	»	»	»	2,54	2,10	»	»	2,05	1,57	0,45	0,62
CaO	»	»	»	»	0,35	»	»	»	»	1,29	»
CoO	»	»	»	»	0,05	»	»	»	»	»	»
H^2O	7,2	5,8	4,9	6,23	7,44	5,63	5,66	5,07	5,84	4,12	4,93
	100,0	100,0	100,0	100,20	99,78	97,88	98,53	100,40	101,35	100,00	100,80

Essais pyrognostiques. — Dans le tube, donne de l'eau. Au chalumeau, à peine fusible sur les bords en une masse noire magnétique. Décomposé par l'acide sulfurique. L'ottrélite est attaquée par l'acide chlorhydrique.

Altérations. — Les grands cristaux de chloritoïde de l'île de Groix sont souvent entourés d'une bordure fibreuse ou lamellaire constituée par de la muscovite et de la pennine qui sont nettement d'origine secondaire et formées à leurs dépens. L'ottrélite de l'Ardenne paraît présenter des pseudomorphoses du même genre.

Diagnostic. — Les propriétés optiques, la coloration et le pléochroïsme sont très caractéristiques des chloritoïdes : ils se distinguent notamment des chlorites par leur indice de réfraction plus élevé, l'écartement de leurs axes optiques et leur dispersion plus grande.

Le défaut d'élasticité de leurs lames de clivage ainsi que leur densité élevée permettent aussi facilement d'établir le diagnostic différentiel de ces deux groupes de minéraux. Voir page 363 pour le diagnostic différentiel de la brandisite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les chloritoïdes se rencontrent dans les schistes de la partie supérieure de la série des schistes cristallins et dans des schistes paléozoïques. Ils sont au nombre des minéraux dont l'étude microscopique a montré la grande abondance dans certaines régions.

1° *Dans les micaschistes.*

Dans les micaschistes, le chloritoïde forme souvent de grandes lames de plusieurs centimètres de diamètre; il y est fréquemment associé à des roches à glaucophane.

Bretagne. — *Morbihan*. — Le chloritoïde abonde dans des schistes cristallins constituant un faisceau long de près de 80^{km} sur 4^{km} de large que M. Barrois a suivi de l'île de Groix à l'embouchure de la Vilaine; ces schistes forment presque entièrement la presqu'île de Rhuis (*B. S. M.* VII. 37. 1884). Le chloritoïde y présente des lamelles gondolées à diamètre variant de 1^{mm} à 1^{cm}, les dimensions des lames d'une même couche variant fort peu. Quelques-uns de ces schistes ressemblent beaucoup aux schistes à ottrélite de l'Ardenne. Les gisements à citer sont les falaises de Saint-Gildas de Rhuis, les roches de Penvins et la côte de Damgan.

A l'île de Groix, le chloritoïde abonde aussi dans une roche très riche en épidote qui alterne (anse de Pourmelin) avec les amphibolites à glaucophane ou dans une ripidolite écailleuse associée à du quartz. Ce gisement est le plus remarquable de ceux que j'ai à citer : il y a été découvert par M. de Limur (*op. cit.*, 91; voir aussi von Lasaulx, *Niederrh. Gesell. Bonn.* XI. 270. 1883 et Barrois *B. S. M.* VII. 37. 1884). Dans ces gisements, le chloritoïde se présente souvent en lames

atteignant 4^{cm} de diamètre groupées ensemble pour former des masses dépassant un décimètre de plus grande dimension. La forme hexagonale des lames est très nette quand celles-ci sont moulées par le quartz. Je dois à l'amitié de M. de Limur les échantillons que j'ai étudiés.

Maures. — *Var*. — Le chloritoïde a été rencontré dans un espace très limité au Fenouillet près Hyères, dans des schistes à séricite; il y est parfois très abondant, constituant à lui seul la presque totalité de la roche. Ce minéral est d'un gris vert et se rapproche plus, par son aspect extérieur, de la venasquite que du minéral de l'île de Groix. Ses lames gondolées ne dépassent guère 3 ou 4^{mm}.

2° *Dans les schistes paléozoïques.*

Bretagne. — *Finistère*. — Le chloritoïde se rencontre en lames de 3 à 5^{mm} dans les schistes à séricite du précambrien de Taulé; elles ont été rapprochées de la sismondine de Saint-Marcel par M. des Cloizeaux (*op. cit.* I. 465). Ce gisement, que j'ai eu l'occasion de visiter, est fort riche.

M. Barrois m'a signalé l'abondance du chloritoïde comme élément *microscopique* des schistes cambriens des Montagnes Noires ; il y est très régulièrement réparti. Ce géologue a attribué avec réserve au même minéral des paillettes disposées en rosettes qui abondent dans les schistes dévoniens du canton de Briec (*Bull. Soc. géol. du Nord*. XII. 47. 1884), au contact du granite.

Morbihan. — Le chloritoïde se trouve en petites paillettes de 0^{mm}5 de diamètre dans les schistes siluriens (schistes de Montfort) de Saint-Jean-Brevelay (Barrois, *feuille de Vannes*), dans ceux de Poulhars en Cléguerec.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. — M. des Cloizeaux a trouvé, dans les schistes paléozoïques d'un noir violacé des environs d'Asté (vallée d'Ossau), de très petites lames de chloritoïde analogues, comme forme, à l'ottrélite de l'Ardenne ; elles sont riches en inclusions charbonneuses.

Haute-Garonne. — Dans son livre (*Bains et courses de Luchon*, 1857), Nerée Boubée a signalé au port de Venasque près Luchon l'existence d'un chloritoïde qu'il a nommé *venasquite* et dont M. Damour a donné l'analyse *k* reproduite plus haut. La venasquite forme des lames

gondolées et enchevêtrées les unes dans les autres; elles sont cimentées par des grains de quartz. Je ne crois pas que ce minéral ait été trouvé en place : il provient de blocs éboulés, et son gisement originel doit être vraisemblablement cherché dans les roches paléozoïques du voisinage du port de Venasque. M. Gourdon l'a recueilli en blocs erratiques au Pic de la Mine. L'un des échantillons que j'ai étudiés renferme un nodule d'un quartzite très riche en chlorite et dans lequel ne s'observe aucune lame de chloritoïde.

M. Gourdon m'a communiqué des schistes d'un gris verdâtre avec lamelles losangiques de chloritoïde, provenant de la vallée du Lys : elles sont très analogues comme forme et comme propriétés à l'ottrélite de Seviscourt.

Ardennes. — *Ardennes* et [*Belgique*]. — Le chloritoïde abonde à certains niveaux des assises paléozoïques de l'Ardenne française et belge; il s'y présente exclusivement sous sa variété manganésifère, l'ottrélite.

Les renseignements géologiques et géographiques qui suivent sont extraits du livre de M. Gosselet, « l'Ardenne » (*Mém. C. géol. France*, 1888), auquel je renvoie pour l'historique et l'exposé des travaux antérieurs (Dumont, Renard et Lavallée-Poussin : *Ann. Soc. géol. de Belg.* VI. 64. et *Bull. Mus. roy. Belgique* III. 1884, etc.). Je dois à la bienveillance de M. Gosselet la plupart des échantillons que j'ai personnellement examinés.

L'ottrélite se trouve dans les quatre massifs cambriens de l'Ardenne, ceux de Rocroi et de Givonne (au N.-O. de Sedan) (*Ardennes*), ceux de Serpont près de Recogne [*Luxembourg belge*] et de Stavelot [*Belgique*].

Elle est engagée dans des phyllades essentiellement constitués par de petits grains de quartz accompagnés de lamelles de séricite, de chlorite, d'ilménite, de rutile, etc. (Voir, à ce sujet, Renard « Les phyllades ardennais » : *Bull. Mus. hist. nat. de Belgique*. I. 1882). Les paillettes sont disposées parallèlement ou obliquement à la schistosité de la roche qui les renferme. Elles présentent des traces très évidentes de déformations mécaniques.

Au point de vue géologique, ce minéral se rencontre dans le *cambrien inférieur* (devillo-revinien de Gosselet) des massifs de Rocroi, de

Givonne et de Serpont, dans le *cambrien supérieur* (salmien) du massif de Stavelot et enfin dans le *dévonien inférieur* (gedinnien inférieur) des massifs de Rocroi et de Serpont.

Massif de Rocroi. (*Ardennes*). — Les phyllades noirs de Revin renferment des paillettes d'ottrélite de $0^{mm}25$ à 1^{mm} de diamètre, dans les exploitations du pont de Monthermé, près de l'ardoisière de l'Echina aux Voiries, à la Forge Neuve, au moulin de Naux en Thilay et surtout à l'entrée du ravin du Corbeau à Linchamps en Hautes-Rivières. L'ottrélite a été signalée aussi dans les phyllades gris de l'entrée du ravin de la Commune en Revin, mais les lamelles noires de ce gisement sont constituées par de l'ilménite. Elle n'existe pas dans les phyllades de Deville qui surmontent les précédents, mais elle se trouve dans les phyllades noirs dits de Bogny (à Bogny près Château-Regnault) qui leur sont postérieurs.

Au ravin du Corbeau et à Bogny, les poudingues de Fépin, du gedinnien inférieur, sont riches en lamelles d'ottrélite qui n'existent que dans le ciment micacé gris verdâtre moulant des galets de quartzite.

Dans toutes ces roches, les lames d'ottrélite sont disposées d'une façon quelconque par rapport à la schistosité.

Massif de Givonne. (*Ardennes*). — Les phyllades de Givonne formant la partie supérieure de la base du cambrien sont gaufrées et riches en ottrélite à Muno, entre Grand-Haye bas et Grand-Haye haut.

Massif de Serpont. [*Belgique*]. — Près de Recogne se trouve un petit massif cambrien de 5^{km} (E. à O.) sur 2^{km} (N. au S.), ne renfermant guère d'autres habitations que le château de Seviscourt ; il est en grande partie formé par des phyllades noirs ottrélifères, analogues d'aspect à ceux du cambrien du massif de Rocroi. Ils sont exploités en divers points et sont, d'après M. Gosselet, de l'âge des phyllades de Givonne. Le même savant a trouvé un paquet de schistes gedinniens d'un vert foncé, pincé entre les schistes noirs ottrélitifères du cambrien, à l'ouest de la route de Libramont à Houffalize (marais du ruisseau de Rifontaine). Ces schistes renferment des lamelles gondolées et brisées d'ottrélite, remarquables par leur grande taille ($1^{cm},5$ de diamètre), qui les différencie de l'ottrélite des autres gisements ardennais.

A 400^{m} environ au nord du château de Seviscourt, une carrière a

été ouverte dans des schistes gedinniens d'un blanc verdâtre, très riches en ottrélite, qui, au lieu de se présenter comme dans les autres gisements de l'Ardenne en lamelles arrondies hexagonales, forment des lamelles losangiques qu'il est parfois possible d'isoler de leur gangue.

Au nord-est de Seviscourt, des schistes gedinniens à grands cristaux d'ottrélite de 2 à 3 mm de diamètre se rencontrent au moulin de Remogne et surtout dans la colline entre Remogne et Moircy. Ils ressemblent à ceux de Seviscourt; à Freux, l'ottrélite est peu abondante dans des schistes verts et violacés.

Massif de Stavelot. [*Belgique*]. — Les gisements les plus célèbres de ce massif se trouvent aux environs immédiats de Viel-Salm, au S.-E. d'Ottré et à l'est de cette localité (Lierneux). C'est à Ottré qu'ont été recueillis les premiers échantillons décrits par v. Léonhard (*Oryktognosie*. 1821. 518) comme variété de diallage (*ottrelit*). MM. des Cloizeaux et Damour ont été les premiers à faire connaître (*A. M.* II. 357. 1842) la véritable nature de ce minéral.

L'ottrélite ne se trouve pas dans les assises devillo-revinniennes de la base de ce massif, mais abonde dans la partie supérieure du salmien. Peu abondante et de petite taille dans les phyllades oligistifères verts et rouges et dans le coticule, elle se rencontre en grande quantité dans les schistes gris verdâtre de l'assise des schistes rouges oligistifères. Ces schistes sont, soit durs et peu fissiles (c'est le cas de la roche d'Ottré, que l'on trouve dans toutes les collections), soit tendres et friables.

L'étude plus détaillée des gisements belges sort du cadre de cet ouvrage; des détails circonstanciés sur ce sujet se trouveront dans l'intéressant mémoire de M. Gosselet (*Ann. S. géol. du Nord*. XV. 185. 1888) ; ces schistes ont été étudiés aussi par M. Van Wervecke (*N. J.* 1885. I. 227).

M. Gosselet considère l'ottrélite de tous les schistes de l'Ardenne comme un produit de dynamométamorphisme; elle s'est formée à une époque très ancienne, car on la trouve déjà (massif de Stavelot) dans des galets du poudingue gedinnien.

M. Prost a décrit sous le nom de *salmite* un échantillon de la collection de Dumont (*Ann. Soc. géol. Belg.* XI. 93. 1883-84) et provenant d'un filon de quartz de Viel-Salm. Ce minéral forme des masses lamellaires ou plus ou moins grenues. Son analyse a été donnée plus haut

(analyse *e*). Si l'on admet l'indépendance de l'ottrélite par rapport au chloritoïde, il faut faire de la salmite une variété manganésifère de chloritoïde.

Alpes. — *Savoie*. — Le chloritoïde a été trouvé par M. Termier (*B. C. F.* n° 20. 1891) comme élément *microscopique* des schistes à séricite des Chalets des Nauts (massif de la Vanoise) ; ce minéral se rencontre plus abondamment dans la même région au milieu des calcaires marmoréens que ce géologue rapporte au muschelkalk inférieur ainsi que dans les chloritoschistes et schistes ferrugineux qui leur sont associés. A la base de la pointe 3219^{m} (au N. de la Pointe du Dar), ces cristaux sont visibles à l'œil nu, au milieu de lits de schistes à séricite, intercalés dans les calcaires ainsi que dans le chloritoschiste associé au marbre chloriteux du Col de Mone. Ce chloritoschiste affleure sur le chemin de la Petite Val aux Chalets de Mone, à quelques mètres au N.-O. du col, coté 2535^{m}.

Les minéraux associés au chloritoïde sont : l'ilménite, l'oligiste, le rutile, la tourmaline, le quartz, la séricite, parfois l'orthose et l'albite.

GROUPE DES CHLORITES

La propriété caractéristique des minéraux du groupe des chlorites réside dans leur couleur verte due à la notable proportion de protoxyde de fer qu'ils contiennent. Elle n'est cependant pas générale, car il existe un petit nombre de chlorites incolores, blanches, roses, brunes ou bleues.

Les chlorites offrent de grandes analogies avec les micas, dont elles possèdent le clivage très facile suivant p (001), donnant des *figures de choc* et *de pression* dirigées suivant la même direction que dans ces minéraux. Toutefois, leurs lames de clivage sont flexibles, sans être élastiques comme celles des micas.

Toutes les chlorites sont pléochroïques ; de même que dans les micas, le minimum d'absorption a toujours lieu dans la direction de l'axe perpendiculaire à la base, que ce soit du reste n_g ou n_p qui occupe cette position. Leur biréfringence est faible ou très faible : 0,001 à 0,010,

rarement 0,015; leur dispersion est très forte, comparée à celle des micas. Ces deux derniers caractères me paraissent très importants, et c'est à cause de leur absence que j'ai rattaché au groupe des micas les vermiculites, généralement classées parmi les chlorites.

Les formes extérieures des diverses chlorites présentent entre elles quelque différence; parmi celles qui sont bien cristallisées, les unes sont nettement monocliniques (clinochlore), alors que d'autres (pennine) ont pu être longtemps considérées comme strictement rhomboédriques, d'autant plus que cette symétrie pseudorhomboédrique est accompagnée de l'uniaxie. Les travaux récents et en particulier ceux de Mallard ont montré que le réseau élémentaire de tous ces minéraux est le même, qu'il est monoclinique et que la symétrie pseudorhomboédrique de la pennine est due à des groupements complexes.

Toutes les chlorites sont, au point de vue chimique, des silicates d'aluminium, de magnésium et de fer, renfermant de l'eau de constitution. Rarement le fer manque à peu près totalement (leuchtenbergite); parfois une petite quantité de l'alumine est remplacée par une proportion équivalente de Fe^2O^3 ou de Cr^2O^3 (chlorites roses: kotschubéite, kämmerérite). Le MnO, dans quelques cas, remplace une petite quantité de FeO. Quant aux alcalis, ils sont à peu près complètement absents, alors qu'ils jouent un rôle important dans la constitution des minéraux du groupe des micas.

Si l'on sort de ces généralités sur la composition chimique des chlorites, on constate que l'interprétation rationnelle de leur constitution présente des difficultés plus grandes encore que celles qui ont été indiquées plus haut au sujet des micas.

C'est à M. Tschermak que l'on est redevable des travaux les plus récents publiés sur ce sujet (*Ber. Ak. Wien.* XCIX. 174-267. 1890. et C. 29-107. 1891)[1]. Il a divisé ces minéraux en deux familles, que j'adopte ici : celle des *orthochlorites*, constituée par les chlorites se présentant en cristaux distincts ou en lames de quelque importance; celle des *leptochlorites*, formée surtout par des minéraux rarement cristallisés d'une façon nette : ces dernières sont généralement écailleuses, et leur cristallinité ne peut souvent être décelée que par l'étude microscopique. La seconde famille est peu homogène, et beaucoup de minéraux qui s'y rencontrent ne sont qu'imparfaitement connus.

1. Voir aussi : Clarke (*Amer. J. of. Sc.* XL. 405. 1890 et XLII. 242. 1891).

ORTHOCHLORITES

Parmi les orthochlorites, on peut distinguer les trois types suivants :

Clinochlore,
Pennine,
Ripidolite (prochlorite).

Les deux premiers types seuls présentent des formes géométriques déterminables. Le clinochlore est nettement monoclinique (avec forme limite pseudorhombique), la pennine, pseudorhomboédrique.

Mallard a fait voir comment la forme et les propriétés optiques de la pennine peuvent être ramenées à celles du clinochlore, en admettant que les pseudorhomboèdres de la pennine sont constitués par des lames monocliniques groupées suivant la loi des micas par rotation de 60° ou de 120° autour de l'axe pseudoternaire. Le réseau élémentaire de la pennine et celui du clinochlore sont donc essentiellement le même.

La composition chimique de ces diverses substances est sensiblement semblable; la proportion d'eau est la même dans les deux. Les principales variations s'observent dans la proportion de sesquioxyde, qui croît en sens inverse de celle de la silice et des protoxydes. Il semble donc que *théoriquement* il soit logique de réunir complètement ces deux espèces ; toutefois il me paraît *pratiquement* utile de maintenir les distinctions qui correspondent à quelques caractères assez constants : forme extérieure, biréfringence qui, on le verra plus loin, est plus élevée pour le clinochlore ($n_g - n_p = 0{,}010$) que pour la pennine ($n_g - n_p = 0{,}001$ à $0{,}005$). De plus, le signe optique est généralement positif et les macles microscopiques très nettes, l'écartement des angles souvent plus notable dans le clinochlore ; le signe optique ordinairement négatif, les macles microscopiques peu distinctes et l'écartement des axes à peine appréciable dans la pennine.

Quant à la ripidolite, par ses caractères optiques, elle se rapproche plutôt de la pennine, avec cette restriction toutefois que son signe

optique est le plus souvent positif. Sa composition chimique l'éloigne un peu des autres orthochlorites; elle est, en effet, généralement plus ferrugineuse.

M. Tschermak suppose que les orthochlorites sont formées par le mélange de deux substances isomorphes dont l'une serait optiquement positive avec une dispersion $\rho < \nu$, et l'autre uniaxe et négative avec dispersion $\rho > \nu$; la première aurait la composition $H^4 Mg^3 Si^2 O^9$ (*Sp*) du chrysotile (serpentine), la seconde celle d'une chlorite $H^4 Mg^2 Al^2 Si O^9$ (*At*) étudiée par Shepard, l'amésite.

Dans cette hypothèse, la composition des trois types énumérés plus haut serait :

Pennine	$Sp^3\ At^2$ à $Sp\ At$
Clinochlore	$Sp\ At$ à $Sp^2\ At^3$
Ripidolite	$Sp^2\ At^3$ à $Sp^3\ At^7$

Macles. — Les macles si fréquentes dans les chlorites se produisent selon les lois suivantes, étudiées par M. Tschermak.

1° Macle des micas. Le plan de macle est une face de la zone *pm* (001)(110) perpendiculaire à *p* (001), avec rotation de 60° ou d'un multiple de 60° autour de l'axe pseudoternaire perpendiculaire à *p*; souvent, l'accolement a lieu suivant *p* (001).

Dans le premier cas, les cristaux peuvent être constitués par 2, 3 ou 6 individus. Les lignes de jonction des divers individus ne sont généralement pas rectilignes (fig. 1 et 2, d'après M. Tschermak).

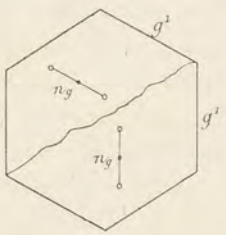


Fig. 1.

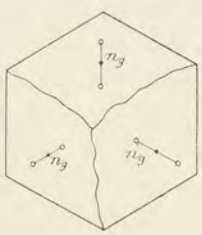


Fig. 2.

Lames *p* (001) de clinochlore montrant deux types de la macle des micas par accolement suivant une surface irrégulière.

Dans le second cas, la macle peut être répétée un grand nombre de fois, donnant ainsi des angles alternativement rentrants et saillants sur la tranche des cristaux aplatis suivant la base.

2° Macle de la pennine. — Plan d'assemblage *p* (001) et rotation de 180° autour d'une normale à ce plan. Chaque face du cristal reste

dans la même zone qu'avant la rotation, mais se trouve à 180° de sa position initiale (fig. 3, d'après M. Tschermak).

3° Macle suivant une face perpendiculaire à p (001) faisant partie de la zone pg^2 (001)(130). — Cette macle peut s'interpréter autrement, en admettant qu'un individu (1) est maclé avec un autre (2) suivant la loi du mica et celui-ci avec un troisième (3) suivant la loi de la pennine ; les cristaux (1) et (3) présentent entre eux les mêmes relations que les individus de la macle qui nous occupe.



Fig. 3.
Macle de la pennine. [Lame p (001)].

4° Des lames p de chlorite présentent parfois des cannelures régulières parallèles aux arêtes de zone ph^1 (001)(100) et pg^2 (001)(130) ou à l'une de ces directions seulement. Les angles rentrants de ces cannelures sont de 20′, de 40′ ou d'un multiple de 20′. Ils peuvent être interprétés par une macle suivant g^2 (130) [$pg^2 = 89°\ 50'$] ou suivant h^1 ($ph^1 = 89°40'$).

C'est à l'aide de nombreuses répétitions de ces macles suivant h^1 et g^2 que M. Tschermak explique les groupements en rosettes, en roues, et les groupements vermiculaires fréquents dans certaines chlorites (fig. 1, p. 390). L'axe de ces rosettes est parallèle à une diagonale de la base hexagonale ou perpendiculaire à deux de ces faces. Les groupements en roue sont réalisés quand la direction de cet axe est constante, les groupements vermiculaires dans le cas où elle est variable.

Gisements des orthochlorites. — Les orthochlorites sont au nombre des minéraux les plus répandus dans la nature ; ils se rencontrent dans de multiples conditions.

1° Dans les roches éruptives et dans leurs tufs, qui leur doivent souvent leur couleur verte. — Les orthochlorites s'y rencontrent le plus généralement comme produit secondaire formé directement aux dépens de silicates alumineux et ferromagnésiens (micas, certaines amphiboles et pyroxènes) ; ou indirectement aux dépens de minéraux alumineux (grenats, feldspaths) ou ferromagnésiens (certains pyroxènes, etc.). Les éléments, nécessaires à la production de la chlorite, sont, dans ce cas, apportés de l'extérieur ou empruntés à des minéraux voisins, également en voie de décomposition.

Ces chlorites peuvent se produire sur place, sur le cadavredu minéral leur ayant fourni tout ou partie de leurs éléments (elles sont souvent alors géométriquement orientées sur lui). Dans d'autres cas, elles sont concentrées dans les roches d'une façon quelconque ou même tapissent les fissures de celles-ci. C'est dans ces conditions que l'on rencontre des cristaux nets de chlorite.

2° Dans les schistes cristallins et les roches sédimentaires métamorphisées. — A l'inverse de ce qui a lieu pour les gisements du type précédent, les chlorites sont le plus généralement d'origine primaire dans ces roches schisteuses. Elles s'observent dans des chloritoschistes dont elles constituent l'élément essentiel, se trouvent dans les amphibolites, les micaschistes de la partie supérieure des schistes cristallins. Enfin elles abondent aussi dans les schistes micacés, chloriteux, amphiboliques et les phyllades des assises paléozoïques et plus rarement secondaires métamorphisées.

Dans toutes ces roches, elles peuvent aussi se produire par altération sur place de minéraux préexistants ou se développer par voie secondaire en beaux cristaux dans les fissures de la roche.

3° Dans les roches sédimentaires métamorphisées au contact des roches éruptives. — Les contacts de nombreuses roches éruptives (granite, lherzolite, ophite, etc.) sont parfois riches en chlorites. Dans les Pyrénées notamment, les calcaires secondaires modifiés par la lherzolite et les ophites renferment souvent en abondance une variété de clinochlore (leuchtenbergite) nettement cristallisée, qui se forme aussi par altération des autres minéraux métamorphiques (dipyre, etc.) qui l'accompagnent. Cette variété de chlorite est la seule qui ne se trouve que dans une catégorie unique de gisement : les autres types se rencontrent sans exception dans les divers gisements signalés plus haut.

En présence de cette diffusion des chlorites, il ne saurait être question d'énumérer toutes les localités de la France dans lesquelles on les rencontre : je me contenterai de passer en revue ceux qui se recommandent par quelques particularités intéressantes, par la netteté de leurs cristaux ou par leur abondance.

CLINOCHLORE

$$H^8 (Mg\ Fe)^5 Al^2\ Si^3\ O^{18}$$

Monoclinique :

$b : h = 1000 : 1972,11$ $D = 866,025$ $d = 500,00.$

Angle plan de $p = 120°$.

$[a : b : c = 0,57735 : 1 : 2,2772$ (Kokscharoff)$]$

$zx = 89°40'.$

Formes observées. — Dans les gisements français, je n'ai jamais observé aucune forme autre que des lames hexagonales.

Macles. — Voir page 376.

Faciès des cristaux. — Les lames de clinochlore des gisements français sont le plus souvent empilées les unes sur les autres et ne présentent généralement aucun contour géométrique.

Clivages. — Clivage *p* (001) parfait. Les lames de clivage sont flexibles, mais non élastiques. *Figures de choc* et *de pression* comme pour les micas.

Figures de corrosion. — M. Tschermak a montré que les figures de corrosion déterminées sur la base sont de deux ordres ; les premières, à symétrie monoclinique, ont la forme de triangles équilatéraux dont l'angle dirigé en avant (dans le sens de *a*) est à angles vifs, alors que les deux autres sont arrondis ; les secondes n'ont qu'un angle arrondi, tantôt à droite, tantôt à gauche. Cette observation conduit à penser que le réseau élémentaire du minéral est peut-être triclinique.

Dureté. — 2 à 2,5.

Densité. — 2,65 à 2,78 ; 2,687 (c. de Chanrousse), 2,715 (leuchtenbergite d'Arnave).

Coloration et éclat. — Vert foncé, vert olive, rarement jaune pâle, rose ou incolore (leuchtenbergite). Poussière d'un blanc verdâtre ou blanche.

Éclat nacré sur le plan de clivage. Translucide ou transparent.

Propriétés optiques. — Plan des axes optiques généralement paral-

lèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë ordinairement *positive* (n_g), peu inclinée sur la normale à p (001), 2°30′ d'après M. Tschermak.

$\mathbf{n}_p = 1{,}585$ Clinochlore (M L et Lx) ;
$\mathbf{n}_m = 1{,}588$;
$\mathbf{n}_g = 1{,}596$;
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}011$.

L'écartement des axes optiques est variable, même dans l'étendue d'une même plage.

2 E = 0° leuchtenbergite des Pyrénées.
= 26°, 44° à 72° clinochlore de Cavalaire (Var) (Dx).

Dispersion $\rho < \nu$. Dispersion inclinée faible.

Les macles de clinochlore sont souvent polysynthétiques, et, dans les lames minces, elles se présentent sous forme de fines lamelles hémitropes.

Pléochroïsme. — Le pléochroïsme est toujours net dans les variétés colorées, avec un minimum suivant n_p. En lames de $0^{mm},01$, on observe :

$\mathbf{n}_g$ = incolore ou jaune verdâtre ;
$\mathbf{n}_m$ et $\mathbf{n}_p$ = vert.

Dans quelques échantillons de clinochlore, j'ai observé, autour d'inclusions de zircon, des auréoles pléochroïques présentant les mêmes particularités que celles des micas.

Associations régulières avec d'autres minéraux. — On a vu page 315 que le clinochlore s'associe régulièrement avec les micas.

Composition chimique. — *a*) Composition théorique répondant à la formule $H^8 Mg^5 Al^2 Si^3 O^{18}$. Dans la plupart des clinochlores, une partie du magnésium est remplacée par du fer ;

b) Analyse de la leuchtenbergite de Mauléon par Delesse (*A. P. C.* IX. 396. 1893).

	a)	*b*)
SiO^2.....	32,5	32,1
Al^2O^3.....	18,4	18,5
MgO.....	36,1	36,7
FeO.....	»	0,6
H^2O.....	13,0	12,1
	100,0	100,0

Essais pyrognostiques. — Dans le tube, donne de l'eau. Au chalumeau, les clinochlores verts blanchissent et fondent difficilement sur

les bords en un verre gris noir. La leuchtenbergite des Pyrénées ne donne pas la réaction du fer.

Diagnostic. — Le clinochlore se distingue de la pennine et de la ripidolite par une biréfringence plus grande, de la pennine par le signe optique ordinairement positif de sa bissectrice ; les macles microscopiques polysynthétiques avec angle d'extinction parfois notable sont aussi caractéristiques du clinochlore dans les lames minces de roches.

La leuchtenbergite des Pyrénées ne se distingue souvent par aucun caractère extérieur de la phlogopite qui l'accompagne. Le signe optique positif et la biréfringence plus faible permettent de différencier aisément la leuchtenbergite par l'examen optique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements français dans lesquels on trouve du clinochlore en échantillons *macroscopiques* ne sont pas très nombreux, surtout si l'on tient compte de l'abondance de ce minéral comme élément secondaire *microscopique* d'un très grand nombre de roches. Il n'y a guère, en effet, de roches éruptives ou métamorphiques dans lesquelles on ne le rencontre occasionnellement. Je ne citerai que les gisements suivants :

1° Dans les roches éruptives (péridotites et leurs serpentines) ;

2° Dans les schistes cristallins ;

3° Dans les calcaires secondaires modifiés par la lherzolite ou par les ophites.

1° *Dans les roches éruptives (péridotites et leurs serpentines).*

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* — J'ai recueilli de larges lames de clinochlore d'un vert pâle à éclat nacré ayant environ 8^{mm} de diamètre dans la lherzolite serpentinisée du Tuc d'Ess près Coulédoux.

Ariège. — Du clinochlore d'un blanc verdâtre se trouve dans la serpentine de lherzolite à Serreing en Sentenac. J'ai découvert, dans la haute vallée de l'Oriège (montée du lac Naguille, mont Bedeilla, en Paraou, etc.) et dans le massif du pic Saint-Barthélemy près du pic, des picrites à hornblende à très grands éléments renfermant, comme élément normal, du clinochlore en grandes lames vertes associées à de la biotite (Voir p. 186, fig. 15).

Plateau Central. — *Aveyron*. — Des gisements remarquables de clinochlore se trouvent aux environs d'Arvieu (Pentézac, la Préfecture, Compeyrouse). M. Gaubert m'a, en effet, remis des roches qu'il y a recueillies dans la serpentine : elles sont schisteuses et constituées essentiellement par des lamelles d'un blanc verdâtre de clinochlore et par une amphibole d'un vert pâle en lames minces englobant des grains serpentinisés d'olivine. Ces roches sont des picrites à hornblende très pauvres en olivine ; elles constituent sans doute un cas particulier de la roche originelle de la serpentine de ces gisements.

M. Boule a signalé l'abondance du clinochlore comme élément microscopique des serpentines de la vallée de l'Allier (*B. S. G.* XIX. 971. 1891).

Alpes. — *Isère*. — Les serpentines de l'Isère sont par place riches en chlorite ; c'est ainsi que j'ai observé de belles lames de clinochlore d'un vert foncé dans une serpentine recueillie par M. Rouast entre le lac Robert et Chanrousse.

Maures. — *Var*. — M. des Cloizeaux a signalé (*op. cit.*, I. 447) le clinochlore dans la serpentine de La Molle près Cogolin ; il y forme des masses de la grosseur du poing, constituées par des lames vert foncé atteignant 1^{cm} de diamètre ; le même minéral se rencontre à Cavalaire avec la chromite.

2° *Dans les schistes cristallins.*

Le clinochlore constitue plus rarement que la pennine l'élément essentiel des chloritoschistes ; on le rencontre occasionnellement dans un grand nombre d'entre eux. Il est inutile d'énumérer des gisements de ce genre dans lesquels le minéral ne se présente qu'en petites paillettes. J'en signalerai quelques-uns seulement comme particulièrement intéressants.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. — Aux environs de Nantes, à Pont-du-Cens, M. Baret a trouvé des lits de chloritoschiste à grandes lames formés par une chlorite d'un vert sombre dont il a bien voulu me confier des échantillons. Cette roche est riche en beaux cristaux de grenat almandin. Dans les lames minces, on peut constater que le minéral est un clinochlore à macles fines très distinctes ; les lames de cette chlorite sont remarquablement froissées. Elles sont riches en inclu-

sions d'un minéral décomposé (allanite ?) autour desquelles s'observent de remarquables auréoles pléochroïques.

Corse. — Le clinochlore est abondant dans les schistes à glaucophane de Corse.

Madagascar. — Les amphibolites et les pyroxénites du massif d'Ankaratra renferment de grandes lames de clinochlore.

Nouvelle-Calédonie. — Les micaschistes de la vallée du Diahot et des environs de la mine de Balade contiennent de superbes chloritoschistes à clinochlore et à muscovite, riches en rutile. Le clinochlore montre, en lames minces, des macles très régulières; il présente des associations à axes parallèles avec la muscovite.

3° *Dans les calcaires secondaires modifiés par la lherzolite ou par les ophites.*

Pyrénées. — La leuchtenbergite, incolore ou à peine teintée en verdâtre, est un des minéraux les plus fréquemment développés dans les calcaires secondaires au contact des ophites. Je ne l'ai trouvée que dans un seul gisement au contact de la lherzolite (*B. C. F.* n° 42. 1895). Ce minéral a été appelé *chlorite blanche de Mauléon*, *mauléonite* (à cause de son abondance à Libarrenx près Mauléon), *pouzacite* (à Pouzac). Ces noms ne doivent pas être maintenus, le minéral ne se distinguant pas de la leuchtenbergite de l'Oural.

Basses-Pyrénées. — J'ai trouvé en abondance la leuchtenbergite, parfois légèrement teintée de vert, associée à la phlogopite incolore et à l'albite dans les calcaires métamorphisés au contact de la lherzolite du Moun caou près les bains de Durrieu en Louvie Juzon. Le contact se trouve dans le quartier d'Escambelé, dans les abrupts situés entre le sentier et le ruisseau du Bazet. La leuchtenbergite y forme de petites lamelles de 1 à 3^{mm} de diamètre.

Le premier gisement de leuchtenbergite qui ait été trouvé en France est celui du moulin de Libarrenx près Mauléon, qui sera décrit plus loin (Voir à *dipyre*). La leuchtenbergite d'un blanc nacré y forme souvent des nids de quelque importance; elle se trouve aussi en rosettes de quelques millimètres de diamètre. Enfin elle épigénise parfois le dipyre. C'est elle que Delesse a analysée (analyse *b*).

Le même minéral se trouve dans les gypses à tourmaline de Lys.

Hautes-Pyrénées. — Les calcaires métamorphiques de la Serre de Pouzac renferment, au contact de l'ophite (et particulièrement dans le bois de hêtres traversé par le chemin qui va de la halte de Pouzac à Bagnères-de-Bigorre), des paillettes de leuchtenbergite, parfois associées à de la phlogopite incolore et à de l'albite. Ce sont elles que M. Frossard avait proposé de désigner sous le nom de *pouzacite* (*Bull. Soc. Ramond*, 1890. 22).

Ariège. — La leuchtenbergite est fort abondante dans les calcaires et les gypses métamorphiques d'Arnave et d'Arignac. A Arnave, j'ai recueilli de très jolies rosettes blanches ou d'un blanc jaunâtre de ce minéral dans une dolomie riche en cristaux d'albite. La roche est formée par de petits rhomboèdres de dolomie, cimentés par de la calcite. Sur les surfaces exposées à l'air, la calcite est dissoute par les eaux atmosphériques et la roche devient sableuse, laissant en relief les minéraux qui la constituent.

Le gypse d'Arnave renferme des lamelles hexagonales de clinochlore vert associé à de la hornblende.

Algérie. — *Alger.* — En traitant par l'acide chlorhydrique des échantillons de calcaire à tourmaline verte de l'Arba près de l'Oued Djemma, j'en ai extrait des lamelles de leuchtenbergite associée à du rutile, de l'albite, etc.

PENNINE

$$H^8 (Mg\ Fe)^5 Al^2 Si^3 O^{18}$$

Monoclinique. — pseudorhomboédrique.

Dans l'hypothèse rhomboédrique, $pp = 65°28'$ (Dx).

$[a : c = 1 : 3{,}5392.]$

Formes observées. — Les seules formes observées dans les gisements français sont des lames triangulaires ou hexagonales.

Macles. — Macles fréquentes suivant les lois de la pennine et des micas.

Faciès. — Lamelles aplaties suivant la base. La *pseudophite* (pyrosclérite) est une pennine peu ferrifère, en lamelles cryptocristallines dont l'assemblage constitue une masse translucide à éclat gras et

d'apparence amorphe rappelant la serpentine; sa structure cristalline apparaît au microscope.

Clivages. — Clivage p (001) parfait; les lames sont moins élastiques encore que celles du clinochlore. Les *figures de choc* et *de pression* sont plus difficiles à obtenir que dans le clinochlore. Figures de corrosion comme dans le clinochlore.

Dureté. — 2 à 2,5.

Densité. — 2,6 à 2,84.

Coloration et éclat. — Verte de diverses nuances, parfois rose, rouge, rarement jaune.

Éclat nacré suivant le clivage p (001). Transparente ou translucide. Éclat vitreux sur les faces latérales.

Propriétés optiques. — Bissectrice aiguë le plus généralement *négative* (n_p), perpendiculaire à p (001).

2 E généralement voisin de 0°.

Quelquefois, dans un même cristal, on trouve des plages uniaxes et d'autres biaxes; les premières sont souvent au centre du cristal.

Dispersion forte, $\rho < \nu$ pour les cristaux positifs et $\rho > \nu$ pour les négatifs.

$\mathbf{n}_g = 1{,}579$ jaune (Zermatt M.L. et Lx);
$\mathbf{n}_p = 1{,}576$;
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}001$ à $0{,}003$.

Les teintes de polarisation sont très caractéristiques dans les bleus de premier ordre pour les sections de $0^{mm},02$. En lumière blanche, il n'y a pas d'extinction à cause de la forte dispersion.

Pléochroïsme. — Le pléochroïsme est net et, comme pour le clinochlore, d'autant plus intense que le minéral est plus coloré. Le minimum de pléochroïsme a toujours lieu dans les directions perpendiculaires à p (001), de telle sorte que l'on a :

pennine +	*pennine* —
$\mathbf{n}_g$ = incolore ou vert jaune pâle; $\mathbf{n}_m$ et $\mathbf{n}_p$ = vert;	$\mathbf{n}_g$ et $\mathbf{n}_m$ = incolore ou vert jaune pâle. $\mathbf{n}_p$ = vert;

Composition chimique. — La composition est très voisine de celle donnée plus haut pour le clinochlore.

Au point de vue chimique, la pseudophite paraît être à la pennine ce que la leuchtenbergite est au clinochlore.

a) Analyse de la pseudophite de Sainte-Marie-aux-Mines par M. Van Werwecke *in* Groth (*Abh. z. geol. Specialkarte Elsass-Loth.*, 3es Heft. 1877).

b) Analyse du même minéral, désigné par Delesse sous le nom de pyrosclérite (*B. S. G.* IX. 121. 1851).

	a		*b*
SiO^2	32,84		38,29
Al^2O^3	17,34		26,54
Fe^2O^3	3,29	Cr^2O^3	traces
FeO	1,04		0,59
CaO	0,75		0,67
MgO	30,48		22,16
H^2O [1]	12,16		11,65
	97,90		100,00
Densité	»		2,622

Essais pyrognostiques. — Comme pour le clinochlore ; au chalumeau, la pseudophite devient blanche, très dure, puis fond en un verre blanc.

Diagnostic. — La pennine se distingue du clinochlore surtout par sa biréfringence plus faible, son uniaxie et le signe négatif le plus habituel de sa bissectrice. Ces deux derniers caractères ne sont pas suffisants à eux seuls pour diagnostiquer le minéral, puisqu'il y a des clinochlores à un axe et d'autres optiquement négatifs.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pennine est plus abondante encore que le clinochlore comme produit secondaire dans les roches les plus diverses, mais elle paraît plus rare que ce dernier minéral en échantillons *macroscopiques*, ou tout au moins elle n'a pas, jusqu'à présent, été cherchée avec suffisamment de soin dans les gisements français. On la trouve particulièrement dans les conditions suivantes :

1° *Comme produit d'altération des silicates ferromagnésiens constitutifs des roches éruptives et métamorphiques.*

La pennine est notamment le produit d'altération le plus fréquent de la biotite, particulièrement dans les roches granitiques et gneissiques

1. Eau hygrométrique 2,28.

(Voir p. 316); les produits micacés verts de ces roches n'ont, en général, pas une autre nature, notamment dans la protogine du massif du mont Blanc.

La chlorite épigénise aussi parfois les amphiboles et les pyroxènes. Aucun gisement ne se recommande spécialement à ce point de vue.

La pennine se forme aux dépens du grenat des éclogites de la Loire-Inférieure; c'est aussi à la pennine que sont dues les épigénies des grenats des micaschistes et des chlorischistes de la vallée de Diahot (*Nouvelle-Calédonie*).

M. de Launay m'a signalé la pennine compacte comme gangue du filon de la Prugne (*Allier*); elle provient peut-être de la décomposition de schistes amphiboliques.

2° *Comme produit d'altération des feldspaths dans les roches éruptives et métamorphiques.*

Vosges. — [*Alsace*]. — Delesse a décrit avec détails (*B. S. G.*, *op. cit.* et *A. M.* XX. 153. 20) des nodules de grande taille qui se trouvent dans les cipolins de Saint-Philippe près Sainte-Marie-aux-Mines. Ils sont extérieurement constitués par des lamelles de phlogopite blonde, implantées sur un nodule blanc verdâtre à éclat gras (fig. 1), qu'il a désigné sous le nom de *pyrosclérite*. Dans quelques échantillons, le centre du nodule est formé par de l'orthose qui paraît se fondre insensiblement avec la pyrosclérite; aussi Delesse regarda-t-il la pyrosclérite comme un produit d'altération de ce feldspath. Cette opinion a été confirmée par M. Groth (*Z. K.* I. 509. 1877) qui a trouvé des pseudomorphoses de ce genre à Rain de l'Horloge et constaté que le minéral pseudomorphisant l'orthose avait la structure cryptocristalline de la pseudophite du mont Zjar en Moravie.

Les différences des analyses de Delesse et de M. Van Werveke données plus haut s'expliquent aisément par l'impureté fréquente de ces nodules, que j'ai pu constater dans les échantillons de la collection du Muséum et dans ceux de la collection de Delesse lui-même; aussi l'analyse de M. Van Werveke, qui est la plus récente et qui a dû être faite sur une matière soigneusement purifiée, doit-elle être considérée comme la plus exacte, d'autant plus qu'elle correspond bien à la composition de la pseudophite du mont Zjar, qui est relativement pure.

La figure 1 représente un échantillon provenant de la collection de Delesse. L'examen microscopique fait voir que l'orthose non chloritisée est piquetée de micas secondaires.



Fig. 1.
Nodule des cipolins de la carrière Saint-Philippe. L'orthose (F) est entouré d'une zone fibrolamellaire de phlogopite (M). Ce feldspath se transforme en pseudophite (S).

Corse. — Les feldspaths de quelques gabbros de Corse se transforment en pennine grenue, mélangée d'un peu de zoïsite et de glaucophane, produites par la décomposition du diallage de la roche.

3° *Dans les cavités des roches volcaniques.*

Algérie. — *Constantine*. — Dans les cavités de l'andésite quartzifère de Bou Serdoun, qui lui a fourni les beaux cristaux d'apophyllite décrits tome II, M. Gentil a trouvé (*B. S. M.* XVIII. 87. 1894) des masses sphérolitiques, ayant 1^{cm} de diamètre, d'une chlorite écailleuse, d'un blanc nacré à un axe négatif. Elle paraît être à la pennine ferrifère ce que la leuchtenbergite des Pyrénées est au clinochlore normal.

4° *Dans les chloritoschistes et schistes paléozoïques comme élément normal.*

La pennine constitue l'élément normal de beaucoup de chloritoschistes et de schistes paléozoïques. Elle s'y présente en paillettes sans contours géométriques, le plus souvent microscopiques.

RIPIDOLITE

(PROCHLORITE)

$H^{40}\,(Fe\,Mg)^{23}\,Al^{14}\,Si^{13}\,O^{90}$ (Tschermak).

Monoclinique.

Formes observées. — Lames hexagonales.

Faciès. — La ripidolite se présente le plus souvent en petites paillettes enchevêtrées. On la trouve aussi en prismes vermiculés (fig. 1) qui ont fait donner à l'une de ses variétés le nom d'*helminthe* (voir page 377), ainsi qu'en rosettes ou en groupes sphéroïdaux.

Clivages. — Clivage facile suivant *p* (001).

Dureté. — 1 à 2.

Densité. — 2,78 à 2,96; 2,936 (La Noeveillard en Sainte-Marie), 2,94 (Lac Noir), 2,946 (montée de Trimounts).

Coloration et éclat. — Verte de diverses nuances, variant du vert d'herbe au vert noir; plus rarement brun bronzé et gris verdâtre. Poussière blanche, brunâtre ou verdâtre.

Éclat faiblement nacré sur le clivage, parfois éclat bronzé presque métallique. Transparente seulement en lames minces.

Propriétés optiques. — Bissectrice le plus souvent *positive* (n_g) (il existe cependant quelques variétés négatives) peu inclinée sur la normale à *p* (001) (2° environ).

$2\,\mathbf{E}$ = très petit et souvent presque nul.

Dispersion très forte $\rho < \nu$.

La biréfringence paraît être analogue à celle de la pennine.

Pléochroïsme. — Pléochroïsme net.

$\mathbf{n}_g$ = incolore ou jaune verdâtre ;
$\mathbf{n}_m$ et $\mathbf{n}_p$ = vert plus ou moins foncé.

Composition chimique. — D'après M. Tschermak, la ripidolite pourrait être interprétée comme un mélange de $H^4\,(Mg\ Fe)^3\,Si^2\,O^9$ et de $H^4\,(Mg\ Fe)^2\,Al^2\,Si\,O^9$ dans des rapports variant de 2 : 3 (*formule donnée plus haut*) à 3 : 7. La proportion de fer est en général plus élevée que celle de la magnésie.

a) Analyse de la ripidolite de Saint-Christophe, par Marignac (*A. P. C.* XIV. 56. 1845);

b) Analyse de la ripidolite de la montagne des Sept Lacs (*Id.*);

c) Analyse de la ripidolite du glacier d'Argentières, par M. Brun (*Z. K.* VII. 390. 1882).

	a	*b*	*c*
SiO^2....	26,88	27,14	26,60
Al^2O^3...	17,52	19,19	18,02
FeO....	29,76	24,76	29,67
MgO...	13,84	16,78	15,85
H^2O....	11,33	11,50	10,51
	99,33	99,37	100,65

Association avec d'autres minéraux. — La ripidolite forme très fréquemment des associations pœcilitiques avec divers minéraux (*adulaire, albite, quartz, calcite, axinite, sphène, prehnite*, etc.). Ceux-ci l'englobent : les variétés vertes ainsi produites sont dites *chloritées*. Parfois la ripidolite incluse est si abondante que leur hôte est réduit à un ciment cristallin à orientation unique. Leur constitution rappelle celle des célèbres cristaux de calcite désignés sous le nom de *grès cristallisé de Fontainebleau*. Au microscope, on constate que les paillettes des groupements de cristaux de ripidolite ne sont généralement pas orientées dans leur hôte (fig. 1), mais qu'elles sont souvent distribuées dans des zones d'accroissement plus ou moins régulièrement concentriques.

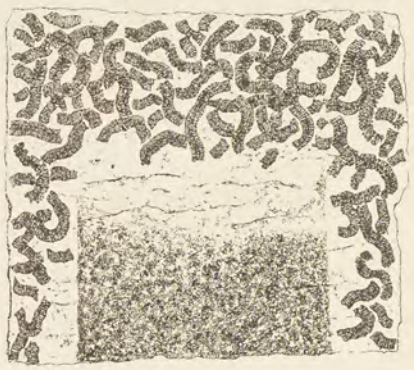


Fig. 1.

Lame mince d'*adulaire chloritée* du Dôme du Gouter montrant les groupements vermiculés de ripidolite (helminthe) localisés sur les bords du cristal, qui au centre ne renferme que des lamelles enchevêtrées du même minéral (grossissement de 20 diamètres).

Essais pyrognostiques. — Semblables à ceux du clinochlore ; les réactions du fer y sont seulement beaucoup plus énergiques.

Diagnostic. — La ripidolite se distingue de la pennine par ses formes vermiculées, son signe optique habituellement *positif*, sa plus grande richesse en fer et sa densité plus élevée.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La ripidolite se présente dans les mêmes gisements que les autres chlorites comme produit d'altération des éléments de diverses roches éruptives ou métamorphiques, puis comme élément normal de schistes cristallins ; mais c'est dans les fissures des diverses roches qui viennent d'être énumérées que ce minéral se rencontre à l'état de pureté et surtout en cristaux lamelleux. Il est alors souvent associé à du quartz et à des feldspaths (adulaire, albite), à de l'anatase, du rutile, du sphène, de l'ilménite, etc., qu'il imprègne fréquemment. Je signalerai seulement ici les gisements que j'ai visités ou dont j'ai étudié les produits.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. — M. Dorlodot d'Arment m'a signalé des lits de ripidolite riches en octaèdres de magnétite dans les chloritoschistes de Port-Mélek en Plestin.

Morbihan. — La ripidolite forme à l'île de Groix, dans les schistes cristallins et dans leurs fissures, des nids dans lesquels elle est accompagnée par du rutile, de l'ilménite lamellaire, etc. Elle y est aussi associée à du chloritoïde. M. de Limur m'a remis des échantillons de ripidolite écailleuse renfermant de gros cristaux d'albite et des octaèdres de magnétite; ils proviennent de la pointe d'Enfer dans la même île.

Loire-Inférieure. — Les filonnets quartzeux qui traversent les schistes à séricite de la côte de Pornic (pointe de Gourmalon et côte Sainte-Marie, notamment à la Noeveillard) renferment en abondance, associés à de l'ilménite, de petits prismes contournés de ripidolite (*helminthe*) et plus souvent encore des nids de petites paillettes hexagonales.

M. Baret (*op. cit.*, 54) a trouvé en abondance le même minéral aux environs de Nantes près Pont du Cens, à Basse-Indre, au pont de la Verrière en Chapelle-sur-Erdre, etc.

Maine-et-Loire. — Je dois à l'obligeance de M Davy un échantillon de ripidolite pulvérulente trouvée dans les fondations du pont du chemin de fer de Sainte-Gemmes d'Andigné près Segré : elle est formée par de petites paillettes hexagonales.

Pyrénées. — *Hautes Pyrénées*. — De la ripidolite écailleuse et sableuse a été trouvée, dans les fentes du granite et des schistes modifiés par lui, au nord du massif de Néouvielle, dans la région de Barèges. M. Frossard m'a communiqué de petites lamelles du même minéral accompagnant la calcite dans les fentes des schistes paléozoïques de Gazost.

Haute-Garonne. — M. Gourdon a recueilli de la ripidolite en agrégats globulaires dans un filon de quartz de la vallée du Lys près Luchon, etc.

Ariège. — J'ai trouvé (*B. S .M.* XVII. 48. 1894) des cristaux de ripidolite atteignant 4^{mm} de diamètre dans les fentes des gneiss granulitiques du flanc S.-E. du massif du Saint-Barthélemy, sur la rive droite du ruisseau de Gérale descendant du col de Trimounts en Lordat. Ils ont la forme vermiculée ou constituent seulement des groupements globulaires. Cette ripidolite est accompagnée de quartz. Le même

minéral se trouve dans le massif du pic des Trois-Seigneurs, au lac Blaou dans les fentes de blocs de granite éboulés du pic de Peyroutet, enfin dans les filons quartzeux traversant les schistes paléozoïques de l'entrée du lac Naguille, au S.-E. d'Ax. Elle accompagne des cristaux de quartz hyalin atteignant 7^{cm} suivant l'axe vertical.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie.* — La ripidolite en masses vertes et écailleuses est très abondante dans le massif du mont Blanc (mer de Glace, glacier des Argentières, Talèfre, dôme du Gouter, etc.); elle remplit les fissures de la protogine et des schistes cristallins; elle y est associée à l'adulaire, au quartz, à l'albite, au sphène, à la calcite, etc., qui l'ont souvent englobée, donnant ainsi naissance à des variétés vertes, dites chloritées.

Quand la ripidolite est très abondante, les cristaux étrangers sont souvent noyés au milieu d'elle et il est possible de les en dégager. Quand au contraire la ripidolite ne fait que les imprégner, il n'est pas rare de voir, dans un échantillon de quelques centimètres de largeur, des parties criblées de chlorite et d'autres qui en sont totalement dépourvues.

La ripidolite se rencontre moins fréquemment en groupements vermiculés (*helminthe*).

Savoie. — Les schistes de la Tarentaise renferment parfois, dans leurs fissures, de la belle ripidolite écailleuse. La collection du Muséum possède un flacon de paillettes vertes de ce minéral étiqueté « ripidolite des Alpes de la Tarentaise » sans indication plus précise.

Isère. — La ripidolite est très abondante dans le Dauphiné, où elle se présente dans les mêmes conditions et avec les mêmes particularités que dans le massif du mont Blanc. Elle est surtout abondante sur le flanc est de la vallée du Vénéon aux environs de Saint-Christophe en Oisans (le Puy, vallée de la Selle), dans les fissures des granulites qui renferment le quartz hyalin, l'anatase, l'albite, l'adulaire, l'ilménite (chrichtonite), la prehnite, etc., dont les cristaux ont rendu célèbres ces gisements : ils englobent tous parfois de la ripidolite. C'est de cette ripidolite que Marignac a donné l'analyse *a*.

Près du lac Noir, au pied de la Tête du Toura (côté nord), se trouve, avec de beaux cristaux de sphène (voir plus loin) implantés sur quartz, une ripidolite écailleuse brune à éclat métallique : ces cristaux de sphène sont très fréquemment chlorités.

La ripidolite se rencontre aussi dans les fissures des schistes cristallins du massif des Grandes Rousses et particulièrement au voisinage de la vallée de la Romanche, dans la région du Bourg d'Oisans où l'axinite abonde (voy. p. 294). Cette ripidolite imprègne fréquemment ce dernier minéral. Il n'est pas rare de trouver (Balme d'Auris, Armentières, etc.) des cristaux dont une partie seulement est chloritée.

Les anciens échantillons de sphène (*spinthère*) de Maromme sont souvent implantés sur de gros cristaux de calcite, imprégnés et recouverts par une ripidolite écailleuse d'un gris verdâtre clair.

C'est encore dans les mêmes conditions de gisement que se rencontre la ripidolite dans le massif de Belledonne et particulièrement sur son flanc est, à la montagne des Sept lacs (analyse *b*), sur le prolongement du massif des Grandes Rousses.

Corse. — Je dois à l'obligeance de M. Antoine des échantillons d'albite qui seront décrits plus loin et qui sont associés à de la ripidolite écailleuse. Ils ont été recueillis dans des fissures de schistes cristallins près du couvent des moines de Saint-Antoine à environ 600 mètres (est) de Bastia. La ripidolite imprègne l'albite ou forme des nodules dans lesquels sont noyés des cristaux de ce minéral.

Madagascar. — Les cristaux de quartz de Madagascar renferment parfois de la ripidolite écailleuse offrant des groupements vermiculés fort remarquables.

LEPTOCHLORITES

Les leptochlorites se présentent rarement en cristaux géométriquement déterminables (*cronstedtite*); le plus généralement, elles constituent des masses lamelleuses plus ou moins compactes ou à grains fins. Le microscope est souvent nécessaire pour déterminer leur véritable nature. Par suite, leurs propriétés optiques sont moins bien connues que celles des orthochlorites.

La bissectrice dans ces minéraux est toujours voisine de la normale au clivage facile; elle est généralement *négative*. L'écartement des axes optiques est le plus souvent faible ou même nul.

Les leptochlorites sont en général riches en fer. Leur composition est très complexe, et je renvoie au mémoire cité plus haut de M. Tschermak pour l'interprétation théorique qu'il en a donnée, en les supposant constituées par le mélange de plusieurs corps fondamentaux analogues à ceux qui ont été admis pour les orthochlorites.

Parmi les nombreuses substances rattachées à ce groupe par M. Tschermak, je n'ai à m'occuper ici que des suivantes se trouvant dans les gisements français :

Delessite,
Klementite,
Chamosite,

auxquelles j'ajouterai :

Aerinite.
Hisingerite,

DELESSITE

$H^{10}(Fe\ Mg)^4(Al\ Fe)^4Si^4O^{23}$ (Groth).

Formes et faciès. — La delessite se présente en masses lamelleuses formées de très petites paillettes dépourvues de contours géométriques et parfois disposées en rosettes ou en sphérolites.

Clivages. — Clivage *p* (001).

Dureté. — 2 à 3.

Densité. — 2,6 à 2,9.

Coloration et éclat. — Vert olive à vert noir. Quelques variétés trouvées comme élément *microscopique* de roches sont d'un beau rose. Transparente en lames minces. Aspect souvent terreux.

Propriétés optiques. — Bissectrice aiguë *négative* (n_p) sensiblement perpendiculaire au clivage. Axes optiques presque réunis.

$$n_g - n_p = 0{,}014 \text{ environ.}$$

Pléochroïsme. — Le pléochroïsme est toujours net.

	Variétés vertes	Variétés roses
n_g et n_m	= vert plus ou moins foncé	rose
n_p	= vert pâle ou incolore	jaune pâle ou incolore.

Composition chimique. — *a*) Analyse de la delessite de la Grève près Miélin par Delesse (*A. M.* XII. 221. 1847).

b) Analyse de la delessite de Montaudou par von Lasaulx (*Sitzber. Niederrh. Gesell. Bonn.* 49. 1870).

	a	*b*
SiO^2	31,07	30,32
Al^2O^3	15,47	18,51
Fe^2O^3	17,54	19,82
FeO	4,07	»
MgO	19,14	14,74
CaO	0,46	4,51
H^2O	11,55	12,30
	99,30	100,30

Essais pyrognostiques. — Au chalumeau, fond difficilement en une masse noire magnétique. Dans le tube, donne de l'eau et noircit. Décomposée par les acides en donnant de la silice floconneuse.

Diagnostic. — La delessite se distingue des autres chlorites par sa biréfringence plus grande.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La delessite est un produit secondaire très fréquemment formé dans les roches renfermant des silicates ferromagnésiens. Elle remplit les vacuoles des roches microlitiques altérées ; elle est surtout abondante dans les labradorites et basaltes anciens (porphyrites et mélaphyres). Delesse, qui a donné l'analyse *a* faite sur un minéral de la Grève près Miélin (Haute-Saône), l'avait désignée sous le nom de chlorite ferrugineuse; c'est Naumann (*Minéralogie*, 1850) qui lui a donné son nom actuel. Il serait sans intérêt d'énumérer tous les gisements français où se trouve ce minéral, qui n'y existe guère, du reste, que comme élément *microscopique*.

Il est plus rare dans les roches tertiaires, pleistocènes ou modernes.

Cependant on le trouve en Auvergne dans les pépérites (Montaudou, puy de Saint-Sandoux : v. Lasaulx, *op. cit.*). C'est dans ces roches que j'ai observé comme élément microscopique la delessite rose dont il a été question plus haut.

Je dois à l'obligeance de M. Vélain des échantillons de basalte très altérés de la Réunion, dont les vacuoles renferment de la delessite sphérolitique ou groupée en agrégats vermiculés analogues à ceux de la ripidolite (fig. 1, page 390).

KLEMENTITE

Faciès. — La klementite forme des agrégats de petites lamelles hexagonales.

Clivages. — Clivage *p* (001).

Densité. — 2,835.

Coloration et éclat. — Vert olive foncé.

Propriétés optiques. — Bissectrice aiguë *positive* (n_g) perpendiculaire à *p* (001). 2 E petit.

Composition chimique. — L'analyse suivante est due à M. Klement.

SiO^2.....	27,13
Al^2O^3.....	24,70
Fe^2O^3.....	5,84
FeO.....	9,72
MnO.....	1,98
MgO.....	20,52
H^2O.....	11,35
	101,24

Essais pyrognostiques. — Au chalumeau, s'exfolie et fond en un verre noir. Le minéral réduit en poudre fine est en partie décomposé par l'acide chlorhydrique avec production de silice floconneuse.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Ardennes. — [*Belgique*]. — Le nom de klementite a été donné par M. Tschermak (*Sitzungsb. Akad. Wien*, C. 40. 75. 1895) à une chlorite décrite par M. Klement (*Bull. Mus. roy. Belg.* V. 162. 1888). Elle forme des agrégats de lamelles dans des filons de quartz du salmien de Viel-Salm : je n'ai pas eu l'occasion d'étudier personnellement ce minéral.

CHAMOSITE

Les noms de *chamosite*[1], *berthiérine*, *bavalite* ont été donnés à des substances à structure oolithique ou compacte exploitées comme minerai de fer.

L'examen microscopique montre que ces produits ne sont pas homogènes, qu'ils constituent de véritables *roches*, présentant entre elles des différences de composition et de structure, mais ayant comme caractère commun d'être essentiellement formées par un minéral chloriteux qui possède souvent une structure oolithique. Celui-ci est très analogue dans toutes ces roches, mais il n'est probablement pas identique. Il a été extrait de la chamosite suisse par divers auteurs, mais je n'ai pu l'isoler, à l'état de pureté parfaite, de la berthiérine et de la bavalite des gisements français. Je réunirai donc *provisoirement* tous ces produits sous une seule rubrique. Les caractères physiques de la chlorite seront étudiés tout d'abord ; je m'occuperai ensuite, au paragraphe des gisements, de la structure des roches qu'elle constitue en partie.

Clivages. — Clivage basique des chlorites.

Coloration et éclat. — La chlorite isolée est d'un vert clair (berthiérine), d'un vert noir ou même noire (chamosite, bavalite). En lames minces, elle est d'un vert clair.

1. Berthier a décrit (*A. M.* V. 393. 1820) les échantillons de Suisse sous le nom de *chamoisite*. Studer a transformé ce nom en *chamosite* (*N. J.* 337. 1836), qui doit être accepté, la localité du Valais d'où il a été tiré étant Chamoson et non Chamoison.

Propriétés optiques. — La bissectrice est *négative* et plus ou moins exactement perpendiculaire à un clivage facile *p* (001). L'écartement des axes est faible; souvent même la croix noire est à peine disloquée.

$$n_g - n_p = 0{,}010 \text{ à } 0{,}012.$$

Pléochroïsme. — Le pléochroïsme est peu intense dans les lames de $0^{mm},02$. On observe alors :

n_g et n_m = vert pâle;
n_p = jaunâtre ou incolore.

La chlorite des environs de Segré est très pléochroïque et d'un vert d'herbe suivant n_g et n_m.

Magnétisme. — La chamosite, la berthiérine et la bavalite sont plus ou moins magnétiques; mais cette propriété est due à la magnétite qu'elles contiennent comme inclusions et non au minéral qui nous occupe ici.

Composition chimique. — L'analyse suivante a été faite par M. Schmidt (*Z. K.* XI. 600. 1886) sur la chamosite de Windgällen (canton d'Uri), déduction faite de carbonates et de magnétite :

SiO_2.....	25,23
Al^2O^3.....	19,97
FeO.....	37,51
MgO.....	4,39
H^2O.....	12,90
	100,00

Cette composition chimique rapproche le minéral de la thuringite [H^{18} Fe^8 (Al Fe)^8 Si^6 O^{41}], qui possède les mêmes caractères extérieurs, mais qui renferme environ 13,50 % de Fe^2 O^3.

L'analyse suivante de la berthiérine d'Hayanges par Berthier (*A. P. C.* XXXV. 258. 1827) n'a aucune valeur, le minéral n'ayant pas été purifié et étant riche en magnétite, etc.

SiO^2 12,4 Al^2O^3 7,8 FeO 74,7 H^2O 5,1 = 100,00

Essais pyrognostiques. — Fusible au chalumeau en un verre noir magnétique. Très facilement attaquable par les acides en laissant un squelette de silice gélatineuse conservant la forme du minéral. La berthiérine de Lorraine s'attaque avec une facilité beaucoup plus grande que la bavalite.

Altérations. — La chlorite de la berthiérine s'altère très facilement, se transformant en limonite jaune (mine de fer jaune, en grains, de Lorraine); si l'on attaque par l'acide chlorhydrique ces oolithes jaunes, la limonite se dissout et laisse un squelette siliceux blanc conservant la structure du minéral intact. La structure de ces oolithes de limonite a été récemment étudiée par M. Bleicher. Elle sera développée à l'article *limonite* (Tome II).

Diagnostic. — Ces produits chloriteux ne peuvent être confondus avec la glauconie; en effet, leur couleur est plus foncée (sauf pour quelques variétés de Lorraine). La structure concentrique des oolithes, qui va être décrite plus loin (fig. 1 et 2), est distinctive de la glauconie, qui est cryptocristalline ou lamelleuse; la biréfringence de ce dernier minéral est, en outre, plus grande et sa couleur d'un vert plus vif; enfin, la présence de la potasse dans la glauconie et sa résistance à l'action des acides sont d'excellents caractères différentiels.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La chamosite, la berthiérine et la bavalite se rencontrent exclusivement dans les gisements sédimentaires, la bavalite dans les formations paléozoïques, la berthiérine et la chamosite dans les formations secondaires.

a) *Dans les formations paléozoïques* (bavalite).

Bretagne et **Normandie**. — Le silurien moyen (ordovicien) de la Bretagne et de la Normandie renferme un niveau de minerais de fer assez constant, dans les grès armoricains ou entre les grès armoricains et les schistes à Calymene; c'est parmi ces minerais que se rencontre la *bavalite*.

Côtes-du-Nord. Pouillon Boblaye a décrit le premier gisement de cette substance (*Mém. du Muséum*. XV. 93. 1827) dans la forêt de Lorges, au lieu dit Bas-Vallet, à 8 km. environ de Quintin près de la route de Pontivy. Cette substance magnétique d'un noir verdâtre servait à alimenter le haut fourneau du Pas. Le nom de « bavalite » lui a été donné par Huot (*Minéralogie*, 290. 1841).

Morbihan. Pouillon Boblaye a signalé à Sainte-Brigitte, non loin des forges des Salles de Rohan, une bavalite identique à celle de la forêt de Lorges.

La bavalite est une roche d'un noir verdâtre ou bleuâtre magnétique, attaquable par les acides sans effervescence avec résidu de silice. A l'œil nu, on y distingue des oolithes discoïdes très aplatis mesurant de 1 à 3^{mm} suivant leur plus grand axe. A Sainte-Brigitte, on observe, en outre, des masses inégales de grenat rouge ayant parfois plusieurs centimètres de diamètre. L'examen microscopique fait voir que la roche est essentiellement constituée par la chlorite décrite plus haut et par de la magnétite.

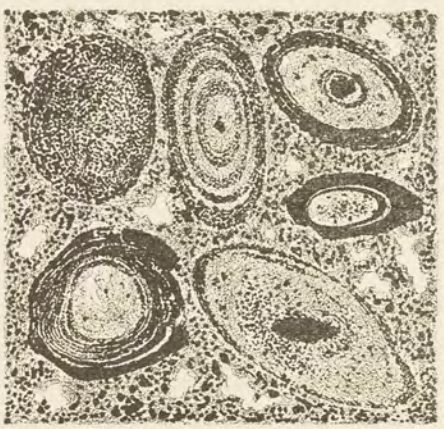


Fig. 1.
Lame mince de la *bavalite* de Sainte-Brigitte (lumière naturelle, grossissement de 60 diamètres). La forme des oolithes ferrugineux est mise en lumière par la magnétite distribuée régulièrement dans la chlorite.

Les oolithes sont formées par des couches concentriques de chlorite englobant quelques octaèdres de magnétite et réunies entre elles par de la chlorite et de la magnétite non orientées. Dans d'autres cas, les couches concentriques des oolithes sont entièrement constituées par de la magnétite. Elles alternent parfois avec la chlorite, qui souvent aussi occupe leur centre (fig. 1).

Il existe de grandes variations entre les proportions relatives de la magnétite et de la chlorite ainsi que dans l'abondance des oolithes.

A Sainte-Brigitte, le grenat est incolore en lames minces ; il englobe des octaèdres de magnétite et est entouré par le même minéral. Dans les échantillons que je dois à l'obligeance de M. de Limur, le grenat est très frais et l'on ne peut savoir si la chlorite s'est formée à ses dépens ; la forme des oolithes rend toutefois cette hypothèse peu probable. D'après les renseignements que M. Barrois a bien voulu me donner, le gisement de la forêt de Lorges serait en relation avec une diabase.

La collection du Muséum renferme un échantillon indiqué comme provenant de May (*Calvados*) et offrant la même structure que la bava-

lite de la forêt de Lorges. La bavalite a été signalée à Saint-Victeur (*Sarthe*) ; les échantillons que j'ai étudiés sont formés par un grès cimenté par une chlorite analogue à celle qui est étudiée ici ; il en est de même pour un grès silurien d'un gisement de fer des environs de Mortain (*Manche*).

Maine-et-Loire. La bavalite a été signalée à la Chapelle d'Oudon près Segré. Je dois à l'obligeance de M. Davy d'intéressants échantillons de minerais de fer provenant de la mine de Perni près Saint-Gildas-des-Bois. Ils sont constitués par de la magnétite, du quartz, du grenat et enfin une chlorite analogue à celle de la bavalite. Elle est toutefois à plus grands éléments et d'une couleur plus foncée. Elle est presque uniaxe et ne présente pas la structure oolithique.

b) *Dans les formations secondaires* (berthiérine et chamosite).

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle* et [*Lorraine*]. Dans un mémoire sur les minerais de fer en grains (*A. P. C.* XXXV. 258. 1827), Berthier a signalé dans la composition de ceux-ci un minéral analogue à la chamosite ; cette substance, dont les premiers échantillons provenaient d'Hayanges, a été désignée par Beudant sous le nom de *berthiérine* (*Minéralogie*. 1832. 138). Les échantillons que j'ai étudiés proviennent des collections minéralogique et géologique du Muséum ou m'ont été donnés par M. Damour. Ils appartiennent à deux types : l'un est formé par une roche d'un gris noir constituée par de petits oolithes ayant au plus 1^{mm} de diamètre ; cette roche est très magnétique et compacte ; l'autre est peu cohérente, d'un vert sale ressemblant à certaines glauconies altérées ; elle est peu ou pas magnétique.



Fig. 2.
Lame mince de la *berthiérine* verte d'Hayanges (lumière polarisée, grossissement de 60 diamètres, reproduction d'une photographie). Les oolithes sont exclusivement formés de chlorite. Ils sont moulés par de la calcite.

L'examen microscopique montre que cette dernière variété verte est la plus pure au point de vue de la chlorite étudiée ici. Il fait voir, en effet, que la roche est formée de petits oolithes discoïdes pressés les uns contre les autres et réunis par un ciment en partie calcaire, peu abondant (fig. 2).

Les oolithes sont formés par des couches concentriques de chlorite; leur structure rappelle celle des grains d'amidon et, comme ceux-ci, ils donnent, en lumière polarisée parallèle, le phénomène de la croix noire inégalement disloquée par une rotation de la platine du microscope. Les propriétés optiques de cette chlorite ne peuvent être alors étudiées, mais fort souvent le centre de ces oolithes est occupé par une lame de chlorite qui se prête bien à l'examen optique.

Dans cette roche de berthiérine, il existe aussi des débris fossiles transformés en calcite et entourés par une bordure de chlorite analogue à l'enduit de glauconie qui s'observe autour des grains de quartz et de feldspath de certaines roches glauconieuses.

Dans la berthiérine magnétique d'un gris noir, les oolithes sont en partie formés par des couches continues de magnétite comparables à celles de la bavalite (fig. 1); elles sont associées à la chlorite. Le ciment de ces oolithes magnétiques est constitué non seulement par de la calcite, mais encore par de la chlorite.

Les échantillons étudiés jusqu'ici proviennnent d'Hayanges [*Lorraine*]. Dans un spécimen recueilli à Aumetz, qui m'a été communiqué par M. Stanislas Meunier, les deux catégories d'oolithes sont réunies dans la même roche à ciment calcaire et chloriteux.

Enfin, dans beaucoup d'échantillons, la chlorite et la magnétite s'altérant, les oolithes ne perdent pas leur forme, mais deviennent jaunes, monoréfringents; ils sont alors en grande partie formés par de la limonite dont la structure a été récemment mise en lumière par M. Bleicher (*C. R.* 1892; *Bull. Soc. industr. de l'Est* 1894). Ce savant a fait voir, en effet, qu'à l'aide d'un traitement par les acides on pouvait dissoudre la limonite et mettre en évidence un squelette siliceux qui, dans les échantillons d'Hayanges, d'Aumetz [*Lorraine*], d'Homecourt (*Meurthe-et-Moselle*) que j'ai étudiés, est le dernier reste de la chlorite. Ces oolithes ont souvent comme centre un débris d'origine organique.

Le minerai de fer oolithique de Lorraine appartient au lias supérieur.

D'après Berthier (*op. cit.*), une substance analogue à la berthiérine

existerait dans le minerai de fer oolithique de la Bourgogne et de la Champagne.

[**Suisse**]. — Bien que les gisements de chamosite soient situés en dehors de France, je crois devoir leur consacrer ici quelques lignes pour permettre leur comparaison avec les gisements français. La chamosite présente une grande analogie de caractères extérieurs avec la variété de berthiérine gris noir d'Hayanges.

Au microscope, la roche de Chamoson [Valais] se montre essentiellement formée par une chlorite, des octaèdres de magnétite et des plages de calcite accompagnant de nombreux débris de fossiles. La chlorite est souvent oolithique, mais plus nettement cristalline que dans la berthiérine ; à ce point de vue, elle se rapproche davantage de la chlorite de la bavalite. Les chamosites suisses ont été étudiées par M. Schmidt (*Z. K.* XI. 602), auquel est due l'analyse donnée plus haut.

La chamosite de Chamoson (Valais) forme des lits dans les calcaires de l'oxfordien.

AERINITE

Le nom d'aerinite a été donné par von Lasaulx (*N. J.* 1876, 352) à une substance bleue, compacte ou un peu fibreuse par places. L'examen microscopique fait voir que le minéral n'est pas homogène. On y observe, disséminés dans une masse bleue transparente, des fragments de l'ophite (pyroxène, feldspath, etc.) aux dépens de laquelle s'est produite l'aerinite.

Clivages. Clivage micacé visible au microscope.

Densité. 2,480 (petit fragment purifié aussi bien que possible).

Propriétés optiques. La substance bleue possède les propriétés optiques suivantes, qui permettent de la rapporter au groupe des chlorites.

La structure est fibrolamellaire. L'allongement des lamelles est de signe *positif*. Les sections qui leur sont parallèles présentent une structure enchevêtrée, rendant très difficile l'examen en lumière con-

vergente. La bissectrice, plus ou moins normale aux lames, est *négative* : il est probable que l'apparence d'axes rapprochés est due à des superpositions de lames à deux axes plus écartés. La dispersion est très forte, analogue à celle de la pennine.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense, rappelant celui de la dumortiérite.

$\mathbf{n}_g$ et $\mathbf{n}_m$ = bleu cobalt foncé ;
$\mathbf{n}_p$ = jaunâtre ou incolore.

Composition chimique. L'acide chlorhydrique attaque le minéral en le décolorant ; il dissout des quantités variables : 18,27, 29,17, 32,45 % d'après les essais de von Lasaulx, 50,43 % d'après un essai de M. Damour (*B.S.M.* I. 126. 1878). D'après ce savant, la composition de la partie attaquée est la suivante :

$Si\,O^2$	25,76
$Al^2\,O^3$	16,44
Fe^2O^3	14,86
$Mg\,O$	4,62
$Ca\,O$	13,10
$K^2\,O$	0,60
$H^2\,O$	25,48
	100,86

Elle ne donne que des indications sur la composition réelle de la pâte bleue, d'autres éléments ayant pu être attaqués en même temps qu'elle. Je ne suis pas arrivé à purifier d'une façon satisfaisante la quantité de matière nécessaire pour une nouvelle analyse.

Essais pyrognostiques. J'ai fait les essais suivants sur une petite portion de substance, soigneusement isolée par les liqueurs denses.

Dans le tube, donne de l'eau et devient couleur de bois. Au chalumeau, fond facilement en se boursouflant en un émail grisâtre : donne les réactions du fer.

Facilement attaquable par les acides à froid.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Pyrénées. — L'aerinite se trouve en filonnets dans une ophite altérée ; d'après les indications que je dois à M. Gourdon, ce minéral, qui se vend à Luchon, provient de Caserras [*Aragon*], sur le versant espagnol de la Haute-Garonne.

ANNEXE AU GROUPE DES CHLORITES

HISINGÉRITE

L'hisingérite se présente en masses amorphes à cassure conchoïdale.

Dureté. 3.

Densité. 2,5 à 3,05.

Coloration et éclat. Noir à brun noirâtre. Éclat gras ou vitreux Poussière d'un brun jaunâtre.

Composition chimique. L'hisingérite est essentiellement un silicate hydraté de sesquioxyde de fer renfermant parfois un peu de FeO, MgO, CaO, Al^2O^3. Sa formule chimique est incertaine, la plupart des échantillons analysés n'étant probablement pas absolument homogènes.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne beaucoup d'eau. Fond difficilement en une scorie noire magnétique. Avec les flux, donne les réactions du fer. Décomposée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Pyrénées. — *Pyrénées-Orientales.* La collection de l'École des Mines renferme, sous le nom de *thraulite* (la thraulite est une variété d'hisingérite provenant de Bodenmais en Bavière), un échantillon présentant tous les caractères énoncés plus haut pour l'hisingérite ; il est d'un brun noirâtre et provient des anciennes mines de cuivre d'Olette; il est accompagné de sidérose.

GROUPE DE LA GLAUCONIE

La composition chimique exacte de la glauconie et de la céladonite est assez mal connue; ces minéraux se présentent avec un aspect tout à fait analogue.

Ce sont des minéraux verts, agglomérés en petites masses cryptocristallines souvent globulaires. L'examen microscopique montre que les éléments constitutifs de celles-ci possèdent une structure analogue à celle des micas et des chlorites ; clivage facile suivant une direction perpendiculaire ou presque perpendiculaire à une bissectrice aiguë *négative*. L'angle des axes optiques est petit. Ces minéraux diffèrent des micas par leur biréfringence plus faible ; ils s'en rapprochent par leur richesse en potassium. Ce dernier caractère les éloigne, au contraire, des chlorites, dont ils possèdent la couleur verte habituelle.

Tous ces minéraux sont d'origine aqueuse, formés dans des roches sédimentaires (glauconie) ou par voie secondaire dans des roches éruptives (céladonite).

A leur suite, j'ai placé la bravaisite, qui paraît se rapprocher de la glauconie malgré sa pauvreté en fer et son aspect argileux.

GLAUCONIE

Monoclinique (?) (par analogie avec les micas).

Forme et faciès. — La glauconie se présente sous forme de grains arrondis, analogues à des grains de poudre ; ils ont rarement plus de $0^{mm}10$ de diamètre. Les masses de glauconie que l'on trouve formant de véritables couches dans certaines assises sédimentaires sont constituées par de petits granules de ce genre, agglomérés avec ou sans ciment calcaire ou marneux. La cristallinité de la glauconie n'est visible qu'au microscope et souvent même aux plus forts grossissements seulement; ce minéral se montre alors formé de petites lamelles enchevêtrées. Plus rarement, on observe de véritables cristaux de glauconie pouvant atteindre une fraction de millimètre et constitués par des lames ou par un empilement de lamelles probablement hexagonales; celles-ci

sont souvent contournées à la façon de la variété de ripidolite, l'helminthe (fig. 1, page 390), et de la kaolinite. Ce sont ces cristaux qui se prêtent à l'étude des propriétés optiques. Ils se rencontrent, bien qu'avec une fréquence variable, dans tous les gisements énumérés plus loin.

Clivages. Clivage *p* (001) analogue à celui des micas et des chlorites.

Dureté. 2.

Densité. 2,2 à 2,83; 2,81 (Folembray, Aisne, M. Damour), 2,83 (Vallée de Borrigo, M. Damour).

Coloration et éclat. Vert olive, vert noir. Par altération devient jaune plus ou moins foncé.

Aspect terreux. Transparente en lames minces et alors d'un vert plus ou moins foncé. La glauconie des Alpes-Maritimes possède la couleur la plus foncée parmi celles que j'ai étudiées. Parfois éclat gras à la surface des grains.

Propriétés optiques. La bissectrice aiguë *négative* est plus ou moins normale au clivage facile.

$$2\,\mathbf{E} = 30^\circ \text{ à } 40^\circ.$$

Quelquefois la glauconie est sensiblement uniaxe (Saint-Laurent, *Var*).

La biréfringence ne peut être déterminée avec grande précision. Cependant, dans des lames assez pures, j'ai pu constater qu'elle était d'environ $n_g - n_p = 0{,}020$.

Par analogie avec les micas et les chlorites, on peut supposer que la glauconie est monoclinique. J'ai obtenu, dans quelques sections à peu près perpendiculaires au clivage, des extinctions se faisant à 1° ou 2° de la trace du clivage facile, mais il n'est guère possible d'en tirer des conclusions précises à cause de l'orientation incertaine des sections considérées. Quand on examine une section de glauconie taillée perpendiculairement au clivage, on n'observe pas toujours une extinction complète des petites paillettes à orientation quelconque, incluses dans le cristal observé; celui-ci a été aussi fréquemment froissé pendant la taille de la lame étudiée. L'existence de ces inclusions de paillettes de glauconie dans les lames du même minéral rend assez difficile la recherche des sections perpendiculaires à l'axe : ces sections, en effet, au lieu de rester presque complètement éteintes entre les nicols

croisés, présentent des phénomènes biréfringents dus à leurs inclusions et ainsi se distinguent mal des grains cryptocristallins du même minéral.

Composition chimique. — La composition chimique de la glauconie n'est pas établie d'une façon définitive, soit que les produits analysés aient été impurs, soit qu'il existe plusieurs types chimiques de glauconie. Elle paraît bien définie au point de vue des propriétés optiques et il y aurait intérêt à reprendre son étude chimique sur des échantillons soigneusement purifiés. D'après M. Haushofer, le fer serait au maximum. Est-ce constant ? et n'est-ce pas le résultat d'une oxydation postérieure ?

Analyses : *a*) de la glauconie du calcaire grossier inférieur de Paris, par Berthier (*A.M.* VI. 459. 1821) ;

b) de la glauconie d'un sable à glauconie de Paris, par Berthier (*A.M.* VI. 459. 1821) ; ces analyses n'ont qu'un intérêt historique, le potassium n'y est pas indiqué ;

c) de la glauconie du calcaire cénomanien du Havre, par Haushofer (*J. pr. Chem.* CII. 36. 1867) ;

d) de la glauconie du calcaire cénomanien de Villers-sur-Mer, par M. Pisani (*in* Dx, *op. cit.* I. 542) ;

e) de la glauconie du calcaire grossier d'Anvers [*Belgique*], par M. Dewalque (*B. Soc. géol. Belg.*, II. 3, 1874) ;

f) de la glauconie du calcaire grossier de Saint-Laurent-du-Var, par Blavier (*in* Cordier d'Orbigny, *Descr. des Roches*, 331. 1868).

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
SiO^2.....	40,0	46,3	50,62	54,18	50,42	54,2
FeO.....	24,7	22,3	6,02	20,16	5 96	15,8
Fe^2O^3.....	»	»	21,03	»	19,90	»
Al^2O^3.....	1,7	7,6	3,80	7,15	4,79	3,4
MgO.....	16,6	6,0	1,11	4,08	2,28	3,6
CaO.....	3,3	3,0	»	»	3,21	3,0
K^2O.....	»	»	7,14	7,97	7,87	5,4
Na^2O	»	»	»	»	0,21	»
H^2O.....	12,6	15,0	9,14	5,74	5,28	14,6
	98,9	100,2	99,86	99,28	99,92	100,0

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube. Au chalumeau, fond facilement en un verre noir. Décomposée par l'acide chlor-

hydrique à chaud. Quelques variétés résistent à l'action de cet acide.

Diagnostic. La structure cryptocristalline des grains arrondis de glauconie est très caractéristique. Elle permet de distinguer ce minéral de la céladonite. La distinction avec le chromocre consiste dans l'absence du chrome et dans une biréfringence un peu plus faible. De plus, la glauconie donne de l'eau dans le tube.

La biréfringence et la structure oolithique de la berthiérine ne permettent pas de confondre ce minéral avec la glauconie, qui a, en outre, une composition différente et résiste à l'action des acides à 40° C. Voir page 399 pour le diagnostic différentiel de la berthiérine.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La glauconie se rencontre exclusivement dans les terrains sédimentaire d'origine marine. Elle y est toujours associée à des éléments clastiques (quartz, feldspath, etc.) dont quelques-uns (feldspaths) ont certainement fourni les éléments chimiques nécessaires à sa production.

Les explorations sous-marines du Challenger ont permis à MM. Murray et Renard (*The voyage of H.M.S.Challenger* : *Sea Deposits*, 236 et 383. 1891) de préciser les conditions de formation de la glauconie. Ces savants ont fait voir que ce minéral se forme actuellement dans les vases et dans les sables verts que l'on rencontre le long des terres au delà de la région littorale où se fait sentir l'action des vagues, du flux et du reflux, ainsi que des courants des grands fleuves. Ce minéral se produit principalement dans les fonds de 200 à 1800 mètres, bien qu'on l'ait observé aussi, mais en moindre abondance, à des profondeurs inférieures ou supérieures. Il n'a jamais été rencontré en voie de formation dans la zone littorale, pas plus que dans les grands fonds de l'océan.

On a vu plus haut que la glauconie se trouve en petits grains à structure généralement cryptocristalline ; ces grains sont distribués, suivant les gisements, dans des sables, des marnes, des calcaires ; ils y sont parfois tellement abondants que le secours du microscope est nécessaire pour prouver la non-homogénéité de ces assises spéciales (Cap de la Hève, Villers-sur-Mer, environs de Nice, etc.).

L'examen microscopique fait voir que les grains de glauconie sont souvent en relation avec des organismes ; ce minéral remplit les coquilles

de mollusques (fig. 1), de foraminifères, les spicules d'éponges, souvent postérieurement décalcifiées, etc. ; mais il n'y a pas de lien *nécessaire* entre la formation de ce minéral et l'existence de ces organismes, car on trouve souvent la glauconie entourant des grains de quartz ou de feldspath, épigénisant progressivement des feldspaths ou même formant, en petites paillettes feutrées, le ciment de grains cryptocristallins du même minéral, du quartz, des feldspaths (lits très glauconieux de Villers-sur-Mer). Enfin, M. Cayeux a constaté (*Ann. Soc. géol. Nord*, XX. 381. 1892) que dans la gaize et dans les tuffeaux du Nord de la France, la glauconie sert parfois de pigment à leur ciment de calcédoine et d'opale.



Fig. 1.
Glauconie remplissant avec calcite les loges d'une *ammonite* de l'albien de la Perte du Rhône. (Lame mince grossie 2 fois. Lumière naturelle.)

Dans les mêmes roches, M. Cayeux a remarqué (*op. cit.*) qu'il y avait une relation entre le volume des grains de glauconie et celui des éléments clastiques qui l'accompagnent. Leur diamètre varierait en même temps et dans le même sens, ce que M. Cayeux explique en admettant que la glauconie ne s'est pas, dans ce cas, formée en place ; cette manière de voir permet d'expliquer la richesse en glauconie de certains niveaux.

La glauconie est souvent accompagnée de granules ou nodules phosphatés qui l'englobent ; ceux-ci seront décrits à l'article *apatite* (Tome II).

La dissémination de la glauconie dans les terrains sédimentaires est très grande, mais en France je n'ai à l'étudier que dans les conditions suivantes :

1° Dans les assises crétacées ;

2° Dans les assises tertiaires.

Je ne cite que pour mémoire la glauconie qui se forme actuellement au large des côtes françaises dans les conditions spécifiées plus haut.

1° *Dans les assises crétacées.*

a) *Série infracrétacée.*

Dans la série infracrétacée, la glauconie est surtout abondante dans les étages inférieurs (notamment dans le *barrémien*) et dans le *gault* (*albien*). Dans le barrémien et le gault de la Provence, se trouvent des lits épais presque exclusivement formés par ce minéral ; ils fournissent les plus beaux échantillons de collection que j'aie eu l'occasion de voir.

Normandie. — La glauconie se rencontre au milieu des sables albiens peu développés dans les falaises normandes (marnes calcaires noires de Cauville (Calvados), du pays de Bray).

Région parisienne. — Les sables verts du gault se trouvent dans les sondages faits à Paris à la profondeur de 600 mètres. Ils sont recouverts par les argiles du gault qui constituent le niveau aquifère utilisé par les puits artésiens de Paris.

Champagne et Ardennes. — *Ardennes* et *Meuse*. Les sables verts de la base de l'albien des Ardennes et de la Meuse renferment en abondance de la glauconie (Varennes, etc.) et des nodules phosphatés (coquins) qui diffèrent par leur couleur des nodules bruns beaucoup plus abondants dans les couches argileuses qui surmontent ces sables. Ceux-ci affleurent dans la Haute-Marne, à la côte de Moëlains, près Saint-Dizier, etc.

Jura. — La glauconie existe dans les calcaires néocomiens (*hauterivien*) de Neuchâtel [*Suisse*], comme aussi dans ceux du Salève (*Haute-Savoie*) au sud-est de Genève. Elle abonde dans les grès et calcaires aptiens et surtout dans les grès albiens à phosphates de la Perte du Rhône près Bellegarde (*Ain*).

Alpes. — *Isère*. On trouve ce minéral dans les calcaires néocomiens des environs de Grenoble et particulièrement dans les calcaires compacts de Sassenage.

Basses-Alpes. Il se rencontre dans les calcaires et les grès glauconieux albiens de la Montagne de Lure, dans ceux du barrémien des environs de Castellane.

Alpes-Maritimes. Sur tout le pourtour du massif émergé de la Provence, tout l'infracrétacé, du néocomien (hauterivien) à l'albien, présente souvent le faciès glauconieux (barrémien et albien d'Eye et d'Escragnolles, etc). La glauconie y forme souvent, presque à elle seule, des bancs

d'un vert sombre. Ils se rencontrent particulièrement dans l'albien. Je citerai spécialement à cet égard : vallée de Borrigo près Menton, Braus près Nice, environs de Saint-Laurent-du-Var (ravin de l'Esteron sur le chemin de Broc à Conségudes à 10 km. du confluent de l'Esteron et du Var (Cordier-d'Orbigny, *Descr. des Roches*, 331. 1868).

b) *Série supercrétacée.*

Dans la série supercrétacée, la glauconie est particulièrement abondante dans le *cénomanien* et surtout dans celui de l'embouchure de la Seine. Le même minéral se trouve plus rarement dans les sables, les grès, les marnes du *turonien*, du *sénonien*, du *maestrichtien* et du *danien*.

Voici quelques gisements typiques :

Flandre. — *Nord*. Les poudingues cénomaniens à galets de quartz (tourtia), reposant sur les schistes paléozoïques, sont souvent riches en glauconie. La craie grise phosphatée du turonien des environs de Cambrai est glauconieuse. Le même minéral se rencontre dans le cénomanien du Hainaut [*Belgique*], etc.

Pas-de-Calais. On trouve la glauconie dans les marnes et les nodules phosphatés de Boulogne-sur-Mer, etc.

Normandie. — La glauconie est très abondante dans le cénomanien de l'embouchure de la Seine, comme élément des marnes recouvertes par la craie dure à glauconie et à silex gris (craie chloritée de Brongniart). Cette dernière renferme souvent des lits vert foncé dans lesquels à l'œil nu on ne distingue que des grains de glauconie peu cohérents entre eux. Les localités à citer sont les suivantes :

Seine-Inférieure, *Calvados* et *Oise*. Environs du Havre et surtout Cap de la Hève, Côte Sainte-Catherine près Rouen, Fécamp, le pays de Bray (*Seine-Inférieure*) jusqu'au S.-O. de Beauvais (Oise), Villers-sur-Mer (*Calvados*), etc.

Le cénomanien riche en glauconie se trouve en outre dans les régions suivantes :

Orne. Mortagne, Bellême, etc.

Champagne et **Ardennes**. — *Marne*. Aux environs de Sainte-Menehould, les sables phosphatés cénomaniens sont riches en glauconie. Le cénomanien des Ardennes renferme des marnes et des sables à glauconie.

Maine. — *Sarthe*. Lamnay, Le Mans (marnes, sables et tuffeaux).

Touraine. — *Indre-et-Loire*. Les calcaires et marnes jaunes turoniens de la Touraine sont plus ou moins riches en glauconie.

Il en est de même pour les assises qui s'observent au sud de la Loire, dans les vallées de la Vienne, de la Creuse, de l'Indre et du Cher (sables et argiles à glauconie).

Angoumois. — *Charente*. La glauconie est un des éléments constitutifs des grès cénomaniens de la Charente.

Pyrénées. — *Landes*. M. Seunes a rencontré la glauconie dans les calcaires marneux campaniens, maestrichtiens et daniens des Landes et notamment à Tercis, Saint-Pandelon, Angoumé.

Jura. — *Ain*. La craie cénomanienne à glauconie a été trouvée à Leyssard reposant sur le gault.

Alpes. — *Basses-Alpes*. La glauconie a été signalée par M. Kilian dans les grès cénomaniens de la montagne de Lure.

Drôme. M. Munier-Chalmas m'a indiqué la glauconie dans les grès turoniens de Dieulefit.

Madagascar. — M. E. Gautier m'a remis un échantillon de calcaire à glauconie (probablement cénomanien) provenant des environs d'Aborano à l'O.-N.-O. de Tulléar (S.-O. de l'île); la glauconie y est accompagnée de débris de quartz, d'orthose, etc.

2° *Dans les assises tertiaires.*

La glauconie est abondante au commencement de la période tertiaire (*éocène*) du Nord de la France et du bassin de Paris, dans le *thanétien*, l'*yprésien*, le *lutétien* inférieur et moyen. On la trouve aussi, mais plus rarement, dans le *bartonien*.

Flandre, Picardie, Normandie. — Les sables thanétiens de la base de l'éocène sont très riches en glauconie dans le Nord de la France, dans la Picardie et dans une partie de la Normandie. Ils sont parfois agrégés en tuffeaux (env. de Valenciennes, *Nord*).

Dans la Flandre française, à Cassel (*Nord*), la glauconie abonde dans les sables et les grès yprésiens à *Pinna margaritacea*, dont M. Dollfus a bien voulu me donner des échantillons; ils sont, d'après ce savant, les équivalents des sables glauconieux du mont Panisel près Mons (panisélien).

Je dois à l'obligeance de M. Dollfus des échantillons d'argile jaune verdâtre très glauconifère provenant également de Cassel et qui semble appartenir au bartonien.

Bassin de Paris. — Les sables nummulitiques du Soissonnais (yprésien) sont fréquemment très riches en glauconie, surtout à leur base et à leur sommet, par lequel ils passent insensiblement au calcaire grossier (lutétien) [Cuise-la-Mothe près Pierrefond, Pont-Saint-Maxence (*Oise*), vallée de l'Aisne (dans l'*Eure*) ; près Paris, à Valmondois, à Auvers, etc. (*Seine-et-Oise*)], etc.

Dans le calcaire grossier inférieur et moins fréquemment dans le calcaire grossier moyen (lutétien) de Paris, la glauconie est très abondante. La base de ce calcaire est notamment formée par un calcaire bréchiforme extrêmement glauconieux.

Dans le Vexin français, les calcaires lutétiens exploités comme pierre de taille à Chérence, Vallangoujard (*Seine-et-Oise*) sont aussi glauconieux.

Algérie. — *Alger*. M. Gentil m'a signalé l'abondance de la glauconie dans les calcaires et les marnes à nodules phosphatés nummulitiques de la province d'Alger et notamment à Boghari.

CÉLADONITE

Monoclinique (?) (par analogie avec les micas).

Formes. La céladonite ou terre de Vérone (*Grünerde*) constitue des masses à aspect terreux parfois lamelleuses ou fibreuses dont la cristallinité n'est visible qu'au microscope.

Clivages. Clivage lamelleux analogue à celui des micas.

Dureté. Très tendre et douce au toucher.

Densité. 2,57 à 2,63.

Coloration et éclat. Vert olive, vert céladon, vert pomme. Transparente en lames minces.

Aspect terreux, parfois éclat gras.

Propriétés optiques. Les lames ont un allongement positif. Deux axes

optiques peu écartés autour d'une bissectrice *négative* (n_p) plus ou moins perpendiculaire au clivage.

Pléochroïsme. Pléochroïsme net.

$\mathbf{n_g}$ et $\mathbf{n_m}$ = vert vif foncé ;
$\mathbf{n_p}$ = vert plus clair avec teinte jaune.

Composition chimique. La céladonite est un silicate de fer, de potassium et de magnésium renfermant jusqu'à 11 % d'eau. Les analyses varient beaucoup, ce qui tient sans doute à ce que les produits étudiés par divers auteurs n'ont pas été séparés complètement des autres minéraux secondaires qui accompagnent toujours la céladonite.

L'analyse suivante a été faite par Delesse sur la céladonite de Framont (*A. M.* IV. 351. 1853).

SiO^2	43,50
Al^2O^3	16,61
Fe^2O^3	8,88
FeO	11,83
MnO	0,80
MgO	6,66
K^2O	3,14
Na^2O	0,69
H^2O	7,15
	99,26

La céladonite des roches volcaniques est généralement plus riche en alcalis (6 à 10 %) ; la proportion d'eau y dépasse souvent, en outre, 10 %.

Essais pyrognostiques. Fusible au chalumeau en un verre noir. Attaquable par l'acide chlorhydrique bouillant.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La céladonite se rencontre dans les gisements suivants :
1° Dans les roches volcaniques ;
2° Dans les roches métamorphiques.
Elle y constitue toujours un produit d'altération secondaire.

1° *Dans les roches volcaniques.*

La céladonite se trouve dans les roches volcaniques basiques et particulièrement dans celles des formations anciennes (mélaphyres,

porphyrites). Elle y remplit des amygdales, tapisse des cavités ou épigénise l'augite. Elle y joue le même rôle que la delessite et ne se trouve guère que comme élément microscopique dans les gisements français (Vosges Alpes, Plateau Central, etc.).

2° *Dans les roches métamorphiques.*

Vosges. — [*Alsace*]. Delesse a fait l'analyse donnée plus haut (*A. M.* IV. 351. 1853) sur une céladonite extraite d'une roche métamorphique composée de grenat, de pyroxène, d'oligiste ; elle provient de Framont.

BRAVAISITE

$$H^8 (K^2\ Mg\ Ca)^2 (Al\ Fe)^4\ Si^9\ O^{30}$$

Orthorhombique (?).

Formes. La structure cristalline de la bravaisite n'est visible qu'au microscope. Elle constitue une masse à apparence argileuse, gluante à la façon de la pâte de farine, quand elle est humide.

Dureté. 1 à 2 (à l'état sec). Toucher onctueux et savonneux.

Densité. 2,6. (Mallard).

Coloration et éclat. Gris verdâtre, aspect argileux. Translucide sur les bords, transparente en lames minces.

Propriétés optiques. Au microscope, on constate que le minéral est formé de fibres à extinctions longitudinales ; celles-ci se groupent parfois à angles droits. Bissectrice *négative* (n_p) perpendiculaire à l'allongement des fibres (clivage ?) (Mallard).

$2\,\mathbf{E} = 40°$ environ.

Composition chimique. L'analyse suivante a été donné par Mallard (*B. S. M.* 1. 7. 1878).

SiO^2.... .	51,40
Al^2O^3.....	18,90
Fe^2O^3	4,00
K^2O.....	6,50
CaO.....	2,00
MgO	3,30
H^2O..	13,30
	99,40

Mallard a considéré le fer comme une impureté due à des inclusions de pyrite et a admis la formule

$$2\,[Al^2O^3\ (K^2\,Mg\,Ca)\,O]\ 9\,Si\,O^2 + 8\,H^2\,O,$$

à comparer par suite à celle que M. Haushofer a proposée pour la glauconie :

$$2\,(Fe^2O^3\ K^2O)\ 9\,SiO^2 + 6\,H^2O.$$

Mallard regardait ce minéral, ainsi que la pinite et la carpholite, comme des zéolites d'un type spécial. On a vu plus haut que, dans la pinite (muscovite) et la carpholite, l'eau est basique ; il est probable qu'il en est de même pour celle de la glauconie et de la bravaisite.

Essais pyrognostiques. Dégage de l'eau dans le tube en se colorant en brun. Au chalumeau, fond facilement en un globule blanc. Se met aisément en suspension dans l'eau. Incomplètement attaquée par les acides.

Diagnostic. La bravaisite présente les caractères extérieurs des argiles ; elle s'en distingue par sa fusibilité et sa richesse en potassium, en calcium et en magnésium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Allier*. La bravaisite a été découverte à Noyant par Mallard (*B. S. M.* I. 5. 1878) dans les assises qui surmontent le terrain houiller. Elle y forme à elle seule une couche mince interstratifiée dans des bancs de houille, des schistes bitumineux et des calcaires siliceux.

GROUPE DE L'ANTIGORITE

(MINÉRAUX DE LA SERPENTINE)

La *serpentine* a été longtemps considérée comme une espèce minérale distincte. L'étude microscopique a montré d'une façon définitive qu'elle forme en réalité une roche, essentiellement constituée par des produits d'altération de silicates magnésiens : ces produits s'isolent fréquemment dans des fentes en prenant des formes variées qui

expliquent les noms multiples qui leur ont été donnés (*antigorite*, *baltimorite*, *bowenite*, *chrysotile*, *marmolite*, *métaxite*, *picrolite*, *rétinalite*, *schweitzerite*, *williamsite*, *xylotile*, pour ne citer que les plus répandus).

Tous les cristaux qui ont été décrits comme représentant la forme cristalline de la serpentine ont été reconnus, après examen plus approfondi, comme des pseudomorphoses de péridots.

Toutefois, M. G. Friedel, en étudiant des échantillons provenant de la mine de Tilly Foster (New-York), a fait voir récemment que le minéral à clivages cubiques décrit comme une pseudomorphose d'un minéral problématique était en réalité formé par une substance à propriétés spéciales et qu'on devait le considérer comme de la serpentine cristallisée. J'ai eu l'occasion de rencontrer le même minéral dans les Pyrénées, et son étude m'a conduit à confirmer complètement l'opinion de M. G. Friedel.

Il me paraît en outre nécessaire d'aller plus loin et de diviser nettement les minéraux de la serpentine en plusieurs types bien distincts, différant notamment les uns des autres par leurs propriétés optiques. Le premier, que je désignerai sous le nom d'*antigorite*, est caractérisé par un clivage facile perpendiculaire à la *bissectrice aiguë négative* avec angle des axes optiques variant de 0° à 110° (2 E), clivage parfois accompagné d'autres moins faciles (Voir page 420). Ce minéral se présente soit en cristaux distincts pseudocubiques (Tilly Foster, Pyrénées, etc.) soit en masses fibrolamellaires[1] allongées suivant n (fig. 1). Le second, qui est le *chrysotile*, est fibreux ou fibrolamellaire, également allongé suivant n_g, mais sa *bissectrice aiguë* est *positive* et parallèle aux fibres (fig. 2).

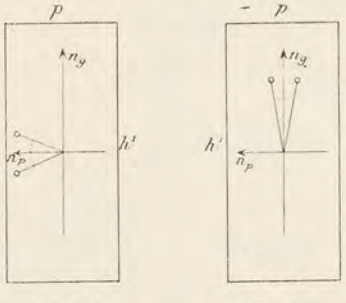


Fig. 1. Fig. 2.

Face g^1 (010) de l'antigorite (fig. 1) et du chrysotile (fig. 2) montrant la position relative de la bissectrice aiguë dans ces deux substances.

Les analyses données jusqu'ici semblent indiquer une très grande analogie, sinon une identité complète de composition, entre ces deux minéraux : dans

1. Le *picrosmine* possède une structure fibrolamellaire et des propriétés optiques semblables à celles de l'antigorite; sa composition est différente: $Si\,O^2$ 55,07; $Mg\,O$ 36,67; H^2O 8,26 = 100, correspondant à la formule $H^2\,Mg^2\,Si^2\,O^7$.

l'état actuel de nos connaissances, il n'est guère possible de savoir s'il existe de petites différences de composition entre eux ou s'il faut les considérer comme deux corps dimorphes de la formule $H^4 Mg^3 Si^2 O^9$.

Ces minéraux se rencontrent souvent associés entre eux et accompagnés par des produits colloïdes ayant probablement la même composition. J'ai fait voir (*Nouv. Arch. du Muséum*, VI. 244. 1894) qu'il était possible de rattacher à l'un ou à l'autre de ces deux types les nombreuses variétés dont les noms ont été énumérés plus haut.

Quant au terme de *serpentine*, je l'emploierai exclusivement pour désigner la roche qui sera définie plus loin.

Il faut rattacher au même groupe quelques minéraux à structure mamelonnée et fibreuse, de composition certainement différente et comprenant entre autres la *deweylite* et la *nouméite* (garniérite). Leurs propriétés optiques les rapprochent du chrysotile. Ils proviennent, eux aussi, des serpentines.

ANTIGORITE

$H^4 Mg^3 Si^2 O^9$

Orthorhombique. Pseudocubique.

Formes observées. Les formes géométriques observées consistent en trois faces rectangulaires, que j'ai prises pour p (001), h^1 (100) et g^1 (010) : elles sont accompagnées très rarement à Moncaup, fréquemment à Brewster (N.-Y.), par des facettes, inclinées sur elles de 125°16′ et correspondant aux faces octaédriques du système cubique (fig. 1).

Macles. Groupements pseudocubiques complexes. Les cristaux à clivages cubiques sont formés par l'entrecroisement ou l'enchevêtrement de lamelles rectangulaires dans lesquelles les faces p (001), h^1 (100), g^1 (010) peuvent être indistinctement en contact (fig. 2 à 4). Il existe aussi des lames croisées suivant les axes binaires (fig. 5).

Faciès. J'ai pris pour type d'antigorite cristallisée le minéral de Moncaup que j'ai récemment étudié (*Nouv. Arch. du Muséum*, VI. 248. 1894) et qui offre, avec un degré de pureté plus grand, les diverses particularités décrites par M. G. Friedel (*B.S.M.* XIV. 120. 1891), dans des échantillons provenant de Brewster, dont j'ai parlé plus haut. Cette forme pseudocubique est rare : le plus souvent l'antigorite se présente

en masses lamellaires suivant la direction de son clivage plus facile (*antigorite*, *marmolite*, *bastite*), en masses fibrolamellaires (*baltimorite*).

La bastite épigénise des pyroxènes ; les autres variétés se trouvent en veines indépendantes de tout minéral ancien. On trouve aussi l'antigorite en masses à aspect compact (*williamsite*, *bowenite*) dont la structure cristalline n'est révélée que par l'étude microscopique. On verra plus loin, en outre, que la serpentine est essentiellement constituée par de l'antigorite offrant divers types de structure ; elle résulte de la pseudomorphose d'olivine ou d'autres silicates magnésiens.

Clivages. Clivages, micacé suivant h^1 (100) dans toutes les variétés, facile suivant g^1 (010) et suivant p (001) dans l'antigorite cristallisée et certaines bastites. Ces trois clivages sont rectangulaires entre eux ; il existe plus rarement des plans de séparation suivant les faces du pseudooctaèdre régulier. Quand tous ces clivages existent en même temps, ils donnent des cubooctaèdres réguliers (fig. 1).

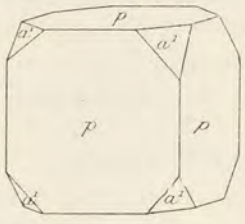


Fig. 1.
Cubooctaèdre régulier de clivage (antigorite de Moncaup).

Dureté. 3 à 4.

Densité. 2,552 à 2,585 (antigorite de Moncaup).

Coloration et éclat. Verte de diverses nuances, blanc grisâtre, gris verdâtre, jaune de diverses nuances, rarement blanche. Translucide ou opaque; toujours transparente en lames minces.

Éclat souvent gras, un peu vitreux sur les lames de clivage dans le type très cristallin.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010) ; bissectrice aiguë *négative* (n_p) perpendiculaire au clivage le plus facile h^1 (100) (fig. 1, page 418). Dans des lames bien pures et en apparence homogènes, j'ai mesuré, pour la lumière du sodium :

$$2\,\mathbf{E} = 110^{o} \text{ environ ;}$$

$$\mathbf{n}_m = 1{,}570 \text{ (antigorite du val Antigorio) (Ml et Lx).}$$

La biréfringence maximum est inférieure à 0,009.

Dans l'antigorite constituant les serpentines, les croisements de lames sont presque constants, et l'on trouve, pour l'écartement des axes optiques, des nombres extrêmement variables ; les antigorites sensiblement uniaxes sont très fréquentes.

Les propriétés de l'antigorite étant ainsi établies, il est facile d'interpréter les groupements des cristaux pseudocubiques.

Quand on brise un fragment du minéral, il se divise en petits solides rectangulaires qui, examinés au microscope, se montrent eux-mêmes constitués par des solides de même forme, régulièrement empilés les uns sur les autres à la façon des pierres d'un mur (fig. 2).

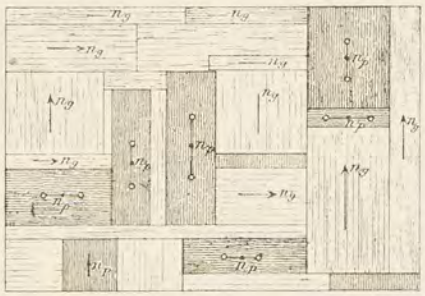


Fig. 2.

Schéma de la structure d'une lame de clivage de l'antigorite pseudocubique de Moncaup.

Dans les lames très minces, cette structure est bien mise en lumière. La fig. 3 représente l'une d'elles. Les plages perpendiculaires à h^1 (100) sont les moins éclairées entre les nicols croisés. Tout l'ensemble s'éteint quand un clivage de l'une de ces lames est mis parallèlement à l'une des sections principales des nicols.

Quand il y a superposition de lamelles différemment orientées, il se produit des compensations, mais fort souvent les plages d'orientation différente sont placées bout à bout dans la lame mince et non superposées.



Fig. 3.

Lame mince de clivage de l'antigorite de Moncaup (Grossissement de 60 diamètres; lumière polarisée parallèle. Reproduction d'une photographie).

Suivant les échantillons, c'est l'une ou l'autre des orientations possibles du réseau pseudocubique qui domine, mais jamais on ne trouve un cristal de 1^{mm} de côté qui soit homogène.

On peut constater que toutes les lames ont un allongement positif.

Dans quelques échantillons, en outre de ces lames groupées suivant les axes pseudoquaternaires, il en existe d'autres qui sont parallèles

aux axes binaires et qui paraissent être analogues à celles que M. Friedel a signalées dans le minéral de Brewster; ces lames sont aussi de signe d'allongement positif (fig. 4 et 5).

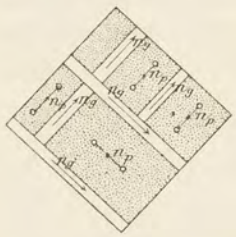


Fig. 4.
Lame de clivage d'antigorite de Moncaup. Les sections principales des nicols sont parallèles aux diagonales de la face; les bandes parallèles aux axes binaires ne sont pas visibles.



Fig. 5.
Lame de clivage d'antigorite de Moncaup. Les sections principales des nicols sont respectivement parallèles aux côtés de la face ; les bandes parallèles aux axes binaires sont seules éclairées.

On verra plus loin les divers modes de microstructure que prend l'antigorite pour former les serpentines.

Pléochroïsme. Dans les lames très épaisses, l'antigorite est colorée en vert et pléochroïque. On observe alors :

$\mathbf{n}_g$ = vert clair ;
$\mathbf{n}_m$ et $\mathbf{n}_p$ = jaune verdâtre plus ou moins pâle.

Composition chimique. La composition chimique de l'antigorite, de beaucoup de serpentines compactes et du chrysotile peut être représentée par la formule $H^4\ Mg^3\ Si^2\ O^9$, correspondant à la composition suivante :

MgO....	44,1
SiO^2....	43,0
H^2O.....	12,9
	100,0

Une petite quantité du magnésium est remplaeée par du fer; il existe souvent des traces de nickel. L'eau ne part guère qu'à la température du rouge sombre.

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, donne de l'eau. Fond difficilement sur les bords en donnant les réactions du fer. Plus ou moins facilement attaquable par les acides chlorhydrique et sulfurique.

Diagnostic. Les propriétés optiques permettent de distinguer l'antigorite du chrysotile et des autres silicates magnésiens hydratés.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'antigorite et ses variétés, telles que je les ai définies plus haut, se rencontrent :

1° Dans les péridotites et dans leurs serpentines, en éléments macroscopiques ;

2° Dans les mêmes roches, comme élément constitutif essentiel et souvent exclusif dont la nature ne peut généralement être décelée que par l'étude microscopique ;

3° Dans diverses autres roches éruptives ou métamorphiques, comme produit d'altération du péridot, des pyroxènes, des amphiboles, de la chondrodite, etc.

1° *Dans les péridotites et dans leurs serpentines, en éléments macroscopiques.*

a) *Antigorite en veinules indépendantes.*

L'antigorite se trouve en individus *macroscopiques*, comme minéral indépendant, dans les fissures de péridotites plus ou moins complètement transformées en serpentine.

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. C'est dans la serpentine de Moncaup et dans le premier ravin qui descend du massif lherzolitique vers le cimetière (sur la lisière du massif) que j'ai trouvé une veine de quelques décimètres de longueur, constituée par l'antigorite cristallisée décrite plus haut associée dans les mêmes échantillons à du chrysotile, de l'opale et de la giobertite. Le plus souvent l'antigorite pseudocubique ne forme que des veinules de 1 à 2 centimètres de diamètre au milieu d'une serpentine verte peu cristalline. J'ai pu cependant extraire l'an dernier un bloc d'antigorite cristallisée de la grosseur du poing (je l'ai déposé dans la collection du Muséum) ; il est imprégné de giobertite. Cet échantillon m'a permis de compléter la première description que j'ai donnée de cette substance. J'y ai notamment trouvé le clivage a^1 (111) qui n'existe pas dans les échantillons que j'avais recueillis en 1891.

A quelques centaines de mètres plus loin, sur la lisière du massif de serpentine dominant des prairies, j'ai recueilli une veine verte translucide, ayant un centimètre de diamètre et constituée par des fibres très fines enchevêtrées dont la structure rappelle celle de la *williamsite*, décrite p. 429 (fig. 8).

Plateau Central. — *Dordogne*. La serpentine de la Roche-noire près Thiviers renferme de nombreux produits fibreux qui méritent une étude spéciale. Les échantillons que j'ai examinés m'ont été communi-

qués par MM. Besnard du Temple, de Mauroi et Tardieu. Dans un même échantillon, j'ai observé de l'antigorite d'un vert foncé, translucide et lamellaire, une substance jaune lamellaire rappelant la *marmolite* d'Hoboken et constituée par des pseudomorphoses d'amphibole (?) présentant la structure fenestrée qui sera décrite plus loin, enfin une variété verte de chrysotile en fibres rigides atteignant 5 ^{cm} de longueur.

Maures. — *Var.* La serpentine de La Molle renferme des masses lamellaires vertes d'antigorite.

Nouvelle-Calédonie. — Des masses fibrolamellaires d'antigorite, atteignant 8 ^{cm} de longueur, se rencontrent dans les fentes des serpentines de la Nouvelle-Calédonie.

b) *Antigorite constituant des pseudomorphoses (bastite).*

Les pyroxènes monoclinique (diopside) et surtout orthorhombique (bronzite) des péridotites et des pyroxénolites sont très fréquemment pseudomorphisés par une variété lamellaire d'antigorite. Celle-ci se produit d'une façon régulière, gagnant de proche en proche. Elle conserve une orientation unique dans un même individu, de telle sorte qu'*à un cristal de pyroxène correspond un cristal unique du produit de transformation*. On a donné le nom de *bastite* à celui-ci, mais il ne diffère de l'antigorite par aucune propriété essentielle. Son clivage facile h^1 (100) correspond au clivage g^1 (010) du pyroxène rhombique. (Pour plus de détails, voir à *bronzite*).

L'olivine étant beaucoup plus altérable que la bronzite et surtout que le diopside et le diallage, ces derniers minéraux subsistent souvent à l'état plus ou moins intact dans des serpentines ne renfermant plus trace de péridot inattaqué.

Pyrénées. — La bastite existe dans toutes les serpentines de lherzolite des Pyrénées ; elle constitue de beaux échantillons dépassant parfois 2^{cm} dans les variétés porphyroïdes de lherzolite, qui se rencontrent surtout dans les gisements suivants :

Basses-Pyrénées. La lherzolite porphyroïde du Moun caou en Louvie Juzon renferme notamment en abondance de grands cristaux de bronzite et de pyroxène atteignant 2^{cm}; ils sont entièrement transformés en bastite verte : ces pseudomorphes sont figurées plus loin, aux altérations de la bronzite.

Haute-Garonne. La *bastite* épigénisant les grands cristaux de bronzite et de diallage de la lherzolite abonde dans le massif de Moncaup Arguénos ainsi qu'au Tuc d'Ess en Coulédoux.

Ariège. J'ai recueilli le même minéral dans les serpentines du Tuc de Coumes en Audressein et de Cescau près de Castillon, ainsi que dans celle de Serreing en Sentenac.

Plateau Central et **Vosges**. — Les cristaux macroscopiques de bastite épigénisant la bronzite et le pyroxène monoclinique sont fréquents dans les serpentines du Plateau Central et dans celles des Vosges. Aucun gisement ne se recommande par la beauté des échantillons qu'il renferme.

Corse. — Par contre, les serpentines de Corse présentent de nombreuses variétés, riches en grandes lames de bastite à éclat bronzé, épigénisant soit de la bronzite soit du diallage. A ce point de vue on peut noter surtout les serpentines de l'extrémité nord du cap Corse. M. des Cloizeaux a cité (*op. cit.*, I. 536) un échantillon de bastite de Corse, composé de plages à écartement d'axes variable dans lesquelles les traces du plan des axes de chacune d'elles font entre elles des angles de 60°.

Nouvelle-Calédonie. — Les harzburgites et les bronzitites de la Nouvelle-Calédonie présentent de nombreux échantillons de bastite généralement colorés en jaune.

2° *Comme élément microscopique constitutif des serpentines.*

La serpentine est une roche compacte à cassure conchoïdale ou esquilleuse. Elle est parfois translucide (*serpentine noble*) ; sa couleur la plus habituelle est le vert de diverses nuances (du vert noir au vert émeraude), le jaune parfois très vif et très pur (*serpentine noble*) ; le plus souvent la roche est marbrée de rouge, de noir, par suite de l'existence d'oxydes de fer. Elle est *toujours* le résultat de la transformation de roches constituées originellement par des silicates magnésiens : pyroxènes, amphiboles, mais surtout péridot (péridotites). Quand ces roches étaient à grands éléments, quelques-uns de ceux-ci ont conservé leurs formes, qu'ils soient encore intacts ou qu'ils soient transformés en bastite : la serpentine possède alors une structure porphyroïde (Pyrénées, Corse, etc.).

L'examen microscopique fait voir que la structure intime des serpentines est variable, qu'elle est fonction de la composition de la roche originelle, mais que l'élément essentiel, souvent même exclusif de ces roches, est l'*antigorite*.

Dans les serpentines des gisements français, on observe les types suivants de microstructure :

Structure maillée. Cette structure est la plus fréquente : son cachet caractéristique lui est imprimé par la façon dont se transforme le péridot. C'est elle qui domine dans les serpentines de péridotites riches en olivine (dunite, lherzolite) ; elle se rencontre donc dans tous les gisements français énumérés page 182, auxquels il faut ajouter ceux de la Nouvelle-Calédonie, fort intéressants à ce point de vue.

Quand l'olivine s'altère, elle est traversée par des fissures irrégulières quelquefois grossièrement parallèles entre elles, le plus souvent curvilignes (fig. 4, page 175). Sur les parois de ces fissures se développent des lames d'antigorite, qui peu à peu se rejoignent et gagnent de proche en proche dans l'olivine.

Une plaque de péridotite incomplètement transformée présente donc au microscope l'apparence d'un réseau de mailles, limitées par des rubans d'antigorite qui enserrent des grains intacts d'olivine. Quand la transformation est complète, ceux-ci disparaissent et sont entièrement remplacés par l'antigorite. Le plus souvent, on observe alors à leur place une sorte de petit nid formé par de l'antigorite ayant une orientation différente de celle des rubans périphériques ou occupé par une substance colloïde souvent plus ferrugineuse que l'antigorite cristallisée (fig. 6). Il se produit fréquemment aussi, dans cette partie centrale, des dépôts de minéraux ferrugineux (magnétite, oligiste), l'antigorite étant moins ferrugineuse que l'olivine aux dépens de laquelle elle se forme. En lumière



Fig. 6.

Lame mince de la serpentine de Coureuges en St-Préjet (Antigorite à structure maillée). (Lumière polarisée ; grossissement de 60 diamètres. Reproduction d'une photographie).

naturelle, on voit alors les rubans d'antigorite apparaître limpides alors que les nids sont criblés de particules opaques noires. La localisation des produits ferrugineux dans les nids n'est pas constante et on les trouve parfois également répartis dans toute la roche (cap Corse).

L'étude optique montre que les rubans d'antigorite sont d'allongement positif ; ils sont parfois froissés transversalement et présentent alors un moirage ou des pseudofibres transversales souvent fort curieuses [Le Sapt (*Haute-Loire*)]. On doit les considérer comme enveloppant les petits noyaux d'olivine, de telle sorte que leur face d'aplatissement (perpendiculaire à la bissectrice aiguë négative) est accolée sur la paroi de ceux-ci. Si l'on imagine une section diamétrale d'un grain d'olivine, son enveloppe d'antigorite sera coupée perpendiculairement à son aplatissement et se présentera dans les lames minces sous forme d'un ruban qui pourra être parallèle au plan des axes ou perpendiculaire à la bissectrice obtuse. Imagine-t-on une section tangente au grain d'olivine, l'antigorite sera taillée parallèlement à sa face d'aplatissement ; par suite elle sera très peu biréfringente ou même constamment éteinte entre les nicols croisés, l'écartement des axes optiques de l'antigorite étant souvent faible ou même sensiblement nul.

Cette conception de la disposition de l'antigorite autour de l'olivine qu'elle épigénise permet d'interpréter aisément les apparences souvent très complexes des serpentines maillées, qui ne pourraient être décrites sans le secours d'un grand nombre de figures.

J'ai dit plus haut que, lorsque l'on considère non plus un seul grain d'olivine, mais un cristal fendillé entier, on voit que les lames formées aux dépens de deux grains contigus se réunissent souvent. Fréquemment aussi l'intervalle de ces deux lames est rempli par des produits ferrugineux ou même par une lame d'antigorite qui n'a pas nécessairement la même orientation que les deux premières.

J'ai vérifié dans un grand nombre de gisements français (et le fait peut être généralisé) que les lames biréfringentes limitant les mailles appartiennent toujours à l'antigorite, telle qu'elle a été définie plus haut. Quand on trouve du chrysotile dans ces roches, c'est comme accident : il y forme des traînées irrégulières, dont la structure sera décrite plus loin et dont la biréfringence plus grande permet déjà la distinction aisée d'avec l'antigorite. Il y a donc lieu de modifier ce qui a été dit page 175 et d'y remplacer le mot « chrysotile » par « antigorite » dans la légende de la fig. 4.

Les plus remarquables serpentines maillées que j'aie étudiées, et dans lesquelles on peut faire toutes les vérifications optiques au sujet de la nature des éléments des mailles, sont celles des gisements suivants : Coureuges en Saint-Préjet-Armandon et Le Sapt (*Haute-Loire*), Le Goujot (*Vosges*), Chanrousse (*Isère*) (nodule dans les amphibolites), Cap Corse et notamment Monte-Marcolino (*Corse*). Dans ce dernier gisement, les lames d'antigorite sont très larges.

Je ne me suis occupé jusqu'ici que de la transformation de l'olivine ; mais la bronzite et le diallage présentent consécutivement les transformations en bastite décrites page 424.

Structure fenestrée. Les amphiboles présentent aussi des transformations en antigorite ; elles sont plus rares que les précédentes, mais se rencontrent dans beaucoup de serpentines amphiboliques et particulièrement dans celles qui dérivent des picrites à hornblende. Ce mode de transformation tient le milieu entre celui de la bronzite et celui de l'olivine.

L'altération se propage le long des clivages et des cassures transversales souvent rectangulaires. L'antigorite se produit dans ces clivages ou cassures souvent fines et rectilignes et possède fréquemment la même orientation dans tout le cristal. Dans les sections perpendiculaires à l'axe vertical, les lames se coupent sous des angles de 124°, enserrant des fragments d'amphibole intacte. C'est cette structure que Weigang a décrite dans les serpentines du Rauenthal [*Alsace*] (*Tschermak Min. Mitth.* 198. 1875).

Il est facile de s'assurer de l'unité de l'orientation des filonnets d'antigorite dans une section de la zone verticale d'une pseudomorphose fenestrée, en superposant à la plage une lame de mica 1/4 d'onde : on voit alors toute l'antigorite se teinter de la même couleur, quelle que soit la direction des fissures qu'elle remplit. Les rubans d'antigorite formés dans les clivages faciles de l'amphibole ont leur allongement positif, ils ont donc leur allongement normal suivant n_g ; ceux des cassures transversales ont leur allongement négatif, leur axe vertical étant perpendiculaire aux lèvres de la fissure, tandis que dans les cassures obliques l'axe vertical est lui-même oblique aux parois de la cassure.

La structure n'est pas toujours aussi simple ; fréquemment, en effet, en plaçant le mica 1/4 d'onde comme il vient d'être indiqué, on constate qu'une partie de l'antigorite épigénisant le cristal d'amphibole

présente une orientation inverse (en réalité, il est rare que les deux orientations soient exactement à 90° l'une de l'autre), chaque ruban de l'orientation primitive étant associé à des rubans de signe contraire, au sujet de l'orientation desquels on peut faire toutes les observations consignées plus haut. Souvent, la seconde orientation ne s'observe pas au milieu des fibres verticales, mais seulement dans les îlots déterminés par le réseau anastomosé de l'antigorite présentant la première orientation. Fréquemment, entre les lames orientées suivant le premier mode, apparaît une fine lame possédant la seconde orientation. La fig. 7 représente un exemple de cette structure complexe, que j'ai observée dans la serpentine d'Arvieu (*Aveyron*). Cette structure est très nette aussi dans des masses lamellaires jaune verdâtre de la serpentine de Thiviers (*Dordogne*), etc.

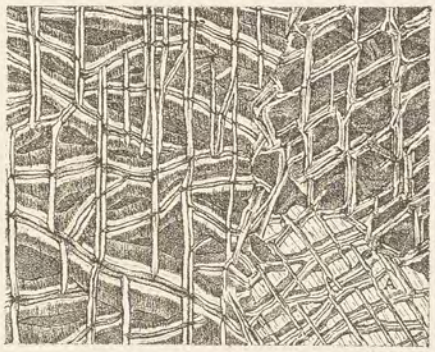


Fig. 7.
Lame mince d'une serpentine d'Arvieu montrant la *structure fenestrée* de l'antigorite (Lumière polarisée ; grossissement de 60 diamètres).

Il est facile de constater que le minéral de ces diverses associations possède les propriétés optiques de l'antigorite.

Structure fibreuse et enchevêtrée. Je désigne sous ce nom la structure qui est caractéristique de la williamsite du Texas (*Pennsylvanie*). Dans les serpentines françaises, je ne l'ai observée nettement que dans les blocs jaune verdâtre englobés dans la brèche calcaire de Médous (fig. 8) près Bagnères-de-Bigorre (*Hautes-Pyrénées*) et dans des filonnets traversant la serpentine de Moncaup (*Haute-Garonne*).

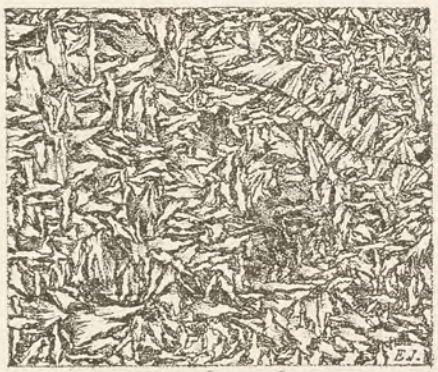


Fig. 8.
Lame mince de la serpentine de Médous, formée par de l'antigorite à structure fibreuse et enchevêtrée (*williamsite*) (Lumière polarisée ; grossissement de 60 diamètres).

L'antigorite possédant cette structure forme des éléments fibrolamellaires, tantôt disposés en traînées parallèles, tantôt disposés en gerbes ou s'enchevêtrant d'une façon quelconque. A l'œil nu, le minéral se présente sous forme d'une masse cristalline généralement verte et translucide.

Structure entrecroisée. Quelques variétés de serpentine sont formées par des lamelles d'antigorite à contours parfois rectilignes, allongées suivant leur axe vertical et entrecroisées à angle droit. Cette structure est celle que l'on observe dans la *bowenite* de Rhode-Island, dont les masses compactes blanches ont été longtemps considérées comme une variété de jade. J'ai trouvé un bel exemple de cette structure dans un échantillon de serpentine de la collection de Delesse, indiqué comme provenant de Sainte-Marie-aux-Mines [*Alsace*].

La même roche renferme des nodules constitués par de l'antigorite en lames plus grandes atteignant $0^{mm}25$ et formant des associations qui, dans les lames minces, rappellent comme disposition le quartz de certains quartzites. L'antigorite de ce gisement est à deux axes rapprochés.

Structure calcédonieuse. Dans une serpentine du cap Corse (bords du ruisseau d'Acqua Tignese, près d'Ersa) que m'a donnée M. Nentien, j'ai observé une structure curieuse dont la fig. 9 ne donne qu'une idée imparfaite. Au microscope, les plaques se montrent formées par des groupements suivant des angles variés ou par des enchevêtrements de figures plus ou moins ellipsoïdales; celles-ci sont constituées par des fibres courtes s'implantant perpendiculairement sur leur grand axe; elles rappellent la disposition des fibres de calcédoine. L'allongement de ces fibres est positif, la bissectrice aiguë est négative et perpendiculaire à une face de la zone de fibrosité ($2E = 90^{o}$ à 100°), le plan des axes est parallèle à l'axe vertical. Le minéral est donc une antigorite. Ces groupements sont parfois aussi sphérolitiques.



Fig. 9.

Lame mince de serpentine des bords de l'Acqua Tignese, formée par de l'antigorite à structure calcédonieuse (Lumière polarisée; grossissement de 60 diamètres).

Cette structure n'est pas sans quelque analogie avec celle du picrolite, qui sera étudiée plus loin.

3° *Dans les roches autres que les péridotites, comme produit secondaire.*

L'antigorite épigénise les pyroxènes, les amphiboles de beaucoup de roches éruptives ou métamorphiques : il sera question de ces pseudomorphoses dans les chapitres concernant ces minéraux. Elle y présente les structures maillée, fenestrée ou fibreuse.

Ces pseudomorphoses se rencontrent notamment dans les cipolins : quand elles y possèdent la structure maillée et que le minéral originel a disparu, il n'est souvent pas possible d'arriver à savoir quel était en réalité ce dernier [Cambo (*Basses-Pyrénées*), *Madagascar*] ; en effet, dans ces mêmes roches on trouve des pyroxènes, du péridot, des minéraux du groupe de la humite, etc. [Arnave, Arignac (*Ariège*)], qui tous peuvent fournir de semblables pseudomorphoses.

Toutes ces transformations en antigorite présentent à l'œil nu la même apparence d'une serpentine jaune ou verte, parfois translucide.

CHRYSOTILE

$$H^4\,Mg^3Si^2\,O^9$$

Orthorhombique.

Faciès. Le chrysotile se présente sous des formes assez variées. Le chrysotile proprement dit constitue des fibres soyeuses dont il est possible d'extraire des fils flexibles comme ceux de l'amiante.

On trouve aussi des variétés sous forme de masses fibreuses, fibro-lamellaires ou columnaires rigides, ne permettant généralement pas d'obtenir des fibres très minces (picrolite, métaxite). L'examen optique montre que ces diverses formes de chrysotile ont une microstructure caractéristique, qui sera étudiée aux propriétés optiques.

Clivages. L'existence de clivages suivant un prisme de 130° a été signalée dans le chrysotile d'Amelose par M. Brauns. Je n'ai constaté que des cassures sans régularité dans les échantillons de chrysotile étudiés plus loin.

Dureté. 2 à 3.

Densité. 2,465 (chrysotile de Moncaup), 2,360 (métaxite poreuse de Moncaup), 2,52 (picrolite). La densité est très variable à cause de la texture poreuse de beaucoup de ces variétés de chrysotile.

Coloration et éclat. Le *chrysotile* proprement dit est généralement jaune d'or ou verdâtre. Il possède fréquemment un éclat soyeux et métallique. Le *picrolite* et la *métaxite* sont verts ou gris verdâtre ; leur éclat est parfois un peu gras. Ils sont souvent translucides, dans d'autres cas, ils ont un aspect terreux ; ils sont alors poreux, happent à la langue, et, quand on les immerge en petits fragments dans un liquide quelconque, ils l'absorbent en dégageant des bulles d'air et deviennent translucides.

Tous ces minéraux sont transparents en lames minces.

Propriétés optiques. La bissectrice aiguë *positive* (n_g) est parallèle à l'axe des fibres considérées macroscopiquement (fig. 2, page 418).

J'ai mesuré pour les rayons jaunes :

$2\,\mathbf{E} =$	0° à 15°	chrysotile du Goujot;
$=$	30°	métaxite de Moncaup ;
$=$	35°	chrysotile de Moncaup et de Médous.

Ces mesures ne sont qu'approximatives, la flexibilité des fibres de chrysotile rendant difficile la taille de plaques rigoureusement perpendiculaires aux fibres.

Le peu de résistance de ces minéraux ne permet pas l'appréciation exacte de l'épaisseur des plaques minces pour la comparaison avec un autre minéral. La mesure de la biréfringence n'est donc aussi qu'approximative.

$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}011 \text{ environ.}$$

On peut affirmer toutefois que le chrysotile est très nettement plus biréfringent que l'antigorite.

Microstructure. Le *chrysotile* proprement dit forme des fibres à structure homogène pouvant atteindre plusieurs centimètres. Dans les lames minces de serpentine, elles se présentent sous forme de rubans plus longs que larges dont les fibres sont toujours perpendiculaires aux bords. Elles sont de signe positif.

La *métaxite* examinée à l'œil nu paraît régulièrement fibreuse, bien que, dans les échantillons de Moncaup, on constate aussi une

sorte de structure zonaire irrégulière rappelant celle de la calcédoine.

Au microscope, la fibrosité apparente disparaît presque et l'on ne remarque plus que le zonage transversal constitué par une série de bandes régulièrement accolées les unes aux autres (fig. 1), mais ayant généralement subi des phénomènes de torsion des plus énergiques.

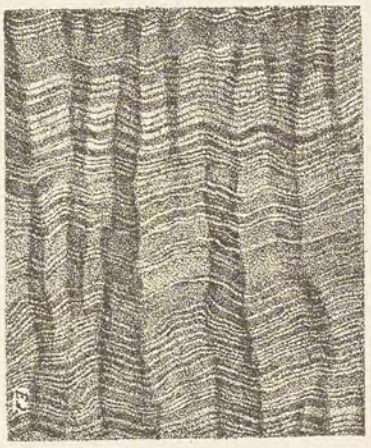


Fig. 1.
Lame mince de la métaxite de Moncaup montrant les zones d'accroissement (Lumière polarisée).

La plupart se présentent sous la forme de rubans plissés, genouillés, rappelant parfois comme disposition les macles suivant e^4 (014) des pyroxènes rhombiques. Fort souvent on observe des alternances de zones éclairées et de zones monoréfringentes ne donnant pas d'images satisfaisantes en lumière convergente.

Ces zones successives doivent être considérées comme des zones d'accroissement du minéral, postérieurement plissé par des compressions latérales.

Le picrolite possède une microstructure fort remarquable, qui a été récemment mise en lumière par M. Brauns (*N. J.*, Beil. Bd. V. 299. 1887); le minéral examiné en lames minces se montre formé de larges rubans rappelant la forme des grandes algues appelées laminaires. Leurs bords sont ondulés de loin en loin. En lumière polarisée, il n'y a pas d'extinction régulière, mais des extinctions roulantes produisant des apparences curieuses qui défient toute description et qui donnent l'impression d'une étoffe de soie froissée.

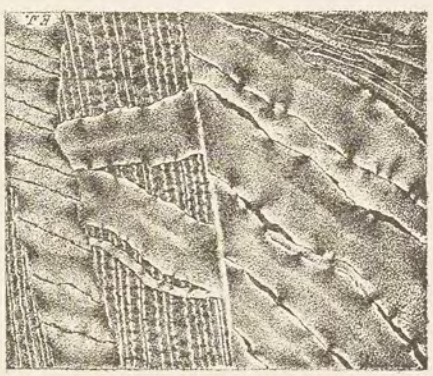


Fig. 2.
Lame mince de picrolite d'Amelose (Lumière polarisée).

La fig. 2 représente une plaque mince taillée dans un échantillon de picrolite d'Amelose que je dois à l'obligeance de M. Max Bauer.

Pléochroïsme. En lames minces, le chrysotile est incolore, mais en lames épaisses, il possède un pléochroïsme net avec :

n_g = vert ou jaune ;
n_m et n_p = jaune verdâtre ou incolore.

Composition chimique. La composition chimique paraît être la même que celle de l'antigorite (Voir page 422).

Analyse du chrysotile des Vosges par Delesse (A. M. XIV. 78. 1848).

SiO^2.....	41,58
MgO....	42,61
FeO.....	1,69
Al^2O^3...	0,42
H^2O.....	13,70
	100,00

Essais pyrognostiques. Comme pour l'antigorite.

Diagnostic. Le diagnostic différentiel de l'antigorite réside dans le signe positif de la bissectrice qui est parallèle aux fibres, l'écartement des axes optiques toujours faible et la biréfringence plus grande dans le chrysotile que dans l'antigorite.

Le chrysotile se distingue facilement par ses propriétés optiques des amphiboles fibreuses et, en particulier, de l'asbeste, dont il possède souvent la structure. De plus, il est plus léger que les amphiboles, s'attaque par les acides, ne contient pas de chaux, donne de l'eau dans le tube, etc.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le chrysotile se rencontre dans les serpentines, mais ne constitue à lui seul aucune d'entre elles : il remplit leurs fentes ou forme des traînées au milieu de l'antigorite possédant l'une des structures étudiées plus haut. Dans les cassures fraîches de la serpentine, on le voit à l'œil nu sous forme de fibres soyeuses dont le vif éclat tranche sur le fond mat et terne de la roche.

Dans les gisements étudiés plus loin, les fibres de *chrysotile* ont rarement plus de quelques millimètres de longueur.

La *métaxite*, au contraire, constitue des masses fibrolamellaires rigides de grande taille atteignant parfois un décimètre de longueur. Ses fibres ne sont généralement pas implantées perpendiculairement aux parois des fentes qu'elles remplissent, mais leur sont obliques.

L'examen microscopique montre, du reste, que très fréquemment ces fibres ont subi des déformations mécaniques.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. M. Baret a trouvé le chrysotile dans diverses serpentines de la Loire-Inférieure et notamment dans celle de Montbert.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Dans la serpentine du Moun caou en Louvie Juzon, le chrysotile fibreux est peu abondant et ne se trouve qu'en échantillons à fibres courtes.

Hautes-Pyrénées. Dans les blocs de lherzolite serpentinisée de la brèche calcaire exploitée dans la carrière de Médous, à 2 km. de Bagnères-de-Bigorre sur la route de Campan, M. Goguel a trouvé de très beaux échantillons de chrysotile d'un jaune d'or, parfois un peu vert. (*B. S. M.* XI. 155. 1888). Les veines de ce chrysotile sont formées de fibres longues de plusieurs centimètres. L'analyse qu'il a publiée a été faite sur une substance imparfaitement purifiée.

SiO^2	Al^2O^3	FeO	MgO	CaO	MnO	alcalis	H^2O
33,3	5,0	7,5	23,7	12,3	traces	traces	17,4

Des fragments que m'a donnés M. Goguel, lavés à l'acide chlorhydrique, puis purifiés par les liqueurs denses, ne renferment que les éléments normaux du chrysotile. J'ai donné plus haut l'écartement des axes mesurés autour de la bissectrice aiguë positive dans une plaque taillée perpendiculairement aux fibres.

Haute-Garonne. J'ai trouvé à Moncaup, en même temps que l'antigorite cristallisée, des fibres jaunes d'or de chrysotile. Les deux minéraux sont intimement accolés.

Plateau Central. — Les serpentines sont très abondantes dans l'*Aveyron*, la *Corrèze*, la *Haute-Vienne*, le *Lot*, la *Dordogne*, le *Cantal*, la *Haute-Loire* et le *Puy-de-Dôme*, etc., mais le chrysotile ne s'y présente généralement pas en beaux échantillons. Toutefois, il n'est pas rare dans la serpentine de Roche-l'Abeille (*Haute-Vienne*) et dans celle de la Roche-noire entre Jumillac-le-Grand et Thiviers (*Dordogne*)

(longues fibres vertes), bien que dans cette dernière roche ce soit l'antigorite qui se rencontre en plus grande abondance.

Vosges. — Delesse a signalé le chrysotile dans diverses serpentines des Vosges; j'en ai trouvé de très beaux échantillons dans sa collection, étiquetés Le Goujot; ils forment des veinules de 2 ^{mm} d'épaisseur, formées par des fibres dont les propriétés optiques ont été données plus haut. Aux Xettes, le même minéral en fibres vertes se rencontre avec biotite dans une serpentine très altérée.

Maures. — *Var*. Le chrysotile a été indiqué par M. des Cloizeaux comme existant dans les serpentines de La Molle près Cogolin.

Nouvelle-Calédonie. — Les serpentines de la Nouvelle-Calédonie renferment des produits fibrolamellaires passant à des variétés asbestiformes, signalées notamment par M. Liversidge à Tiebaghi (côté ouest) (*J. R. Soc. N. S. Wales* XIV. 245. 1880). D'après M. Pelatan (*Génie civil*, 1892), les minéraux fibreux sont abondants dans les fentes de toutes les serpentines de la Nouvelle-Calédonie, mais leurs fibres sont généralement courtes. Dans les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Berlière et de M. Pelatan, j'ai observé du chrysotile en petites fibres soyeuses de quelques millimètres d'épaisseur, ainsi qu'un échantillon de métaxite d'un vert sombre présentant quelque analogie de structure avec celui de Moncaup : on a vu plus haut que l'antigorite fibrolamellaire existe aussi dans cette région.

XYLOTILE

Le nom de *xylotile* (bergholz) a été donné à une substance ligneuse, brune, plus souvent verte, ayant l'apparence d'un fragment de bois; elle est voisine du chrysotile. Bien qu'elle n'ait été observée dans aucun gisement français, je donne ici ses propriétés, afin de permettre la comparaison avec celles de la bowlingite, dont il est question page 442.

Densité. 2,4 (variété brune), 2,56 (variété verte).

Propriétés optiques. J'ai constaté (*B. S. M.* XII. 226. 1889) que les propriétés optiques étaient celles du chrysotile. Autour de la bissectrice aiguë *positive* (n_g) parallèle aux fibres, l'angle des axes est faible.

$$2\,\mathbf{E} = 20^{o} \text{ environ.}$$

Mais la biréfringence est plus grande que celle du chrysotile :

$$n_g - n_p = 0{,}026 \text{ environ.}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense :

n_g = jaune d'or très foncé ;
n_m et n_p = jaunâtre pâle.

Composition chimique. La composition du xylotile de Sterzing est, d'après Hauer (*Ber. Akad. Wien.* XI. 388. 1853, moyenne de trois analyses, déduction faite de l'eau perdue à 100°) :

SiO^2	50,43
Fe^2O^3	18,97
FeO.....	3,28
MgO	11,82
CaO.....	0,85
H^2O.....	14,63
	99,98

Le xylotile doit être considéré comme un chrysotile très ferrugineux dont une partie du fer a été oxydée par actions secondaires.

Essais pyrognostiques. Comme pour le chrysotile. De plus, le minéral, traité par de l'acide chlorhydrique tiède, perd rapidement son fer et se décompose complètement en laissant un squelette de silice.

Diagnostic. Le xylotile se distingue du chrysotile par sa couleur, son pléochroïsme intense et sa biréfringence plus grande : son diagnostic d'avec la bowlingite est le même que celui du chrysotile d'avec l'antigorite.

DEWEYLITE

(GYMNITE)

$$H^{12}\ Mg^4\ Si^3\ O^{16}$$

Faciès. La *deweylite* se présente en masses translucides fissurées possédant l'aspect de la gomme (d'où le nom de *gymnite* qui lui est aussi donné).

Sa microstructure est caractéristique.

Dureté. 2 à 3,5. Fragile, cassure inégale.

Densité. 2 à 2,3.

Coloration et éclat. Blanchâtre, jaune, rougeâtre ou vert. Translucide. Éclat gras.

Propriétés optiques et microstucture. L'examen microscopique montre que le minéral possède la microstructure de la calcédoine (page 439, fig. 1), avec quelquefois une disposition sphérolitique parfaite (E. Bertrand : *B. S. M.* V. 75. 1882). L'allongement est de signe positif. Les axes sont très rapprochés autour de la bissectrice aiguë *positive*.

Le minéral se comporte donc au point de vue optique comme un chrysotile sphérolitique. La *cérolite* possède la même structure.

Composition chimique. La composition chimique paraît être $Mg^4\ Si^3\ O^{10}$ avec 5 ou 6 $H^2\ O$. Pour la formule $H^{12}\ Mg^4\ Si^3\ O^{16}$, la composition est la suivante :

$Si\ O^2$.....	40,2
$Mg\ O$.....	35,7
$H^2\ O$.....	24,1
	100,0.

Il existe un peu de Fe O remplaçant une quantité équivalente de Mg O.

Essais pyrognostiques. Donne beaucoup d'eau dans le tube ; au chalumeau, décrépite, devient opaque et fond difficilement sur les bords. Difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. La structure calcédonieuse est distinctive des autres minéraux de ce groupe. L'allongement positif et le signe positif de la bissectrice constituent un bon diagnostic de la calcédoine. La réfringence est plus faible que celle du quartz. Les essais pyrognostiques ne permettent pas de confondre ce minéral avec les variétés de silice possédant la même structure.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Je n'ai trouvé la deweylite qu'en petites veines microscopiques dans la serpentine du Moun caou en Louvie Juzon.

NOUMÉITE

$H^{18}\ (Ni, Mg)^8\ Si^7\ O^{31}$

Faciès. La *nouméite* se présente en masses mamelonnées ou stalactiformes, onctueuses au toucher, à éclat gras ; elle se brise souvent en petits fragments concaves ayant la forme de pétales de fleurs, qui sont

quelquefois recouverts par du quartz (Liversidge). La variété *garniérite* est de couleur plus claire; elle est terreuse, terne, âpre au toucher et happe à la langue.

Dureté. La dureté de la nouméite mamelonnée atteint 3.

Densité. 2,87 (*nouméite*, M. Damour). Certaines garniérites ont une densité de 2,27.

Coloration et éclat. Vert foncé (*nouméite*), vert plus ou moins pâle à blanc verdrâtre (*garniérite*). Transparente en lames minces.

Éclat gras (*nouméite*); aspect terreux (*garniérite*), parfois brillant sur les plans de glissement.

Propriétés optiques. La nouméite est mamelonnée ou stalactiforme : elle présente exactement la même structure intime que la deweylite (E. Bertrand, *op. cit.*) ; elle est d'un vert vif en lames minces ; l'allongement des fibres est positif, les axes optiques sont presque réunis autour de la bissectrice aiguë *positive*.



Fig. 1.

Lame mince de nouméite mamelonnée (Lumière polarisée, grossissement de 60 diamètres. Reproduction d'une photographie).

La garniérite est cryptocristalline ou amorphe.

Composition chimique. Les très nombreuses analyses publiées jusqu'à ce jour montrent des variations considérables, dues en partie, sans doute, à ce que l'on a analysé un *minerai* plutôt qu'un *minéral*. J'ai pris comme type l'analyse *b* due à M. Damour ; elle a été faite sur la variété cristalline ayant des propriétés optiques bien définies. Il est probable, du reste, qu'une partie des variations mises en évidence par les analyses tient aussi à ce que dans l'espèce cristalline le rapport Ni : Mg n'est pas constant.

a) Composition théorique correspondant à la formule donnée plus haut : H^{18} $(Ni, Mg)^8$ Si^7 O^{31} dans le cas où le rapport Ni : Mg = 3 : 5 ;

Analyses : *b*) de la nouméite de Nouvelle-Calédonie par M. Damour (*in* Dx : *B. S. M.* I. 28. 1878) ;

c) de la mine de Boa par Dann (*in* v. Rath : *Ber. niederrh. Gesell. Bonn.* 1878) ;

d) par Garnier (*C. R.* LXXXVI. 684. 1878) ;

e) par Kuepenheuer (*Ber. niederrh. Gesell. Bonn.* 1879) ;

f, *g*, *h*) par Liversidge (*Proc. roy. Soc. N. S. Wales.* XIV. 231. 1880).

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*
SiO^2.....	41,8	42,61	35,45	44,40	37,78	38,35	37,49	47,90
NiO.....	22,2	21,91	45,15	38,61	33,91	32,52	29,72	24,00
MgO.....	19,8	18,27	2,47	3,45	10,66	10,61	14,97	12,51
Al^2O^3 ...	»	»	0,50	1,68	1,57	0,55	0,11	3,00
Fe^2O^3 ...	»	0,89						
FeO.....	»	»	»	0,43	»	»	»	
CaO.....	»	»	»	1,07	»	»	»	traces
H^2O.....	16,2	15,40	15,55[1]	10,34	15,83	17,97[2]	17,60[3]	12,73
	100,0	99,08	99,12	99,98	99,75	100,00	99,89	100,14

M. Garnier a trouvé dans les mêmes gisements des échantillons très pauvres en nickel ou qui en sont même complètement dépourvus.

SiO^2.....	51,94	41,80
NiO.....	2,32	»
MgO.....	21,35	37,38
$Al^2O^3 + Fe^2O^3$	1,36	1,26
H^2O.....	23,17	20,39
	100,14	100,83

Des analyses ont été données en outre par Ulrich (*Am. J. of Sc.* XI. 235. 1876), par Typke (*Chem. News*, XXXIV. 193. 1876), Garnier (*C. R.* LXXXII. 1454. 1876 et LXXXVI. 684. 1878), G. vom Rath (*op. cit.*), Liversidge (*op. cit.*).

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et noircit. Dans l'eau, le minéral dégage quelques bulles d'air, puis se divise en fragments. Au chalumeau, se délite, puis devient vert olive sans fondre. Difficilement attaquable par les acides azotique et chlorhydrique; attaqué à 300° par l'acide sulfurique.

1. à 212° C. 4,05 °/₀ de perte, le reste au rouge.
2. à 100° C. perte de 6,44 °/₀.
3. à 100° C. perte de 8,65 °/₀.

Diagnostic. La couleur verte et la composition chimique de la nouméite et de la garniérite rendent la détermination de ces minéraux très facile.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La nouméite et la garniérite se rencontrent exclusivement dans les serpentines résultant de la décomposition de péridotites ; elles sont produites par la concentration du nickel, qui n'existe qu'en très petite quantité dans les minéraux constitutifs (olivine) de celles-ci.

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. J'ai décrit (*Nouvelles Archives du Muséum*, VI. 252. 1894) la nouméite trouvée pour la première fois par M. Gourdon dans la lherzolite serpentinisée de Moncaup et d'Arguénos. Elle y forme de petits enduits mamelonnés d'un vert foncé possédant les propriétés optiques de la nouméite de la Nouvelle-Calédonie. Ce minéral est rare dans les gisements dont il est question ici.

Nouvelle-Calédonie. — Les gisements nickelifères ont été découverts en 1864 par M. Garnier et signalés par lui en en 1867 (*Géol. de la Nouvelle-Calédonie*, p. 85). Leur exploitation constitue une des richesses de notre colonie océanienne.

Le nom de *garniérite* a été donné au minéral provenant du mont d'Or par W. B. Clarke (*in* Dana : *Append*. 2. 1875. 23). M. Liversidge a proposé (*op. cit.*) les noms de *nouméite* et de *garniérite* dans le sens qui a été défini plus haut.

Ces minéraux forment des enduits ou des amas dans les fissures de la serpentine le long de vasques argileuses ; ils se trouvent entre la serpentine et une argile rouge, et passent insensiblement à la serpentine ; ils sont, au contraire, nettement séparés de l'argile. Les masses exploitées renferment fréquemment des fragments plus ou moins altérés de serpentine : leurs fentes sont parfois tapissées de petits cristaux de quartz.

Le plus grand nombre des gisements de nouméite et de garniérite se trouvent au N. et à l'E. de Nouméa sur une ligne de plus de 100 kilomètres allant du Mont d'Or à Nakéty (mines de Dumbéa, de la Tontouta, de la Ouenghi et surtout du district de Thio). On peut citer aussi d'après M. L. Pelatan (*Génie civil*. 1892) les mines de Ny, de

Brandy et de Port Bouquet (alignement allant de la baie de la Rencontre à Thio, sur la côte Est) ; celles de Canala, de Kouaoua et de Méré (alignement de Nakéty au mont Arembo), les gîtes du mont Krapet (alignement du mont Boa au mont Adio), les mines de Mouéo et de Poya (alignement du mont Poya au mont Kopeto) et enfin les mines de l'alignement du mont Koniambo au mont Katépahic. (Voy. aussi Garnier : *A. M.* XII. 1. 1867 et *Bull. Soc. Industrie minérale* XIV. 126. 1885, Heurteau (*A. M.* IX. 235. 1876).

M. Pisani a donné (*B. S. M.* XV. 48. 1892) l'analyse d'une substance trouvée avec garniérite à la mine la Doué à Quana (ou Canala ?) :

SiO^2.....	33,0
Fe^2O^3.....	18,5
Al^2O^3.....	1,5
NiO.....	26,3
MgO	8,0
H^2O.....	14,0
	101,3

Elle forme des masses friables jaune d'ocre, ressemblant à une limonite. Chauffée dans un creuset, elle devient rouge. Au chalumeau, elle noircit et fond difficilement en une scorie noire. Elle est facilement attaquable par les acides en laissant un résidu de silice.

Il n'est pas probable que cette substance forme une espèce distincte.

BOWLINGITE (Iddingsite ?)

Les péridots riches en fer d'un très grand nombre de roches basiques se transforment parfois en un produit d'altération différent de l'antigorite, dont les propriétés optiques étudiées sur des échantillons de divers gisements français vont être données plus loin. M. A. C. Lawson a décrit récemment sous le nom d'*iddingsite* (*Bull. of Univ. California.* I. 31. 1893) une substance qui paraît lui être analogue : elle provient de roches volcaniques de la Carmelo Bay (*Californie*). Bien qu'elle ait les formes de l'olivine, M. Lawson la considère comme d'origine primaire et par suite comme indépendante de ce minéral : d'autre part, d'après la description donnée par ce savant, il semble qu'il existe, entre quelques-unes des propriétés de son minéral et celles qui seront étu-

diées plus loin, des divergences trop grandes pour qu'il me paraisse possible aujourd'hui d'identifier les deux substances. M. Lawson a bien voulu m'envoyer un petit fragment de la roche renfermant l'iddingsite ; malheureusement, le minéral y est trop altéré pour que j'aie pu l'étudier avec fruit. Ne voulant pas créer un nom nouveau pour une substance dont je n'ai pu établir la composition chimique centésimale, je le désignerai provisoirement sous le nom de *bowlingite* proposé par M. Hannay (*Miner. Magaz.* I. 154. 1877) pour spécifier un minéral fibrolamellaire formé dans les fentes du basalte de Bowling (*Écosse*). Ce minéral paraît voisin de la saponite; il renferme les mêmes éléments que celui dont il est question dans ce paragraphe. Les propriétés optiques de la bowlingite, que j'ai étudiées autrefois (*B. S. M.* VIII. 97. 1885) contribuent encore à me faire rapprocher ces deux substances. Je ne serais pas très étonné qu'après étude plus approfondie, l'identité de l'iddingsite et de ces minéraux soit établie.

Au point de vue des propriétés optiques, la bowlingite se comporte comme une *antigorite* ferrifère, ses propriétés optiques étant à celles de l'antigorite normale ce que celles du *xylotile* sont aux propriétés optiques du *chrysotile*.

Orthorhombique (?).

Formes et faciès. La *bowlingite* n'a pas de formes propres : elle possède celles du minéral (olivine) aux dépens duquel elle s'est formée.

Clivages. Clivage lamelleux, parfois micacé, que, par analogie avec l'antigorite, j'appellerai h^1 (100) ; plus rarement clivage transversal.

Densité. La densité de la bowlingite d'Écosse est de 2,29; celle du minéral de Saint-Simon que j'ai pu isoler est de 2,3. Quand on traite par l'iodure de méthylène le basalte pulvérisé, la bowlingite se trouve parmi les produits les plus légers. Ce caractère l'éloigne de l'iddingsite, qui, d'après M. Lawson, a une densité de 2,839 ; le minéral essayé ne renfermait-il pas d'inclusions ferrugineuses ?

Coloration et éclat. Couleur verte, jaune à brun rouge, suivant l'état d'oxydation du fer. Transparente, en lames minces seulement.

Propriétés optiques. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010) ; la bissectrice aiguë *négative* (n_p) est perpendiculaire au clivage facile h^1 (100). L'angle des axes optiques est toujours faible; dans la plupart des gisements, le minéral est même presque uniaxe; assez rarement (La Borie Haute), l'angle 2 E atteint 35° ou 40°.

La biréfringence maximum dépasse 0,025 dans les variétés jaune foncé; la réfringence est inférieure à celle de l'olivine et comparable à celle de l'antigorite.

Microstructure. Dans les pseudomorphoses d'olivine, la bowlingite est le plus souvent orientée sur ce minéral, un cristal unique de bowlingite se substituant à un cristal d'olivine : dans ce cas la face h^1 (100) de la bowlingite coïncide avec p (001) de l'olivine, le plan des axes optiques est par conséquent parallèle à g^1 (010) de ce minéral. La même relation a été signalée dans l'*iddingsite* par M. Lawson.

Toutefois cette disposition, qui rappelle celle dont il a été question plus haut au sujet des pseudomorphoses de pyroxènes rhombiques en bastite, souffre des exceptions : un cristal d'olivine se transforme parfois progressivement en bowlingite dont les éléments fibrolamellaires sont plus ou moins irrégulièrement orientés. Parfois (Les Fourneaux), on observe des groupements à angles droits rappelant ceux de l'antigorite à groupements pseudocubiques.

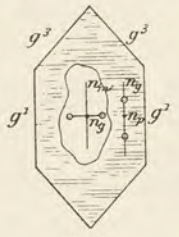


Fig. 1.

Section p (001) d'olivine, perpendiculaire à la bissectrice aiguë *positive* (partie centrale de la figure). La bowlingite qui l'épigénise est perpendiculaire à la bissectrice aiguë *négative* (partie périphérique de la figure).

La transformation de l'olivine en bowlingite est parfois accompagnée de production de magnétite, sous forme d'inclusions irrégulières.

Pléochroïsme. La bowlingite (de même que l'iddingsite) est pléochroïque : j'ai observé dans des lames minces de roches les variations de teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g$ = vert,	jaune d'or,	jaune rouge foncé;
$\mathbf{n}_m$ = vert clair,	jaune clair,	jaune rouge;
$\mathbf{n}_p$ = jaune verdâtre,	jaune pâle,	jaune rouge.

Le pléochroïsme est plus intense dans les variétés vertes que dans les variétés jaune foncé.

Composition chimique et essais pyrognostiques. La bowlingite d'Écosse est un silicate hydraté de fer, de magnésium et d'aluminium : les analyses sont assez discordantes, surtout en ce qui concerne la teneur en aluminium (6 à 18 % environ, d'après des analyses faites par des auteurs différents); les essais suivants ont été faits sur une petite quantité de substance que j'ai isolée du basalte de Saint-Simon (*Cantal*).

Le minéral s'attaque facilement par l'acide chlorhydrique. Les essais microchimiques ont décelé dans la liqueur d'attaque l'existence du fer

et de la magnésie et d'une petite quantité d'alumine. Le squelette de la bowlingite est formé par de la silice. D'autre part, des lamelles du minéral ont été maintenues pendant plusieurs heures à 250°, sans qu'elles aient perdu leur action sur la lumière polarisée, mais on détermine ainsi une oxydation se manifestant par une augmentation de l'intensité de la coloration brun rouge, puis le minéral devient opaque : si la température est poussée jusqu'au rouge sombre, il perd de l'eau.

Il semble d'après ces essais que le minéral étudié soit un silicate hydraté de fer, de magnésium et d'aluminium, et ainsi se trouve justifié le rapprochement fait entre ce minéral et la bowlingite d'Écosse. D'après M. Lawson, l'iddingsite serait un silicate hydraté de fer, de magnésium et de calcium.

Diagnostic. La bowlingite se distingue de l'antigorite par sa coloration, son pléochroïsme, sa biréfringence plus grande. Les échantillons macroscopiques d'Écosse sont tendres et fragiles. La richesse en fer et la présence de l'alumine constituent aussi un procédé pratique de distinction.

Il y a un autre minéral qui doit être distingué de la bowlingite oxydée jaune rougeâtre. Les péridots d'un très grand nombre de basaltes, et en particulier de ceux d'Auvergne, sont transformés en une substance brun rouge qui est représentée par la fig. 3 de la page 174. M. Michel Lévy a décrit en détail ses propriétés optiques (*B. S. G.* XVIII. 831. 1890) et montré qu'elles différaient de celles de tous les minéraux connus et en particulier de celles de la göthite ; mais les propriétés optiques de la göthite sont différentes de celles données par Palla : la bissectrice aiguë perpendiculaire au clivage g^4 (010) est, non pas *positive*, mais *négative*. L'identité du minéral d'altération de l'olivine et de la göthite est dès lors évidente. La bowlingite se distingue aisément de la göthite, dont elle possède parfois la couleur, grâce à sa réfringence plus faible que celle de l'olivine, alors que la réfringence de la göthite est supérieure à celle de ce minéral. De plus, la göthite se dissout à froid dans l'acide chlorhydrique beaucoup plus vite que la bowlingite et assez rapidement pour que l'olivine imparfaitement transformée ne soit pas attaquée sensiblement.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Je n'ai observé la bowlingite que dans les roches basiques feldspathiques. Dans les roches françaises, elle y est toujours le résultat de l'altération sur place de l'olivine ferrifère.

a) *Dans les diabases et gabbros à olivine.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* Le gabbro à olivine du Pallet, situé à la limite de la Loire-Inférieure et de la Vendée, présente parfois des produits d'altération en bowlingite verte ou jaune, que, dans un travail antérieur (*B. S. M.* XII. 242. 1889), je n'avais pas distingués du xylotile.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées* et *Ariège.* L'olivine des ophites basiques du col de Lurdé (*Basses-Pyrénées*), de Serreing en Sentenac et d'Aleu (*Ariège*) est également pseudomorphisée en bowlingite d'un beau jaune d'or à structure fibrolamellaire irrégulière.

b) *Dans les basaltes.*

Plateau Central. — La bowlingite d'Auvergne est le plus souvent de couleur foncée, d'un jaune plus ou moins rouge en lames minces ; elle se transforme parfois en limonite ou en göthite gagnant par la périphérie ou disposée d'une façon régulière parallèlement au clivage h^1 (100) de l'olivine (fig. 1). Les deux gisements qui m'ont fourni les plus beaux échantillons de ce minéral sont les coulées de basalte miocène de la vallée de la Jordane [Limagne près La Borie-Haute et route de Saint-Simon au plateau de Saint-Jean de Doune (*Cantal*)] : la bowlingite y est micacée. Le basalte (mélaphyre) des Fourneaux près Aubusson (*Creuse*) renferme une bowlingite verte, offrant quelquefois des groupements pseudocubiques ou une structure fibrolamellaire irrégulière.

THERMOPHYLLITE

Le nom de *thermophyllite* a été donné par A. E. Nordenskiöld (*Beskrifning öfver de i Finland funna Mineralier.* 1855. 160) à un minéral d'Hopansuo près Pitkäranda (*Finlande*) dont les propriétés sont exposées plus loin et qui a été considéré jusqu'à présent comme une variété de *serpentine.* Sa biréfringence l'éloigne nettement de l'antigorite et du chrysotile, sa faible teneur en fer ne permettant de le comparer ni au xylotile ni à la bowlingite. Sa biréfringence le rapproche, au contraire, des micas et du talc, dont il possède la structure micacée. Ses propriétés pyrognostiques sont très voisines de celles des *vermiculites.*

La composition chimique donnée plus loin ne permet d'en faire cependant ni un mica altéré (*vermiculite*) (trop de magnésie et pas assez d'alumine), ni une variété de talc. Si l'analyse citée se rapporte au minéral lamelleux purifié, il y a lieu d'en faire une espèce distincte.

Clivages. Clivage micacé donnant des lames flexibles, non élastiques.

Dureté. 2,5.

Densité. 2,592 à 2,61 (thermophyllite de Finlande), 2,49 (t. probablement impure de La Molle).

Coloration et éclat. Blanc d'argent, jaunâtre, brun jaunâtre, jaune verdâtre. Translucide, transparente en lames minces.

Éclat nacré sur les lames de clivage.

Propriétés optiques. Bissectrice aiguë *négative* (n_p) normale au clivage :

$$2\,\mathbf{E} = 22^\circ\ 20'\ \text{(Miller) (Hopansuo)} ;$$
$$20^\circ\ \text{(La Molle)}.$$

La biréfringence, que je n'ai pu mesurer avec précision faute d'échantillons convenables paraît voisine de 0,03.

Composition chimique. L'analyse suivante a été faite par Northcote (*Phil. Magaz.* XVI. 263.1858) sur la thermophyllite d'Hopansuo.

$Si\,O^2$	41,48
$Al^2\,O^3$	5,49
$Fe\,O$	1,59
$Mg\,O$	37,42
$Na^2\,O$	2,84
$H^2\,O$	10,88
	99,70

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau. Au chalumeau, s'exfolie et gonfle à la façon des vermiculites. Fond difficilement sur les bords en un verre plus ou moins coloré, noir et magnétique pour le minéral de La Molle. Difficilement attaquable par l'acide sulfurique.

Diagnostic. La thermophyllite se distingue de l'antigorite lamellaire par sa biréfringence plus forte, du talc par sa teneur en alumine et en alcalis, des vermiculites par sa résistance à l'action de l'acide chlorhydrique et, comme il a été dit plus haut, par sa pauvreté en alumine et sa trop grande richesse en magnésie.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La thermophyllite des gisements français se trouve exclusivement dans des serpentines; elle paraît y être d'origine secondaire.

Maures. — *Var*. M. des Cloizeaux a rapproché de la *thermophyllite* de Finlande un minéral micacé d'un vert jaunâtre qu'il a trouvé dans la serpentine de La Molle près Cogolin. Il y forme des nodules à structure rayonnée, constitués par des lames allongées. Il se présente dans les sections minces sous forme de grandes lames froissées, englobant des grains de péridot transformé en serpentine maillée. Dans la roche elle-même, des grains semblables sont entremêlés de fibres rappelant celles de la williamsite.

Plateau-Central. — *Puy-de-Dôme*. M. Gonnard m'a communiqué des échantillons qu'il a recueillis à Dore-l'Eglise ; ils présentent une analogie frappante avec ceux de La Molle. Au microscope, on constate que dans une serpentine maillée sont distribués de grands cristaux prismatiques serpentinisés dans lesquels est concentré le produit micacé à peine teinté de jaune. Le minéral primordial parait être un pyroxène, car à l'œil nu on constate que les lames de mica se divisent en petits parallélipèdes dont les faces font entre elles des angles voisins de 90°. Il est donc probable que le minéral micacé s'est propagé dans les clivages du pyroxène. Cette serpentine renferme aussi du clinochlore.

TALC

$$H^2\,Mg^3\,Si^4\,O^{12}$$

Orthorhombique ou monoclinique (par analogie avec les micas).

Formes observées : p (001), m (110), g^1 (010).

$$m\ m = 120°.$$

Macles. Dans les tufs basaltiques de Beaulieu se rencontrent des veinules de talc présentant des groupements pseudocubiques analogues à ceux de l'antigorite de Moncaup.

Faciès des cristaux. Le talc se trouve, bien que rarement, en cristaux nets qui ont la forme de lames rhombiques ou hexagonales avec des angles de 120° et 60° ; ces lames se groupent en rosettes ou en sphérolites.

Le talc forme le plus souvent des masses plus ou moins compactes,

véritables roches schisteuses, désignées sous le nom de *stéatite*, elles renferment souvent d'autres minéraux tels que la trémolite ou la chlorite.

Le nom de *pierre ollaire* a été notamment donné à une stéatite riche en chlorite.

Clivages. Clivage p (001) parfait donnant des lames minces, flexibles, mais non élastiques. Figures de choc semblables à celles des micas.

Dureté. 1 à 1,5. Sectile. Toucher gras.

Densité. 2,7 à 2,8; 2.773 (Beaulieu), 2,778 (Trimounts en Lordat).

Coloration et éclat. Blanc, blanc verdâtre, vert, gris noirâtre ou rougeâtre par altération. Poussière blanche et, dans les variétés colorées, de teinte plus claire que celle du minéral en masse. Transparent ou translucide.

Éclat nacré, surtout sur les surfaces de clivage.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë négative, normale ou presque normale à p (001).

$$2\,\mathbf{E} = 15^\circ \text{ à } 20^\circ.$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,035 \text{ à } 0,05 ;$$
$$= 0,038 \text{ à } 0,043. \text{ Saint-Honoré (M.L.).}$$

Composition chimique.

a) Composition correspondant à la formule $H^2 Mg^3 Si^4 O^{12}$;

Analyses : *b*) de la stéatite du Canigou, par Lychnell (*Akad. Handl. Stockholm.* 99. 1834);

c) du talc en pseudomorphose de trémolite d'Ambohimanga-Atsimo (*Madagascar*), par M. Jannettaz (*B. S. M.* XIV. 67. 1891);

d) du talc impur de l'euphotide d'Odern, par Delesse (*A. M.* XVI. 332. 1849);

e) du talc de Chamonix, par Marignac (*Bibl. Univ. Genève*, XLIX. 139. 1844);

f) du talc du Petit Saint-Bernard, par Berthier (*A. M.* VI. 451. 1821).

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
SiO^2.....	63,5	66,70	62,30	59,61	62,58	59,2
MgO	31,7	30,23	29,40	28,41	35,40	33,2
Al^2O^3....	»	»	»	0,81	»	»
FeO.....	»	2,41	2,60	3,95	1,98	4,6
MnO....	»	»	»	0,56	»	»
CaO.....	»	»	»	2,88	»	»
H O.....	4,8	»	5,20	3,78	0,04	3,5
	100,0	99,34	99,50	100,00	100,00	99,5

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne généralement de l'eau, mais seulement à haute température. Au chalumeau, blanchit et fond difficilement sur les bords en un émail blanc. Inattaquable par les acides.

Diagnostic. Le talc se distingue des *micas* blancs par le défaut d'élasticité de ses lames, sa faible dureté, le petit écartement de ses axes optiques, l'absence d'alcalis et d'alumine, etc. Le faible écartement des axes optiques constitue aussi un bon caractère différentiel de la *pyrophyllite*, dont le talc possède la biréfringence élevée. Les réactions microchimiques permettent aisément de le distinguer de ces deux groupes de minéraux.

Le signe optique et la résistance à l'action des acides sont de bons caractères différentiels d'avec la *brucite*. La densité plus forte permet aussi de distinguer rapidement le talc compact des *serpentines*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS.

Le talc se rencontre essentiellement dans les schistes cristallins et les roches paléozoïques métamorphisées. Il y entre comme élément constitutif formant parfois à lui seul des roches; il y est souvent lui-même le résultat de la transformation de minéraux plus anciens. Les beaux échantillons lamellaires de talc sont généralement formés par des concentrations secondaires produites dans les cavités ou les fentes de roches. On le trouve aussi dans des roches éruptives comme produit secondaire.

1° *Dans les roches schisteuses (schistes cristallins et paléozoïques).*

Les travaux les plus récents ont beaucoup réduit le nombre des gisements des schistes talqueux, talcites, talcschistes, signalés par les anciens auteurs : un grand nombre des roches qui étaient désignées autrefois sous ces noms sont, en réalité, des schistes à mica blanc (séricite).

Je me contenterai de citer ici quelques gisements particulièrement intéressants au point de vue minéralogique.

Pyrénées. — *Ariège.* Dans le massif du pic Saint-Barthélemy (sur le flanc sud du pic de Soularac, au col de Trimounts, 1800 m. d'altitude), on exploite activement des bancs de talc blanc (stéatite), intercalés entre la partie supérieure des schistes cristallins et les calcaires

paléozoïques (silurien). Ce talc blanc schisteux est traversé par des filons de granulite à tourmaline. Il ne présente pas de formes distinctes, il est finement compact et schisteux; çà et là on trouve, mais rarement, des nodules à grandes lames de talc d'un blanc mat. Les cristaux cubiques de pyrite ne sont pas rares dans le talc schisteux. Sur le versant Est du col de Trimounts, cette même couche se continue et a été exploitée à mi-chemin de Montségur; sur le versant ouest on l'a exploitée à Pitourless en Lordat.

Le talc se rencontre aussi dans les calcaires siluriens recouvrant la masse principale, mais il ne peut y être exploité, les lits n'ayant que quelques centimètres d'épaisseur au maximum et le minéral y étant très impur, gris jaunâtre; il renferme en abondance des cristaux de pyrite qui, à l'inverse de ceux du talc blanc, sont toujours transformés en limonite et présentent l'octaèdre dominant avec quelquefois de petites facettes p (001), $\frac{1}{2}$ b^2 (210) et des particularités intéressantes pour lesquelles je renvoie à l'article *pyrite* (Tome II). J'ai pu étudier en détail ce gisement de haute montagne, grâce aux facilités qui m'ont été données par M. Goubaud, qui dirige l'exploitation de Trimounts.

A Pitourless, des calcaires paléozoïques sont traversés par des filons de quartz qui développent, à leur contact, de la trémolite (voir cet article). Ce minéral présente des pseudomorphoses fréquentes en talc, et, à quelque distance de celles-ci, des cavités du calcaire ont été remplies par de grandes lames transparentes ou translucides de talc blanc, ayant environ 1^{cm} de diamètre et contenant parfois des aiguilles translucides de trémolite grise. Ce gisement m'a fourni de très beaux échantillons de collection.

M. Nentien m'a signalé des gisements de talc autrefois exploités dans les schistes paléozoïques de la haute vallée d'Ustou. Les échantillons que j'ai eus entre les mains sont du même type que le talc exploité à Trimounts.

Près de Quérigut, dans les roches paléozoïques métamorphisées par le granite, des couches de stéatite ont été trouvées près de l'étang de Rabassoles et ont fait l'objet d'un commencement d'exploitation. La stéatite que l'on y rencontre est identique à celle de Trimounts, mais paraît moins pure.

Pyrénées-Orientales. Le talc (stéatite) est exploité dans deux gisements au lieu dit le Caillou en Mosset près de Villefranche et au mas d'En

Guich (en Reynès). D'après des renseignements que je dois à M. Verlant, à Mosset, le talc est interstratifié dans les schistes anciens au voisinage des roches granitiques : il présente des variétés vertes translucides, d'autres grises et enfin des types bleuâtres très impurs. Des nodules de calcaire et de beaux cristaux de quartz se trouvent dans ce gisement au milieu du talc. En Reynès, le talc forme des lentilles dans des calcaires paléozoïques ; il est accompagné de quartz et de calcaire. Des variétés verdâtres translucides et gris noirâtre sont exploitées, moulues et livrées à l'industrie. Le talc blanc, réduit en poudre impalpable, est souvent utilisé dans l'industrie savonnière ; les variétés moins pures, mélangées de 10 % de sulfate de cuivre, servent à combattre les maladies cryptogamiques de la vigne.

L'analyse (*b*) publiée par Lychnell sur un talc du Canigou provient probablement de l'un de ces deux gisements.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie.* Marignac a analysé un talc blanc verdâtre en grandes lames rappelant celui du Zillerthal et indiqué comme provenant de la vallée de Chamonix sans autre indication de gisement (analyse *e*). Ce talc a été sans doute recueilli dans les schistes cristallins du massif du mont Blanc.

Savoie. Le talc existe, d'après M. Offret, dans les schistes amphiboliques au-dessus du Tepey et au roc de Fremezan (au-dessus de Combe-Rousse près Saint-Colombin du Villards), à Grivoley entre Saint-Léger et Saint-Remy, au-dessus de l'église de Saint-Pierre de Belleville, au-dessus d'Argentine.

Isère. Le talc écailleux accompagne l'actinote dans les nodules qui se rencontrent près du Bourg d'Oisans au milieu des schistes cristallins.

Hautes-Alpes. Depuis le siècle dernier, on connaît dans le commerce sous le nom de « craie de Briançon » une stéatite d'un beau blanc de lait, verdâtre ou noirâtre à éclat nacré, citée par tous les anciens auteurs (*creta Briançonia albescens, viridis ; talcum nigrescens Briançonium* de Wallerius. Voir aussi *Minéral. de Valmont de Bomare*, I. 191. 1774) et sur le gisement de laquelle je n'ai pu recueillir aucun renseignement précis ; il est probable toutefois que ce talc provient des schistes lustrés du Briançonnais. Lemery (*Dict. univ. des drogues simples*, édit. de 1760, 750), le signale dans des carrières près de Briançon. Il a été indiqué au hameau de Brailly dans la vallée de Saint-Martin.

Mais beaucoup des échantillons donnés comme craie de Briançon proviennent, en réalité, du versant italien, et d'assez loin de la frontière, de la Montagne Rousse près Fenestrelles, de Prales, etc. [*Piémont*] (Bonvoisin, *J. M.* LXI. 25. 1801).

Dans cette variété de talc, on trouve parfois des pseudomorphes de trémolite et même des aiguilles intactes de ce minéral.

Maures. — *Var*. A La Molle près Cogolin (des Cloizeaux, *op. cit.*, I. 99.) et à La Verne se rencontrent, dans les micaschistes, des lentilles d'amphibole plus ou moins transformées en talc. Les pseudomorphoses de La Verne, dont j'ai pu étudier de nombreux échantillons, grâce à l'obligeance du frère Euthyme, sont d'un gris verdâtre à éclat nacré. Il est presque toujours possible de trouver tous les intermédiaires entre le minéral intact et le produit de sa transformation totale. La structure du minéral originel n'est pas altérée. Des échantillons analogues ont été recueillis par M. Nentien au hameau de La Moure en La Garde Frenet.

Ce talc se présente en aiguilles enchevêtrées ayant de 3 à 4^{mm} de longueur. Il se trouve souvent dans les collections sous la dénomination inexacte de *sillimanite des Maures*.

Corse. — Du talc en lames crétées d'un bleu verdâtre à éclat bronzé est cité par Brongniart (*Minéralogie* I. 1807. 504.) comme se trouvant sur une roche de trémolite provenant de Corse sans indication plus précise de gisement.

Madagascar. — M. Catat a rapporté de Madagascar d'intéressants blocs de talc fibreux résultant de la transformation de la trémolite ; ce talc a été analysé par M. Jannettaz (analyse *c*) ; il provient d'Ambohimanga-Atsimo (pays des Tanala soumis). Dans le même gisement se trouvent des masses de talc en grandes lames de plusieurs centimètres de diamètre. Tous ces échantillons paraissent provenir de cipolins intercalés dans les gneiss.

Le talc semble, du reste, être abondant dans les cipolins de Madagascar ; il se trouve notamment dans ceux des environs de Tananarive.

Nouvelle-Calédonie. — Le talc en lames d'un blanc verdâtre se rencontre dans les schistes amphiboliques de la pointe nord de l'île (mine de Balade).

2° *Comme produit secondaire dans les roches éruptives.*

Le talc se rencontre en faible abondance comme produit secondaire dans un grand nombre de roches éruptives et notamment dans les roches basiques. Il s'y forme aux dépens des silicates magnésiens.

Aucun gisement ne mérite de mention bien spéciale à ce point de vue, sauf cependant ceux qui suivent.

Je rappellerai que pendant de longues années la biotite chloritisée de la protogine du massif du mont Blanc a été regardée comme du talc ; il en a été de même des micas de diverses roches d'autres régions, micas qui, par altération, ont perdu leur flexibilité primordiale et ont pris un *toucher gras* analogue à celui du talc.

Plateau-Central. — *Aveyron*. M. Gaubert a recueilli récemment à Arvieu des échantillons de *norite* entièrement formés par de l'hypersthène parfois transformé en talc fibrolamellaire qui a conservé la forme et les inclusions violacées titanifères du pyroxène rhombique.

Vosges. — [*Alsace*]. Delesse a trouvé, dans le gabbro d'Odern, des lames blanc verdâtre atteignant 1^{cm} et se groupant en masses rayonnées analogues à celles de la pyrophyllite (analyse *c*).

Provence. — *Bouches-du-Rhône*. Je dois à l'obligeance de M. Collot de petites veinules vertes à apparence serpentineuse, formées parfois par des lames à groupements pseudocubiques, dont il a été question plus haut. Leur densité permet aisément de les distinguer de la serpentine. Elles proviennent de tufs basaltiques.

MAGNÉSITE

$H^8\,Mg^2\,Si^3\,O^{12}$

Monoclinique (?) (par analogie avec les micas).

Formes observées. La *magnésite* ou *sépiolite*, bien que toujours cristallisée, ne se présente jamais en cristaux géométriquement distincts. Elle constitue parfois des masses à apparence terreuse ou compacte (*écume de mer*) ou des masses feuilletées. Le minéral possède souvent

une structure poreuse, grâce à laquelle il happe à la langue ; il absorbe les liquides pour devenir transparent ou translucide. Il absorbe aussi les corps gras ; cette dernière propriété est utilisée pour le nettoyage des étoffes (*terre à détacher de Sommières*).

L'examen microscopique montre que la magnésite est formée de lamelles cristallines, qui dans les variétés schisteuses s'orientent suivant des plans parallèles. Dans quelques variétés fréquentes dans le bassin de Paris, la cristallinité est visible à l'œil nu. L'une d'elles, trouvée à Paris même par M. Munier-Chalmas, est constituée parfois par des paillettes atteignant plusieurs millimètres.

Clivages. Clivage micacé suivant p (001) ; plans de séparation perpendiculaires paraissant être l'équivalent des plans de séparation g^1(010) des micas. Les plages homogènes que m'a remises M. Munier-Chalmas sont trop petites pour que j'aie pu arriver à y obtenir des figures de pression distinctes. Elles sont flexibles.

Dureté. 2 à 2,5. Rayée par l'ongle. L'écume de mer s'aplatit sous la pression du pilon ; après imbibition dans un liquide, elle se pulvérise aisément. Quelques variétés ont un toucher savonneux (*pierre de savon*).

Densité. 2. Les masses compactes désignées sous le nom d'*écume de mer* flottent sur l'eau grâce à leur structure poreuse.

Coloration et éclat. Blanche, blanc rosé ou jaune verdâtre, rose carmin (*quincyte*). Opaque, rarement translucide, plus rarement encore transparente (Paris), dans les échantillons macroscopiques ; toujours transparente en lames minces, surtout après immersion dans un liquide.

Éclat terreux, parfois éclat gras.



Fig. 1.
Lame de clivage de la magnésite de Paris (quartier de l'Étoile).

Inclusions. La magnésite est souvent loin d'être homogène; elle présente de fréquentes inclusions de carbonates rhomboédriques : c'est ce qui a lieu notamment pour l'écume de mer. Dans les échantillons des environs de Paris on trouve de la calcite et des produits siliceux, sous forme de graines de charas et de petits mollusques (hydrobies, etc.).

Propriétés optiques. La bissectrice aiguë *négative* est perpendiculaire ou presque perpendiculaire à l'aplatissement des lamelles. L'écartement des axes est variable, grâce à des superpositions de lames minces qui conduisent à des figures uniaxes.

Dans les beaux échantillons du quartier de l'Étoile à Paris, d'où j'ai extrait des lames relativement homogènes, l'angle suivant a été mesuré pour la lumière du sodium :

$$2\,\mathbf{E} = 112^{\circ}, \text{ d'où } 2\,\mathbf{V} = 74^{\circ} \text{ environ}$$

L'indice maximum est plus grand, l'indice moyen est plus petit que celui du baume de Canada (1,549).

Le plan des axes optiques est parallèle au plan de séparation suivant g^1 (010) (fig. 1).

Dans la magnésite schisteuse, les lamelles sont distribuées suivant des plans parallèles, mais elles sont généralement enchevêtrées (fig. 2). Dans les variétés compactes (*écume de mer*), la structure cristalline n'est pas distincte à l'œil nu ; au microscope, on constate que les plages sont distribuées dans une direction quelconque et souvent nuageuses. La magnésite en filonnets dans la serpentine présente les mêmes lamelles enchevêtrées dont les sections transversales ont la forme de petites aiguilles à allongement positif.



Fig. 2.
Lame mince de la magnésite de Chennevières (Lumière polarisée, grossissement de 60 diamètres. Reproduction d'une photographie).

Je dois à M. Petit de très bonnes lames minces d'écume de mer qu'il a faites au microtome avec les procédés modernes de l'histologie après inclusion dans la celluloïdine.

Pléochroïsme. La magnésite du quartier de l'Étoile (Paris), en lames épaisses, est colorée en jaune ; elle est très pléochroïque, avec

$\mathbf{n}_g$ et $\mathbf{n}_m$ = jaune d'or ;
$\mathbf{n}_p$ = jaune très pâle ou incolore.

Composition chimique. La plupart des auteurs admettent pour formule de la magnésite $H^4\,Mg^2\,Si^3\,O^{10}$, et, en effet, les analyses de quelques

écumes de mer concordent bien avec la composition théorique *a*). Toutefois, il ne me semble guère possible de considérer les *magnésites parisiennes*, contenant plus de 19 °/₀ d'eau, comme représentées par la formule $H^4 Mg^2 Si^3 O^{10} + 2 H^2 O$. De nombreux essais, effectués sur des échantillons frais et sur d'autres renfermés dans la collection du Muséum depuis de longues années (échantillons étudiés par Berthier et par Dufrénoy, *op. cit.*), montrent que ces minéraux, après avoir été maintenus pendant plusieurs jours à 250° C., retiennent jusqu'à 19,5 °/₀ d'eau (quartier de l'Étoile), qui ne part qu'au rouge, lorsque le minéral se décompose en perdant son action sur la lumière polarisée. La totalité de l'eau des analyses données plus loin doit donc être considérée comme basique, et dans cette hypothèse la formule du minéral est plus rapprochée de $H^8 Mg^2 Si^3 O^{12}$ (*a'*) que de $H^6 Mg^2 Si^3 O^{11}$ (*a''*).

Une petite quantité de magnésium peut être remplacée par du fer.

Analyses de la magnésite : *b*) de Coulommiers, par Berthier (*A. M.* VII. 313. 1830);

c) de Chennevières près Champigny, par Dufrénoy (*A. M.* X. 393. 1842);

d) de Quincy (*quincyte*), par Berthier (*A. M.* X. 273. 1825);

e) de Salinelle (*terre de Sommières*), par Berthier (*A. M., op. cit.*);

f) d'un bloc[1] trouvé dans les sables d'alluvion de la plaine d'Ablon (*Seine-et-Oise*), par M. Damour (*B. S. M.* VII. 66. 1884);

g) de la magnésite (*pierre de savon*) de Fez [*Maroc*], par M. Damour (*A. P. C.* VIII. 1843).

	a)	*a'*)	*a''*)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)	
SiO^2.....	60,8	54,2	57,3	54,0	54,16	54	51,0	61,20	55,00	
MgO	27,1	24,1	25,5	24,0	23,66	19	19,8	18,70	28,00	
FeO.....	»	»	»	»	»	8	»	0,80	1,40	Fe^2O^3
MnO	»	»	»	»	»	»	»	0,30	0,52	K^2 O
CaO.....	»	»	»	»	»	»	»	»	1,01	
Al^2O^3....	»	»	»	1,4	»	»	4,4	»	1,20	
H^2O.....	12,1	21,7	17,2	20,0	19,21	17	22,0	18,60	10,35	
Sable	»	»	»	»	1,33	»	2,8	»	1,06	
	100,0	100,0	100,0	99,4	99,06	98	100,0	99,60	98,98	

1. Cette magnésite contient de la ménilite qui a la composition suivante : SiO^2, 83,08; MgO, 6,73; FeO, 1,00; H^2O, 9,20 = 100,00. Dans la note précitée, M. Damour a donné l'analyse de l'écume de mer d'Anatolie, pour laquelle il a trouvé : SiO^2, 52, 45; MgO, 23,35; Al^2O^3, 0,80; H^2, O 23,50 = 100,00.

La magnésite du quartier de l'Étoile est un peu ferrifère. Celle du Maroc est mélangée à une petite quantité de sulfate de potassium et de magnésium.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, laisse échapper de l'eau hygroscopique. Ne perd son eau qu'à la température du rouge, en se transformant en une masse blanche dure qui raye le verre. Au chalumeau, la plupart des variétés noircissent tout d'abord, puis blanchissent et ne fondent que difficilement sur les bords. Avec la solution de cobalt, donne une couleur rose pâle (MgO). Décomposée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Diagnostic. L'*écume de mer* possède une texture caractéristique. Les magnésites schisteuses et micacées se distinguent aisément des argiles et des micas, par l'absence de la réaction de l'alumine et l'intensité des réactions de la magnésie.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

1° *Dans les calcaires sédimentaires.*

La magnésite schisteuse est fréquente en France dans les calcaires lacustres éocènes et oligocènes, où elle forme souvent de petits lits distincts; elle est souvent associée à de l'opale (ménilite). Brongniart, qui en a fait une étude détaillée, l'a désignée sous le nom de « *magnésite parisienne* » (*A. M.* VII. 291. 1822).

D'après les renseignements que je dois à M. Munier-Chalmas, la magnésite, au moins dans le bassin de Paris, s'est formée dans des lagunes en même temps que du gypse et du sel gemme. On trouve, en effet, parfois dans les lits de magnésite, d'énormes cristaux de gypse transformés en calcédoine; ils renferment souvent, comme on l'a vu plus haut, des graines de charas, de petits mollusques (hydrobies, etc.).

En général, cette magnésite schisteuse est formée par l'enchevêtrement de fines lamelles, plus ou moins grossièrement parallèles à la schistosité de l'échantillon. Quand les lits de magnésite sont très minces et qu'ils ont été soumis à de fortes pressions par suite de glissements, l'orientation des lamelles devient plus parfaite et l'on obtient les variétés

très cristallines dont les propriétés optiques ont été données plus haut (quartier de l'Étoile à Paris).

Bassin de Paris. — Dans le bassin de Paris, le niveau contenant de la magnésite est le calcaire de Saint-Ouen. La magnésite y forme des lits minces. Je citerai quelques gisements particulièrement intéressants au point de vue de l'abondance de la magnésite.

Seine. On trouve ce minéral notamment à Montmartre, à Ménilmontant, à Argenteuil, en masses stratoïdes associées à des silex à cassure brune (ménilite *pro parte*). Leur structure est parfois très peu cristalline, les lames de magnésite très ténues étant distribuées dans une matière monoréfringente.

M. Munier-Chalmas a trouvé à Paris, dans les alentours de l'Arc de Triomphe (quartier de l'Étoile) et au même niveau que dans les gisements précédents, des lits de magnésite ayant parfois moins d'un millimètre d'épaisseur. Ils sont gris jaunâtre, parfois translucides et semblables à une pelure d'oignon. Cette variété de magnésite a essentiellement la même structure que celle des autres gisements parisiens; c'est la plus cristalline que j'aie eu l'occasion de voir : les lames microscopiques qui la constituent ont parfois la même orientation sur plus d'un centimètre carré.

Seine-et-Oise. Une magnésite très pure a été trouvée à Chennevières près Champigny, en lits de 0^{m} 38 d'épaisseur à aspect d'argile feuilletée (Dufrénoy : *A. M.* I. 193. 1842). Il est facile d'en détacher des lamelles de clivage (analyse *c*).

Seine-et-Marne. A Coulommiers, la magnésite gris rosé forme des lits de 20^{cm} d'épaisseur enveloppant des rognons de ménilite. (Cuvier et Brongniart, *op. cit.*, 207 et coupes pl. I. B) (analyse *b*).

Bassin de la Loire. — *Cher.* Les calcaires siliceux oligocènes situés entre Quincy-sur-Cher et Mehun renferment une variété de magnésite remarquable par sa belle couleur rose carmin associée à de l'opale de même couleur. Son analyse a été donnée plus haut; elle a été désignée sous le nom de *quincyte* (Berthier : *A. M.* X. 272. 1825); sa couleur est attribuée à une substance organique; elle disparaît, en effet, à une faible chaleur. Le même minéral est disséminé dans le calcaire, dont le plus coloré n'en renferme que 0,02 à 0,03 %. On peut l'extraire sous forme de flocons d'un beau rose carmin en traitant la roche par l'acide acétique.

Cévennes. — *Gard.* Marcel de Serres a signalé le premier (*J. P.* déc. 1815) l'existence de la magnésite sur les rives du Vidourle entre Sommières et Salinelle, au milieu de calcaires d'eau douce éocènes. Cette magnésite est exploitée depuis longtemps, réduite en poudre et vendue sous le nom de *terre de Sommières*, comme terre à détacher; elle possède la structure très cristalline de la magnésite des environs de Paris.

Algérie. — [*Maroc*]. Dans les bains maures de l'Algérie, on employait autrefois comme savon un variété de magnésite (*pierre de savon du Maroc*) d'un brun de chocolat (« tfol » des Arabes) provenant du Maroc, non loin de la frontière algérienne, à 6 lieues de Fas, entre cette ville et le Cheboul (Ravergie, *Explor. scient. de l'Algérie.* 180. 1848). Elle a été étudiée par M. Damour (analyse *f*). Cette substance est associée à des silex blonds ; dans l'eau elle se gonfle, devient feuilletée, puis se délite.

2° *Dans les serpentines.*

La magnésite se trouve en petites veines dans beaucoup de serpentines ; elle y forme des masses non schisteuses blanches ou jaunâtres, happant à la langue, souvent accompagnées et mélangées d'opale et de giobertite terreuse.

L'examen microscopique montre que la cristallinité de ces variétés, qui, par leurs caractères extérieurs, se rapprochent de l'*écume de mer*, est beaucoup moindre que celle de la magnésite schisteuse des environs de Paris.

On peut la signaler notamment dans les serpentines de Saint-Omer en Blain (*Loire-Inférieure*), de Roche-l'Abeille (*Haute-Vienne*), du Moun caou en Louvie Juzon (*Basses-Pyrénées*), de Moncaup (*Haute-Garonne*), de Prades (*Ariège*), de la *Nouvelle-Calédonie*, etc.

GROUPE DE LA KAOLINITE

Je réunis sous ce titre deux minéraux monocliniques se présentant sous forme de lames micacées et formant parfois de véritables roches onctueuses au toucher :

Kaolinite	$H^4\ Al^2\ Si^2\ O^8$
Pyrophyllite	$H^2\ Al^2\ Si^4\ O^{12}$

KAOLINITE

$H^4\ Al^2\ Si^2\ O^8$

Monoclinique. $mm = 120°34'$.

$b : h = 1000 : 1386{,}91$. $D = 866{,}98$. $d = 498{,}35$.

Angle plan de $p = 121°13'10''$

Angle plan de $m = 86°36'32''$

$a : b : c = 0{,}5748 : 1 : 1{,}5997$

$z\ x = 83°11'$ (Miers)

Formes observées. p (001), m (110), g^1 (010).

mm	120°34′	$^*pm$	95°55
$^*mg^1$	119°43′	$^*pb^{1/2}$	101°52′

M. Termier donne $mm = 128°$ (angle plan mesuré au microscope) pour la *leverriérite*, qui, par tous ses autres caractères, ne se distingue pas de la kaolinite.

Macles. Macle analogue à celle des micas et des chlorites. M. Termier a observé, en outre, des groupements polysynthétiques suivant un dôme indéterminé et des groupements à angle droit de deux prismes.

Faciès des cristaux. La *kaolinite* forme des lamelles hexagonales groupées en rosettes ou en éventail (fig. 1). Ces groupements sont fréquents dans les échantillons considérés autrefois comme une espèce indépendante sous le nom de *pholérite*, ainsi que dans la kaolinite formée aux dépens du béryl. Je dois à l'obligeance de M. de Mauroi

un kaolin en masses onctueuses formé par des lames extrêmement petites. En les étudiant avec un objectif à immersion, on peut constater qu'elles sont sensiblement rectangulaires et s'éteignent suivant leurs diagonales. Leurs petites dimensions ne permettent pas d'autres constatations.



Fig. 1.
Kaolinite (Lumière naturelle, grossissement de 300 diamètres. Reproduction d'une photographie).

Le plus souvent, les lames de kaolinite sont très petites et leur structure cristalline ne peut être mise en lumière que par l'examen au microscope. Elles constituent, par leur réunion, des masses à aspect plus ou moins terreux qui forment une véritable roche, le *kaolin* qui, une fois pur, est onctueux au toucher et plastique.

La variété *pholérite* forme parfois des lames distinctes de plusieurs millimètres de diamètre.

La variété désignée sous le nom de *leverriérite* se présente en cristaux vermiculés, rappelant l'helminthe du Dauphiné et qui ont été parfois regardés comme des organismes et décrits sous le nom de *bacillarites* !

Clivages. Clivage p (001) micacé.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 2,6 à 2,64; 2,3 à 2, 4 (leverriérite) (Termier).

Coloration et éclat. Blanche, grise, brunâtre (leverriérite).

Éclat nacré sur les lames p (001) ; l'éclat des masses de kaolinite varie, suivant la grosseur et l'orientation des lamelles, du nacré à l'aspect terreux. Les lames de kaolinite sont transparentes.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* (n_p) inclinée de 20° sur la normale à p (001) (Dick).

$2\,\mathbf{V}$ = voisin de 90° (kaolinite et pholérite);
= 45° à 52° (leverriérite) (Termier).

$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}007$ en moyenne ;
0.0075 à 0,0082 (leverriérite) de Rive-de-Gier et de Saint-Étienne ;
0,009 à 0,011 Bois d'Avaize (Termier).

$\mathbf{N} > 1{,}549$.

Pléochroïsme. La kaolinite normale est incolore, mais la *leverriérite* renferme un pigment coloré (organique ?) brunâtre. Le pléochroïsme de cette variété est sensible en lames minces :

$\mathbf{n}_g$ = brun très clair ;
$\mathbf{n}_m$ = brun ;
$\mathbf{n}_p$ = incolore.

Composition chimique. *a*) Composition correspondant à la formule $H^4\,Al^2\,Si^2\,O^8$;

Analyses : *b*) de la *kaolinite* du béryl de La Vilate, par M. Damour (*in* Dx, *op. cit.*, I. 369);

c) du kaolin de Limoges, par Berthier (*A. P. C.* XXIV. 107. 1824) ;

d) du kaolin de Saint-Yrieix, par Forchammer (*P. A.* XXXV. 337. 1835);

e) de la *kaolinite* (pholérite de Lodève), par M. Pisani (*C. R.* LIII. 1072. 1861) ;

f, *g*, *h*) de la *kaolinite* de Quenast [*Belgique*], de Saint-Gilles près Liège, de La Chartreuse près Liège, par de Koninck (*Bull.* (*Ac. Sc. Belg.* LXIV. 734. 1877) ;

i) de la *kaolinite* (pholérite) de Fins (*Allier*), par Guillemin (*A. M.* 489. 1825) ;

j, *k*) de la *leverriérite*, *in* Termier (*A. M.* XVII. 372. 1890).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)	*h*)	*i*)	*j*)	*k*)
SiO^2.....	46,5	45,61	46,8	48,68	47,0	45,58	45,97	46,72	42,93	46,4	46,79
Al^2O^3....	39,5	38,86	37,3	36,92	39,4	36,80	40,12	38,32	42,07	38,4	34,47
Fe^2O^3....	»	0,94	»	»	»	3,68	traces	0,77	»	»	»
CaO.....	»	»	»	»	»	»	»	0,60	»	1,2	4,53
MgO.....	»	»	»	0,52	»	»	»	traces	»	»	»
K^2O.....	»	»	2,5	»	»	»	»	»	»	»	»
Na^2O.....	»	»	»	0,58	»	»	»	»	»	»	»
GlO.....	»	1,10	»	»	»	»	»	»	»	0,5	»
H^2O	14,0	14,04	13,0	13,13	14,4	14,49	13,91	13,85	15,00	15,0	13,21
	100,0	100,55	99,6	99,83	100,8	100,55	100,00	100,26	100,00	101,5	99,00

M. Schlœsing a étudié la composition chimique de divers kaolins français et montré leur structure cristalline (*C. R.* LXXIX, 376 et 473. 1874) ainsi que l'existence d'une quantité variable d'argile colloïdale.

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube. Infusible au chalumeau. Chauffée au chalumeau avec une solution de cobalt, donne la coloration bleue de l'alumine. Insoluble dans les acides.

Diagnostic. La kaolinite se présente avec toutes les propriétés des micas; elle se distingue de la muscovite par sa biréfringence beaucoup plus faible[1], le plus grand écartement de ses axes, son infusibilité, etc.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La kaolinite se rencontre dans les conditions suivantes :

1° Dans les granulites, comme produit d'altération dû à l'action de fumerolles ou à des actions atmosphériques (*kaolin*);

2° Dans des gisements sédimentaires, comme produit d'altération de sables feldspathiques (*kaolin*);

3° Dans les fissures de diverses roches éruptives ou sédimentaires et particulièrement de celles de la série permocarbonifère (variété *pholérite*);

4° Dans des roches éruptives ou sédimentaires de la période carbonifère (variété *leverriérite*).

1° *Dans les roches granulitiques* (kaolin).

Les grands gisements de *kaolin* se trouvent dans la granulite et la pegmatite; ils résultent de la décomposition *sur place* des feldspaths acides (orthose, microcline, albite), dont les alcalis ont été éliminés. Dans les gisements de kaolin une véritable préparation mécanique naturelle a souvent donné naissance à des concentrations de kaolinite pure dans les fissures ou cavités de la roche altérée.

Plusieurs théories ont été proposées pour expliquer cette kaolinisation. On l'a attribuée : 1° à la décomposition des feldspaths par l'action des influences météoriques (eaux chargées d'acide carbonique décomposant les silicates et enlevant les alcalis sous forme de carbonates solubles); 2° à la décomposition des feldspaths par des fumerolles fluorées consé-

1. Cette propriété est distincte aussi du talc et de la pyrophyllite.

cutives de la consolidation de la granulite (Daubrée : *C. R.* LXVIII. 1135. 1869). Cette dernière théorie est appuyée par la fréquence, dans certains kaolins, de cassitérite et de minéraux fluorifères n'existant pas normalement dans la granulite intacte. Il paraît probable que ces deux modes de production du kaolin ont été réalisés dans la nature.

Le kaolin se produit aussi par altération (d'origine superficielle) de minéraux autres que les feldspaths et notamment du béryl.

Normandie. — *Orne*. Le kaolin des environs d'Alençon a servi, depuis le xe siècle et peut-être même dès l'époque mérovingienne, à la fabrication de poteries grossières (M. Le Tellier a trouvé des traces d'exploitation datant de cette époque à Heloup près Alençon); un document de 1503 le signale à Aulnais, près Alençon. Mais c'est Guettard qui en 1746 (*Mém. Acad. Sc.* 363) l'étudia le premier, montra son analogie avec le kaolin de la Chine et essaya même de fabriquer avec lui de la porcelaine pour le compte du duc d'Orléans. Ce ne fut qu'en 1765 qu'il publia l'histoire de sa découverte : *Histoire de la découverte faite en France de matières semblables à celles dont la porcelaine de Chine est composée* (Paris, in-4°). (Cf. L. Duval : *Revue normande et percheronne*. 1892; abbé Letacq : *Bull. Soc. lin. de Normandie*. 1891. 67; Le Tellier : *id*. 1887-88. 305; R. de Brebisson : *Annuaire normand*. 1895. 207).

D'après les renseignements que je dois à M. Le Tellier, le kaolin est exploité aujourd'hui : 1° au Pont Percé en Condé-sur-Sarthe; il y forme à la surface de la granulite une large lentille qui a 3 ou 4^m^ d'épaisseur; elle est parcourue par des veines de quartz renfermant des empreintes de cristaux cubiques (fluorine ou pyrite); 2° à Montpertuis en Lonrai, où le kaolin se trouve dans les mêmes conditions qu'à Pont-Percé. La même substance se rencontre aussi au N. et au S. d'Alençon, aux Aulnais et dans le parc de Chauvegny en Saint-Germain du Corbeis (ce gisement a été en partie épuisé au siècle dernier).

Manche. — M. Schlœsing a publié (*C. R.* LXXIX. 376 et 473. 1874) l'analyse d'un kaolin provenant de Saussemesnil près Valogne et a montré qu'il est formé en grande partie par un produit cristallisé (kaolinite) associé à 1,4 % d'argile colloïdale.

Le kaolin est exploité aux Pieux.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. La même substance est exploitée à Plémet près Loudéac, ainsi qu'à Saint-Rieul, Jugon, Trélivan, etc. Elle provient de la décomposition de granulite.

Morbihan. Le kaolin se trouve à Penestin. M. de Limur a récemment signalé son abondance à Kergonnano en Baden, où il est associé à du graphite (*Bull. Soc. polymath. Morbihan*, 1895).

Finistère. — On exploite le kaolin à Daoulas.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Les pegmatites du revers sud du massif cristallin du Labourd sont très kaolinisées, particulièrement aux environs d'Itsatsou et de Louhossoa. Elles ont été exploitées et ont fourni du kaolin de bonne qualité, qui était lavé à Itsatsou.

Hautes-Pyrénées. Les pegmatites de l'entrée de Labassère et celles de Loucrup sont altérées et ont été exploitées pour l'extraction du kaolin (Frossard).

Ariège. Les pegmatites altérées de Mercus ont fourni du kaolin.

Plateau Central. — *Lozère*. Berthier a donné (*A. P. C.* XXIV. 107. 1824) une analyse d'un kaolin impur de Fourches près Mende.

Haute-Vienne. Le kaolin a été découvert en 1765 aux environs de Saint-Yrieix par la femme d'un chirurgien de Saint-Yrieix, nommé Darnet; la substance fut étudiée par Macquer, chimiste de la manufacture de Sèvres, qui le fit connaître en 1769. Dès cette époque il y fut exploité et employé à Sèvres. Il est abondant, de bonne qualité, il est encore actuellement l'objet d'une active exploitation. Le kaolin de cette région résulte de la décomposition des feldspaths (orthose, microcline, albite) de nombreux filons (de 1 à 8 mètres d'épaisseur environ) de granulites et de pegmatites traversant les micaschistes, les leptynites et les amphibolites ou interstratifiés au milieu de ces roches.

On exploite la granulite plus ou moins altérée. Après broyage, le kaolin est séparé, par lévigation, des éléments intacts de la granulite (quartz, feldspath, mica, etc.). On extrait aussi des amas de kaolin blanc presque pur provenant de la concentration, dans des poches irrégulières, de la kaolinite formée aux dépens des feldspaths de la granulite.

Les exploitations de kaolin des environs de Saint-Yrieix se divisent en deux groupes : celui de Coussac (carrières de Saint-Bonnet, de la Lande, du Grand-Bois, de Sainte-Valérie, de Saint-Antoine, etc.) et celui (aujourd'hui presque abandonné) du Boisvicomte-Marcognac (Voir, pour plus de détails, Fuchs et de Launay, *Traité des gîtes minéraux*, I. 620. 1893).

On verra, tome II, que le béryl de diverses localités, et en particulier celui du pont de Barost et de La Vilate près Chanteloube, se transforme en un beau kaolin blanc de neige : il est remarquable par les formes vermiculées de la kaolinite qui le constitue.

Allier. Le massif granulitique d'Échassières et des Colettes est situé au milieu des micaschistes; il est traversé par de nombreux filons de quartz (forêt de Colettes, La Bosse en Échassières), au voisinage immédiat desquels la granulite a été silicifiée, puis kaolinisée. Le kaolin est rose dans les granulites à feldspaths roses, blanc dans les granulites à feldspaths blancs. Cette roche est activement exploitée, broyée et lavée pour l'extraction du kaolin. Les filons de quartz renferment du wolfram; la granulite, de la cassitérite, de la lépidolite, etc.; j'y ai trouvé de la topaze. A l'occasion de ces gisements, M. Daubrée a insisté autrefois (*C. R.* LXVIII. 1135. 1869; voir aussi de Launay : *B. S. G.* 1065. 1888) sur l'association du kaolin et des filons stannifères et sur la liaison probable de l'origine de ces deux roches.

Vosges. — M. Vélain m'a signalé d'anciennes exploitations de kaolin dans les grands filons de quartz de pegmatites de la vallée des Roches (Val d'Ajol).

Esterel. — *Var*. Berthier, dans le mémoire précité, a donné l'analyse d'un kaolin rouge impur formant un banc de 12 à 14 mètres d'épaisseur au milieu des micaschistes de La Garde Freinet près Saint-Tropez. Il provient de la décomposition imparfaite d'une pegmatite.

Algérie. — *Constantine*. M. Parran a signalé aux environs de Bône dans le massif d'Edough (*B. S. G.* XI 509. 1883) des veines de kaolin situées au milieu des gneiss granulitiques et offrant la même disposition que ceux de Saint-Yrieix. A la profondeur de 70 mètres, la kaolinisation est aussi intense qu'à la surface.

2° *Dans les gisements sédimentaires* (kaolin).

Le kaolin des gisements sédimentaires a la même origine que celui des gisements précédents. Il est formé par altération de roches feldspathiques, mais de roches feldspathiques clastiques. Il faut probablement rattacher à ce groupe certaines argiles réfractaires. Toutefois on verra plus loin que beaucoup d'argiles, bien qu'ayant une composition voisine du kaolin, s'en distinguent par la propriété qu'elles ont d'être décomposées par les acides. Je ne signalerai que les

quelques gisements suivants, dont je n'ai pas personnellement étudié les produits :

Bordure du Plateau Central. — *Charente.* Le kaolin signalé à Dignac par Bigot de Morogues (*A. M.* VII. 589. 1822) provient de la décomposition de sables granitiques déposés au milieu des assises secondaires.

Dordogne. Des exploitations de kaolin se trouvent à environ 5 km. de la station des Eysies près du village de Queylan. Le kaolin blanc gris et onctueux au toucher forme des amas irréguliers au milieu de sable micacé ferrugineux très fin reposant sur le crétacé inférieur. Il est traversé par des filonnets d'halloysite blanche translucide passant insensiblement au kaolin.

Lot-et-Garonne. Des amas de kaolin remplissant des poches dans des assises sédimentaires ont été trouvés à Gavaudun ; on y a observé des traces de cassitérite (Fuchs et de Launay, *op. cit.*, 627).

Nièvre. Dans la Nièvre, l'infralias (*rhétien*) reposant sur le trias est représenté par des bancs de grès durs et des couches friables constituées par une argile kaolinique mélangée de grains de quartz. Cette argile est exploitée pour l'extraction du kaolin qui est utilisé dans les fabriques de faïence et de porcelaine de la région (Nevers, Gien, etc.).

Les gisements à citer sont Decize, Vaux, en aval d'Avril, Chantenay, etc. (Voy. Fuchs et de Launay, *Traité des gîtes minéraux*, I. 625. 1893).

Algérie. — M. Gentil m'a signalé un gisement de kaolin au cap Figalo; ce kaolin résulte de la décomposition d'assises sédimentaires reposant sur une roche trachytique et en grande partie formées à ses dépens.

3° *Dans les fissures de roches diverses et particulièrement dans les roches sédimentaires du terrain carbonifère.*

La *kaolinite* en petites masses très fines, micacées, plus rarement en ames de quelque dimension, abonde dans les fissures de diverses roches et notamment de roches sédimentaires du terrain carbonifère. C'est cette variété qui a été autrefois considérée comme une espèce spéciale et décrite par Guillemin sous le nom de *pholérite*. Elle ne diffère en rien de la kaolinite ; aussi le nom de « pholérite » doit-il disparaître de la nomenclature minéralogique.

Bassin houiller franco-belge. — *Nord* et [*Belgique*]. La kaolinite se rencontre dans les roches carbonifères des mines de houille d'Anzin (*Nord*) sous forme d'enduit blanc nacré.

Ce minéral n'est pas rare, du reste, dans tout le bassin houiller franco-belge et notamment aux environs de Mons [*Belgique*].

J'ai donné plus haut les analyses faites par M. de Koninck (*Bull. Ac. Sc. Belgique*, LXIV. 734. 1877) de la kaolinite belge de La Haye à Saint-Gilles et de La Chartreuse près Liège, de Bagatelle près Visé (concession de Cache-Après). Ce minéral tapisse des fentes de grès houillers. Le même auteur a décrit la kaolinite se trouvant dans les fissures de la diorite quartzifère de Quenast [*Belgique*].

Anjou. — *Maine-et-Loire*. La collection du Muséum d'histoire naturelle possède un échantillon de kaolinite tapissant les fentes d'un grès houiller de La Haye-Longue près Rochefort-sur-Loire.

Cévennes. — *Hérault*. Les schistes argileux permocarbonifères de Lodève renferment des enduits ou des nodules de kaolinite blanche, qui a été analysée par M. Pisani (analyse *e*).

Plateau Central. — *Aveyron*. Le même minéral se rencontre dans des conditions identiques dans les divers bassins houillers de l'Aveyron, et notamment à Decazeville et à Cransac.

Allier. C'est la kaolinite de Fins-Noyant qui a été décrite autrefois sous le nom de *pholérite* par Guillemin (analyse *j*). Elle y forme de petites écailles d'un blanc nacré dans les fissures des grès et des schistes houillers ainsi que dans des rognons de carbonate de fer : elle constitue souvent aussi des nodules à éléments plus ou moins distincts. Elle est souvent associée à de la calcite laminaire. On la trouve aussi à Rive-de-Gier, à Commentry, etc.

4° Dans des roches carbonifères, comme élément constitutif.

Plateau Central. — *Loire* et *Gard*. M. Termier a donné le nom de *leverriérite* (*A. M.* XVII. 372 et *B. S. M.* XIII. 325. 1890) à une variété de kaolinite provenant des bassins houillers de Rive-de-Gier et du Gard. Elle est répandue en abondance dans les bancs argileux des couches de houille. Elle forme des lamelles et parfois de petits prismes tordus et vermiformes de 1 à 4^{mm} de longueur en moyenne

avec $0^{mm}3$ à $0^{mm}7$ de diamètre, mais pouvant atteindre exceptionnellement 15^{mm}. Ces petits prismes ont même été décrits autrefois comme des organismes sous le nom de *bacillarites* !



Fig. 2.
Lame mince de la roche à leverriérite. (Lumière polarisée, grossissement de 60 diamètres).

M. Termier a signalé dans ce minéral des macles analogues à celles des micas, des groupements à angle droit et enfin des macles polysynthétiques suivant un dôme. En lames minces, le minéral est pléochroïque et brun clair, par suite de l'existence d'un pigment coloré, inégalement distribué. La leverriérite est intimement associée à de la biotite, dont elle serait contemporaine d'après M. Termier. Il existe des couches presque exclusivement formées de leverriérite et de biotite.

Le minéral se trouve aussi, mais plus rarement, dans les porphyres pétrosiliceux altérés (*Gores*) interstratifiés dans les assises houillères de Mourinet dans le bois d'Avaize (*Loire*) et de Saint-Jean-de-Valeriscle (*Gard*).

PYROPHYLLITE

$H^2 Al^2 Si^4 O^{12}$

Monoclinique (?) (par analogie avec les micas).

Formes et Faciès. La pyrophyllite ne se rencontre qu'en lamelles sans contours géométriques : elles se groupent souvent en masses radiées ou fibreuses. Parfois elles deviennent très petites et par leur réunion donnent naissance à des masses à apparence compacte et souvent schisteuses rappelant la stéatite.

Clivages. Clivage *p* (001) parfait, donnant des lames semblables à celles du talc, flexibles mais non élastiques.

Dureté. 1 à 2. Toucher gras.

Densité. 2,77 à 2,9; 2,772 (Ottré, de Koninck).

Coloration et éclat. Blanche, jaunâtre, vert clair. Poussière blanche. Éclat gras, nacré sur le clivage. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Bissectrice aiguë *négative* (n_p), normale à p (001).

$$2\,E = 105° \text{ à } 110°.$$

La dispersion est faible $\rho > \nu$.

$$n_g - n_p = 0{,}041.$$

Composition chimique.

a) Composition correspondante à la formule $H^2\,Al^2\,Si^4\,O^{12}$;

Analyses : *b*) de la pyrophyllite d'Ottré, par Rammelsberg (*P. A.* LXVIII. 513. 1846);

c) par de Koninck (*B. Acad. Belg.* XXVI. 469. 1868).

	a)	*b*)	*c*)
SiO^2.....	66,7	66,14	66,01
Al^2O^3....	28,3	25,87	28,26
Fe^2O^3 ...		»	0,75
MgO		1,49	»
CaO.....		0,39	»
H^2O.....	5,0	5,59	5,52
	100,0	99,48	100,54
Densité		»	2,772

Les auteurs les plus récents rangent la *gümbelite* à la suite de la pyrophyllite, malgré une teneur en alcalis atteignant 9,01 dans celle de Petitcœur. On a vu pages 338 et 351 que ce minéral est une variété de muscovite.

Essais pyrognostiques. Chauffée au chalumeau, la pyrophyllite lamellaire s'ouvre en éventail en augmentant beaucoup de volume et ne fond que difficilement en un émail blanc. Chauffée après avoir été imbibée d'azotate de cobalt, donne la coloration bleue de l'alumine. Imparfaitement décomposée par l'acide sulfurique.

Diagnostic. La pyrophyllite se distingue du talc et de la muscovite par le grand écartement de l'angle des axes optiques. La recherche par les procédés microchimiques de l'alumine permet de la distinguer du talc; celle des alcalis, des micas blancs.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pyrophyllite est un minéral des schistes cristallins et des schistes paléozoïques métamorphisés.

Ardenne. — [*Belgique*]. La pyrophyllite se rencontre dans l'Ardenne belge, aux environs de Viel-Salm près du village d'Ottré ; elle y forme des masses lamellaires, d'un beau blanc ou d'un blanc jaunâtre, souvent radiées et disposées sur une roche composée par le même minéral en fines lamelles associées à du quartz ; quelques variétés sont schisteuses.

La pyrophyllite est localisée dans des filons traversant les assises salmiennes.

ANNEXE A LA KAOLINITE

ARGILES

Toutes les classifications minéralogiques renferment un groupe résiduel dans lequel sont rejetées, sous le nom de « corps amorphes », une série d'*argiles* plus ou moins pures ayant reçu de nombreux noms spéciaux.

L'examen microscopique permet de voir que beaucoup de ces argiles (et en particulier la montmorillonite et l'halloysite) sont constituées, en partie ou en totalité, par une substance *cristallisée*, formant des lamelles plus ou moins enchevêtrées, perpendiculaires à une bissectrice aiguë *négative* : les sections perpendiculaires à ces lamelles ont donc un allongement positif. La biréfringence est faible, la réfringence moyenne supérieure à celle du baume du Canada.

Je ne puis affirmer que dans toutes les argiles que j'ai étudiées ce produit cristallin soit exactement le même, car, étant données la faible biréfringence de ce minéral et la grande difficulté de la taille des plaques minces d'épaisseur connue, le nombre de vérifications optiques que l'on peut faire est peu élevé.

Ces propriétés optiques sont voisines de celles de la kaolinite. Ces deux produits semblent toutefois différents, car la *kaolinite* est inattaquable par les acides, tandis que l'acide chlorhydrique décompose facilement le minéral qui m'occupe ici. Je ne crois pas qu'on puisse le considérer comme un minéral hydraté à la façon des zéolites, car il

peut être chauffé à près de 250° sans que son action sur la lumière polarisée soit modifiée.

Il semble problable que beaucoup des argiles qui vont être étudiées sont des mélanges de ce minéral cristallisé avec divers produits colloïdes (alumine, silice, etc.) souvent accompagnés de minéraux d'origine clastique.

Les analyses de ces diverses argiles sont souvent discordantes, ce qui s'explique par l'impureté fréquente des produits étudiés. De plus, elles ont souvent en outre le défaut de ne pas indiquer les conditions dans lesquelles le minéral a été étudié avant ou après une dessiccation plus ou moins complète.

M. Lechatelier a proposé une classification des argiles d'après la façon dont elles se comportent pendant la cuisson (*B.S.M.* X. 204. 1887). Pendant l'échauffement des argiles, il a observé des ralentissements dans l'élévation de la température dus à une déshydratation et des accélérations indiquant la production de phénomènes accompagnés d'un dégagement de chaleur.

Dans les *halloysites*, il y a un ralentissement marqué entre 150° et 200°, puis un autre très marqué qui finit à 700° et enfin une accélération brusque qui commence à 1000°.

Dans les *allophanes* et les *collyrites*, il y a un seul ralentissement entre 150° et 220° et une accélération brusque à 1000°.

Le dégagement de chaleur observé dans la cuisson de ces argiles est attribué par M. Lechatelier à la transformation moléculaire de l'alumine, mécaniquement mélangée, transformation à la suite de laquelle l'alumine libre devient insoluble dans les acides.

Dans la *montmorillonite*, il y a un temps d'arrêt dans l'échauffement qui finit vers 200°, un second moins marqué à 770° et un troisième douteux à 950°. Il n'y a aucun dégagement de chaleur comme pour les argiles précédentes.[1]

Je grouperai les divers échantillons des gisements français autour des types suivants :

a) halloysite,
b) montmorillonite,
c) allophane,
d) collyrite.

1. M. Lechatelier a aussi étudié au même point de vue le kaolin (un seul ralentissement se terminant à 770° et une légère accélération à 1000°) et la pyrophyllite (un ralentissement finissant à 700° et un douteux à 850°).

Toutes ces argiles paraissent être le résultat plus ou moins direct de la décomposition de roches feldspathiques : tantôt cette décomposition s'est effectuée sur place, tantôt au contraire les produits néogènes ont été transportés.

Je ne m'occuperai ici, bien entendu, que des argiles pures ayant une composition constante, sans m'arrêter aux nombreuses argiles sédimentaires qui constituent de *véritables roches*, généralement riches en produits clastiques, dont l'étude sort du cadre de cet ouvrage.

Je rappellerai cependant que les argiles imprégnées de calcaire sont désignées sous le nom de *marnes*, que les argiles riches en silice gélatineuse (soluble dans les alcalis) sont appelées *gaizes* ; le *limon* ou *lehm* est une argile renfermant des particules siliceuses et un pigment de limonite ; il prend le nom de *less* quand il est en outre calcaire.

HALLOYSITE

$$H^4\,Al^2\,Si^2\,O^9 + nAq.$$

L'halloysite est une argile à cassure conchoïdale, peu plastique quand elle est pure, happant plus ou moins à la langue et onctueuse au toucher

Dureté. 1 à 2. Facile à couper au couteau.

Densité. 2 à 2,20 ; 2,05 h. de La Voulte (Dufrénoy), 2,25. h. de Huelgoat (Dufrénoy).

Coloration et éclat. Blanche, grise, verte, jaune, bleue, rouge.

Éclat nacré ou gras. Translucide sur les bords ou opaque, devient translucide ou même transparente par immersion dans l'eau avec accroissement de volume.

Propriétés optiques. L'halloysite de Chessy est formée par de petites lamelles biréfringentes groupées fréquemment en sphérolites : elle est parfois mélangée à de l'opale. Celle de Huelgoat que j'ai étudiée est monoréfringente, renferme des produits ferrugineux et de petits rhomboèdres de quartz : un échantillon de la collection du Muséum, étiqueté *lenzinite* de Saint-Sever, est peu cristallin et par suite très différent d'un échantillon onctueux au toucher, possédant la consistance du kaolin. Au microscope, il se présente en très larges lames atteignant 1^{mm} de dia-

mètre et possède une structure comparable à celle du picrolite; la cristallinité atteint celle des magnésites lamellaires les plus cristallines.

Composition chimique.

Analyses :

a) de l'halloysite de Huelgoat, par Dufrénoy (moyenne de deux analyses) (*Mém. pour servir à une descript. géol. de la France*, II. 220. 1834);

b) de l'halloysite de Huelgoat, par M. Lechatelier (*B. S. M.* X. 210);

c) de l'halloysite d'Angleur [*Belgique*], par M. Lechatelier (*B. S. M.* X. 210. 1887);

d) de l'halloysite de Miglos (*Ariège*), id. ;

e) de l'halloysite de Laumède (*Dordogne*). id. .

	a	*b*	*c*	*d*	*e*
SiO^2	48,66	47,9	46,3	46,3	48,7
Al^2O^3.....	31,46	38	39,5	38,7	36,5
CaO	3,88	»	»	»	»
H^2O	11.48	14,3	14,3	14,3	13,6
	98,49	100,2	100,1	98,2	98,8
Eau hygrométrique	»	5,4	8,5	12,5	4.

D'après M. Lechatelier (*op. cit.*), l'eau se divise en deux parties : l'une part à 150° après 24 heures de chauffe ou à 250° après 1/4 d'heure; l'autre ne disparaît qu'à partir de 400°, la proportion de celle-ci étant toujours exactement 2 équiv. pour 1 équiv. d'alumine. Dans les halloysites, il existe souvent de la silice ou de l'alumine libre; à part cela la formule est la même que celle du kaolin, mais les propriétés sont différentes.

D'après le même savant, c'est à l'halloysite qu'il y aurait lieu de rattacher les minéraux dont les analyses suivent :

f) Analyse de la lenzinite de Saint-Sever, par Salvétat (*A. P. C.* XXXI. 115. 1851) ;

g) Analyse de la saponite de Plombières par Nicklès (*A. P. C.* LVI. 46. 1859) : cette analyse rapprocherait cependant le minéral de la montmorillonite;

h) Analyse de la sevérite de Saint-Sever par Salvetat et Damour (*A. P. C.* XXI. 382. 1847).

	f	*g*	*h*
SiO^2	36,36	42,50	40,39
Al^2O^3	36,00	19,20	36,84
Fe^2O^3	1,95	»	»
MgO	0,18	»	1,74
Alcalis	0,50	»	»
H^2O	21,50	38,54	12,98
Silice gélatineuse	2,00	»	»
Quartz	1,64	»	9,17
	100,13	100,0	100,12

On verra plus loin qu'à Saint-Sever il existe aussi des argiles ayant la composition de la montmorillonite. La saponite de Plombières renferme, d'après M. Lechatelier, une forte proportion de silice gélatineuse ; c'est pourquoi je l'ai rangée parmi les halloysites, malgré l'analyse *g*, qui la rapproche de la montmorillonite. Elle contient aussi des sulfates de chaux, des chlorures. Par contre, la bauxite blanche de Brignoles (*Var*) contient une notable proportion d'alumine libre.

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube. Infusible au chalumeau. Décomposée par les acides.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'halloysite se rencontre dans des gisements variés, dans lesquels elle a été souvent décrite sous des noms différents. On la trouve :

1° Dans les gisements métallifères ;

2° Dans les fentes de roches feldspathiques, où elle est parfois de formation moderne ;

3° Dans les assises sédimentaires.

1° *Dans les gisements métallifères.*

Bretagne. — *Finistère*. L'halloysite a été pour la première fois décrite par Berthier (*A. P. C.* XXXII. 332. 1826) d'après des échantillons provenant des mines de galène de Poullaouen et de Huelgoat. Elle s'y présente sous forme terreuse ou compacte ; dans cette dernière variété, la cassure est esquilleuse comme celle de l'agate commune ; le minéral translucide est d'un vert clair et rappelle la chrysoprase, mais il se laisse couper au couteau. Il happe fortement à la langue.

La composition des deux variétés est à peu près identique (analyse

a et *b*). On sait que les exploitations de Poullaouen et de Huelgoat sont depuis longtemps abandonnées. Les minéraux en provenant ne se trouvent donc plus que dans les vieilles collections.

Plateau Central. — *Dordogne*. L'halloysite a été rencontrée dans les mines de manganèse de Saint-Martin-de-Thiviers près Nontron, sur la bordure ouest du Plateau central, etc.

Ardèche. Les mines de fer de La Voulte ont fourni de l'halloysite gris bleuâtre clair, hydrophane, de densité 2,05, qui a été étudiée par Dufrénoy (*op. cit.*, 217). Exposé à l'air, ce minéral se fendille et devient opaque.

Rhône. Les célèbres mines de Chessy ont fourni autrefois de grandes masses parfois zonées d'halloysite blanche, grise, verte, bleue, veinée de noir (oxyde de manganèse), englobant souvent des cristaux de chessylite et de cuprite (Drian, *op. cit.*, 400). Les échantillons conservés dans les collections sont d'une extrême fragilité Ils y sont le plus souvent désignés sous le nom d'*allophane*. Ils ne doivent toutefois pas être rattachés à cette espèce, car, d'après un essai de M. Gaubert, la perte au rouge n'est que de 17,5 % sur un échantillon conservé depuis longtemps au Muséum, mais qui n'avait pas été préalablement desséché à 100°.

Saône-et-Loire. L'halloysite a été signalée dans les mines de manganèse de Romanèche (Dufrénoy, *Minér.* III. 266. 1847).

2° *Dans les roches feldspathiques.*

Bassin houiller franco belge. — [*Belgique*]. Breithaupt a donné le nom de *galapectite* à une halloysite d'Angleur (près Liège). Il a donné le nom de *gummite* à une halloysite ayant l'apparence de la gomme et ne happant pas à la langue (*Vollständige Charact.* 99. 1832) provenant de la même localité ; il y a quelque incertitude sur la nature de ce minéral, car, dans son *Handb. d. Miner.* (1836), il cite ce gisement à la suite de l'analyse de collyrite des Pyrénées donnée plus loin.

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. Salvétat a décrit sous le nom de *lenzinite* une sorte d'halloysite trouvée par M. des Cloizeaux dans la carrière de La Vilate près Chanteloube (*A. P. C.* XXXI. 112. 1851). Elle y forme de petits lits minces entre de grosses masses globulaires à structure caractéristique, formées de quartz et de mica avec souvent un centre de béryl : elle englobe aussi parfois des cristaux d'orthose.

Ce minéral est d'un brun jaune : il est mou et prend l'empreinte du

doigt, mais sans plasticité; par la dessiccation à l'air, la couleur devient plus foncée, le minéral durcit et prend alors le poli sous le frottement de l'ongle.

Vosges. — Les sources froides de Plombières renferment une variété d'halloysite connue sous le nom de *savon de Plombières*, qui provient de l'altération du granite. Depuis fort longtemps, elle a attiré l'attention. M. Mélèze a bien voulu faire pour moi des recherches bibliographiques à ce sujet et m'a communiqué les renseignements suivants. Ce minéral a été signalé tout d'abord par dom Calmet (*Traité hist. des eaux et bains de Plombières*, Nancy, 1748. 259), qui lui attribuait les propriétés de l'eau qui la renfermait.

Buch'oz a donné (*Wallerius Lothringiæ* ou *Catalogue des mines, terres, fossiles, sables et cailloux qu'on trouve dans la Lorraine et les Trois Évêchés*, Nancy, 289. 1768) de ses caractères extérieurs la description suivante :

« Dans le voisinage des sources savonneuses tout le sable et même le rocher le plus dur sont mêlés de morceaux, quelquefois considérables, d'une terre blanchâtre, pesante, ferme et compacte, luisante, polie, très douce et comme savonneuse au toucher.

Ces pierres varient dans leur couleur extérieure; tantôt elles sont toutes blanches sans aucun mélange, tantôt elles sont un peu plus ou moins couleur de noisette; et, comme dans le plus grand nombre c'est cette couleur qui paraît à leur surface, les gens du pays appellent cette substance *gris moisi*, pour exprimer sans doute l'espèce de couleur de gris taché et comme gâté qu'elle a assez communément.

Lorsque cette matière est fraîchement tirée de terre, elle *prête* tant soit peu sous les doigts; dans la bouche, elle semble tenir du savon, dont elle a l'apparence; elle tient un peu à la langue; mise dans l'eau, elle paraît devenir plus grasse, tant soit peu limoneuse et gluante; elle se ramollit même au point de se réduire en une espèce de bouillie ou de vase, sans néanmoins se dissoudre visiblement en entier : quoique gardée depuis longtemps, elle ne perd, au tact, rien de son poli ni de son onctuosité; mise au feu en masse, elle s'éclate en décrépitant et acquiert une qualité gypseuse. »

Berthier (*A. M.* III. 393. 1833) et J. Nicklès en ont donné l'analyse (*A. P. C.* LVI. 46. 1859) (analyse *g*) : ce dernier savant l'a désignée sous le nom de *saponite* : c'est la *smegmatite* de Naumann.

J'ai donné, page 476, la raison pour laquelle je place ce minéral avec l'halloysite et non avec la montmorillonite. Il forme, d'après M. Daubrée (*B. S. G.* XVI. 564. 1859), des veines de 2 à 3 ^{cm} d'épaisseur dans les filons de quartz et de fluorine à travers lesquels jaillissent les sources de Plombières. Sa formation paraît se continuer actuellement.

C'est probablement à la même substance qu'il faut assimiler des silicates d'alumine que M. Daubrée a signalés (*A. M.* VIII. 439. 1876) dans les sources thermales de Bourbonne-les-Bains (*Haute-Marne*) et de Saint-Honoré (*Nièvre*). Les produits analysés sont cependant trop impurs pour qu'il soit possible d'être plus affirmatif.

3° *Dans les assises sédimentaires.*

C'est à l'halloysite qu'il y a lieu de rapporter beaucoup d'argiles que l'on trouve dans les formations secondaires et tertiaires d'un grand nombre de localités françaises ; ce sont des roches plus ou moins souillées d'impuretés, grâce auxquelles la substance devient parfois fusible au chalumeau ; elles sont utilisées soit pour la fabrication de matériaux réfractaires (*argiles réfractaires*), de briques, etc. (*argiles plastiques*), pour absorber les graisses dans l'industrie des tissus (*terre à foulon*), etc.

Je me contenterai de signaler les gisements suivants, qui ont été cités ou étudiés : *argile plastique* des environs de Paris ; *smectite* de Condé près Houdan (*Seine-et-Oise*) (Salvétat : *A. P. C.* XXXI. 102. 1851) ; *argile réfractaire* de Forges (*Seine-Inférieure*), de Bolène (*Vaucluse*), de Breteuil (*Eure*), de la Grisière près Mâcon (*Saône-et-Loire*), etc.

Dordogne. On a vu plus haut que les amas de kaolin des Eysies étaient traversés par des filonnets d'halloysite blanche, translucide.

Landes. Le nom de *sevérite* a été donné à des argiles provenant de la partie supérieure des assises gypseuses des environs de Saint-Sever. Les analyses données jusqu'ici sont discordantes (Voir plus loin à *montmorillonite*).

D'après Léon Dufour, il y aurait à Saint-Sever trois variétés de ces argiles : l'une, jaune ou blanche, translucide ; une autre, grisâtre, noirâtre et opaque ; enfin, la troisième, d'un blanc souvent nacré, translucide, se brisant dans l'eau et se transformant en une poudre blanche par dessiccation. La collection du Muséum renferme sous le

nom de *sevérite* une argile blanche, onctueuse au toucher, ressemblant à du kaolin très pur et qui paraît appartenir à cette dernière variété.

L'examen microscopique montre qu'elle est homogène, très cristalline et qu'elle possède une structure rappelant celle du picrolite. D'après un essai fait par M. Gaubert, la perte d'eau totale (sans dessiccation préalable de l'échantillon sec) est de 20 %; ce minéral doit être rapporté à l'halloysite ; il happe fortement à la langue.

Provence. — *Var*. La bauxite siliceuse de Brignolles est, d'après M. Lechatelier, une halloysite mécaniquement mélangée à de l'alumine hydratée libre.

MONTMORILLONITE

$$H^2\,Al^2\,Si^4\,O^{12} + n\,Aq$$

Faciès. La montmorillonite est un minéral onctueux, massif, à aspect compact. La structure cristalline n'est visible qu'au microscope. Le minéral se délaye dans l'eau sans faire pâte; souvent il ne happe pas à la langue. Parfois, au contact de l'eau, la substance sèche commence par éclater en petits fragments avant de se délayer.

Les variations de couleur sont nombreuses dans ce minéral et sont cause des appellations différentes qui ont été attribuées à des échantillons provenant de gisements différents bien que peu éloignés.

Dureté. Très tendre, se laisse couper en copeaux, comme le savon.

Densité. 2,04.

Coloration et éclat. Rose plus ou moins clair (*montmorillonite*, *confolensite*), rouge plus ou moins foncé (*delanouite*), blanc gris (*stéargillite*). Translucide sur les bords, transparente en lames minces.

Propriétés optiques. La montmorillonite, la confolensite et la delanouite sont très cristallines, entièrement formées par de petites lamelles enchevêtrées ou entrecroisées.

Composition chimique. M. Lechatelier, à qui l'on doit les analyses suivantes, admet la formule $H^2\,Al^2\,Si^4\,O^{12} + n\,aq$; il y a lieu de faire remarquer que la proportion d'eau des analyses publiées jusqu'alors varie beaucoup, ce qui tient en partie à ce que les produits analysés retiennent mécaniquement une quantité variable d'eau hygrométrique. Dans les produits de divers gisements il existe de la silice gélatineuse

que l'on peut séparer par le carbonate de sodium (Salvétat), du quartz, etc.

Analyses :

a) de la *montmorillonite*, par Salvétat (*A. P. C.* XXI. 376. 1847);

b) id. par M. Damour (*id.*);

c) de la *confolensite* de Confolens, par Berthier (*Tr. essais voie sèche*, I. 58. 1834);

d) de la *montmorillonite* de St-Jean de Cole, par Salvétat (*A. P. C.* XXXI. 105. 1851);

e) de la *stéargillite* de Poitiers, par Meillet (*in* Dx, *op. cit.*, I. 205);

f) de la *stéargillite* de Poitiers, par M. Lechatelier (*B. S. M.* X. 209. 1887);

g) de la *delanouite* de Millac, par Hauer (*K. geol. Reichs.* IV. 633. 1853);

h) de la *lenzinite* (*sevérite*) de Saint-Sever, par Pelletier (*J. P.* LXXXVI. 251. 1818).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)	*h*)
SiO^2	49,40	50,04	49,5	45,55	45,30	49,0	50,55	50
Al^2O^3 ...	19,70	20,16	18,0	22,60	23,30	23,1	19,15	22
Fe^2O^3 ...	0,80	0,68	»	1,05	»	2,4	»	»
FeO.....	»	»	»	»	1,21	»	»	»
MnO....	»	»	»	»	1,48	»	4,40	»
MgO....	0,27	0,23	2,1	0,30	»	»	»	»
CaO.....	1,50	1,46	2,1	1,66	»	0,5	0,63	»
K^2O.....	1,50	1,27	»	0,04	1,70	»	»	»
Na^2O.. .	traces	»	»	0,06	»	»	»	»
H^2O.....	25,67	26,00	28,0	26,20	27,00	23,7	24,05	26
	98,84	99,84	99,7	99,46	99,99	98,7	98,78	98

Essais pyrognostiques. Dans le tube donne beaucoup d'eau, la montmorillonite perd 6 % d'eau à 100°, la delanouite 14 %.

Infusible au chalumeau; par calcination devient assez dure pour rayer le verre. Les variétés impures mélangées de calcite sont parfois fusibles. En partie décomposée par l'acide chlorhydrique, totalement par l'acide sulfurique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La montmorillonite se rencontre à l'état pur :

1° Dans les assises sédimentaires ;

2° Dans les gisements métallifères ;

et peut-être :

3° Dans des roches éruptives (granulites).

Elle entre dans la composition de certaines argiles dans lesquelles elle est mélangée à diverses substances ; elle constitue alors une véritable roche, dont je n'ai pas à m'occuper ici.

1° *Dans les assises sédimentaires.*

Bordure ouest du Plateau Central. — *Vienne.* La montmorillonite a été trouvée pour la première fois en petits nids d'un rose clair, engagés dans une argile brune de Montmorillon (Damour et Salvétat : *A. P. C.* XXI. 376. 1847). La *stéargillite* a été trouvée dans un tunnel près de Poitiers. (Des Cloizeaux, *op. cit.*, I. 205).

Charente-Inférieure. La stéargillite a été découverte par Meillet (Dx, *op.*, *cit.* I. 205) en masses blanches, jaunes ou vert pistache, formant des amandes dans une argile traversant les calcaires de l'oolite inférieure près du village de Virollet sur le chemin de fer de La Rochelle. Elle serait inattaquable par les acides, caractère qui doit la faire distinguer des autres argiles de ce groupe ; je n'ai pas eu à ma disposition d'échantillons des localités précitées pour vérifier cette propriété, que je donne sous réserve.

Charente. La confolensite, d'un rouge plus pâle que la montmorillonite, provient des environs de Confolens (Berthier. *Tr. essais voie sèche*, I. 58. Dufrénoy *Minéral.* III. 583. 1856).

Dordogne. La confolensite a été trouvée aussi à Saint-Jean-de-Cole près Thiviers. La collection du Muséum renferme un échantillon rose vif donné par M. Delanoue et indiqué comme provenant de Mouges près Thiviers.

Gascogne. — *Landes.* Léon Dufour a décrit un minéral qu'il désigne sous le nom de *lenzinite* de Saint-Sever (*sevérite* de Beudant. *Tr. min.* II. 36. 1832). L'analyse qu'il donne d'après Pelletier rapproche ce minéral de la montmorillonite ; j'ai donné plus haut des analyses d'une substance désignée sous le même nom et qui en feraient une variété d'halloysite.

2° *Dans les gisements métallifères.*

Dordogne. Les mines de manganèse de Millac près Nontron renferment une variété de montmorillonite d'une couleur plus foncée que celle de Montmorillon. Kenngott l'a décrite sous le nom de *delanovite* (*Jahr. geol. Reichs*. IV. 633. 1853), Dufrénoy sous celui de *delanouite* (*Minéral*. III. 583. 1856).

3° *Dans des roches éruptives (granulites).*

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Il faut peut-être rapprocher de la montmorillonite une argile curieuse trouvée par M. Baret dans la carrière du Rocher d'Enfer sur les bords de l'Erdre près de Nantes (*B. S. M.* VII. 118. 1884). Elle s'y trouve dans un filon de pegmatite traversant le gneiss.

Le minéral est rouge foncé ou rose clair; il possède un éclat gras; il est doux au toucher et se raye à l'ongle; il se coupe à la façon du savon et se délite à l'air. En contact avec l'eau, il blanchit et se désagrège en une poudre blanche, dont M. E. Bertrand a reconnu la cristallinité (*B. S. M.* VII. 119. 1884). Il est accompagné de kaolinite blanche.

La substance fond facilement en une masse blanche bulleuse. Sa densité est de 2,07. Elle se différencie essentiellement de la montmorillonite par sa résistance à l'action des acides.

M. Damour en a fait l'analyse suivante (*B. S. M.* VIII. 306. 1885).

SiO^2.....	53,11
Al^2O^3.....	21,22
Fe O.....	1,04
MnO.....	0,40
Mg O.....	2,32
H^2O.....	21,70
	100,58

conduisant à la formule : $2\,Al^2O^3$, $9\,SiO^2$, $12\,H^2O$.

Traitée par l'acide chlorhydrique, cette argile avait laissé dissoudre environ 3 °/₀ renfermant

$SiO^2 = 0,68$; $Al^2O^3 = 0,28$; $CaO = 1,24$; $MgO = 0,62$; $K^2O = 0,13 = 2,95$.

L'examen microscopique montre que le minéral épigénise du feldspath; il est constitué par de petites lamelles orientées parallèlement à l'axe vertical de celui-ci : les plages sont traversées par des fissures

remplies par le même minéral présentant une autre orientation. Il y a, en outre, des produits colloïdes.

Morbihan. Sous le nom de *landevanite*, M. de Limur a distribué à ses correspondants une argile rose provenant de Landevan et résultant de la décomposition d'une pegmatite riche en albite : elle présente au microscope une structure cristalline comparable à celle des bords de l'Erdre. Les produits colloïdes y abondent. On reconnaît encore la forme et les macles de l'albite, décelées par la disposition des produits cristallins.

ALLOPHANE

$$Al^2\,Si\,O^5 + 5\,H^2\,O\,(?)$$

Faciès. L'allophane se présente en enduits ou en masses mamelonnées rappelant parfois l'aspect de la hyalite.

Cassure. La cassure est imparfaitement conchoïdale ou terreuse.

Dureté. 3. Le minéral recueilli dans son gisement est tendre et même parfois comme gélatineux. En séchant, il durcit et devient très fragile ; il perd en même temps sa transparence.

Densité. 1,75 à 1,89 ; 1,79 (Firmy).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune, bleu pâle, d'un vert plus ou moins foncé. Certaines variétés sont colorées par des oxydes métalliques (fer, cuivre, manganèse).

Éclat vitreux ou un peu résineux. Translucide.

Examen microscopique. L'examen microscopique d'un échantillon de l'allophane de Beauvais qu'a bien voulu me donner M. Damour montre, dans une masse colloïde, quelques lamelles biréfringentes semblables à celles des argiles précédentes. La plus grande partie des allophanes sont complètement colloïdes.

Composition chimique. La formule $Al^2\,SiO^5 + 5\,H^2O$ correspond à la composition donnée en *a*). Quelques allophanes renferment 6 H^2O (analyse *b*). Beaucoup sont mélangées d'autres substances (chrysocole, etc).

Analyses : *c*) de l'allophane de Firmy (*Aveyron*), par Guillemin (*A. M.* I. 178, 1832);

d) de l'allophane de Marissel, par Berthier (*A. M.* IX. 498. 1836);

e) du produit pulvérulent résultant de l'altération de *d*).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)
SiO^2	23, 8	22, 2	23, 76	21, 9	26, 3
Al^2O^3 ...	40, 5	37, 8	39, 68	29, 2	34, 2
CaO.....	»	»	0, 65	»	1, 9
H^2O	35, 7	40, 0	35, 74	44, 2	38, 0
Argile ...	»	»	»	4, 7	»
	100, 0	100, 0	99, 83	100, 0	100, 0

Essais pyrognostiques. Donne beaucoup d'eau dans le tube. Au chalumeau, décrépite, mais reste infusible. Donne avec l'azotate de cobalt la réaction de l'alumine. Décomposée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée. Les variétés colorées donnent avec les flux les réactions des oxydes métalliques qui les colorent (cuivre, fer, manganèse).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'allophane est un produit de décomposition des silicates renfermant de l'alumine; on la trouve :

1° Dans des gisements métallifères;

2° Dans les assises sédimentaires et particulièrement dans les couches carbonifères;

3° Dans les fissures de roches feldspathiques diverses.

1° *Dans les gisements métallifères.*

Pyrénées. — *Pyrénées-Orientales.* L'allophane a été signalée avec chrysocole dans les mines de cuivre de Canaveilles (Dx, *op. cit.*, I. 198)[1].

2° *Dans les assises sédimentaires.*

Bassin houiller franco-belge. L'allophane se rencontre en divers points du bassin franco-belge, mais c'est en Belgique, dans les calcaires carbonifères de Visé près Liège, qu'ont été recueillis les plus beaux échantillons de ce minéral en mamelons d'un blanc nacré, parfois translucides et rappelant alors la hyalite.

1. L'allophane a été aussi signalée à Chessy (*Rhône*) : l'échantillon que j'ai examiné doit être rapporté à l'halloysite (voir page 477).

Bassin de Paris. — *Oise.* Berthier a décrit (*A. M.* IX. 498. 1836) une allophane qui se présentait en petits nids dans la craie de la côte St-Antoine près Marissel. Elle y formait des masses jaune de miel transparentes ou translucides à apparence cristalline à l'extérieur (analyse *b*) qui devenaient terreuses (analyse *e*) par altération.

Plateau Central. — *Aveyron.* L'allophane a été trouvée en grande abondance dans les mines de houille de Firmy. D'après Guillemin, qui l'a décrite (analyse *c*) (*A. M.* I. 176. 1832), elle s'est rencontrée exclusivement dans les galeries passant à 8 mètres au-dessous d'un ravin dont les infiltrations lui auraient donné naissance. Elle remplissait les fissures de la houille et constituait des masses atteignant la grosseur du poing ; elle était blanche, un peu jaunâtre, mamelonnée et possédait l'éclat résineux. Au sortir de la mine, le minéral immergé dans l'eau était translucide, mais il devenait rapidement opaque par exposition à l'air.

3° *Dans les fissures de roches diverses.*

Cévennes. — *Gard.* Dans une note publiée en 1859 (*Examen d'un minéral qui présente les caractères de l'allophane.* Paris), M. Ph. Mingaud à signalé l'allophane dans les fissures du granite de la Beaumette près Saint-Jean-du-Gard.

COLLYRITE

$$Al^4\ Si\ O^8 + 9\ H^2\ O\ (?)$$

La collyrite est une argile happant fortement à la langue et formant des masses concrétionnées. L'examen microscopique de la collyrite du val de Squiéry ne décèle qu'une masse colloïde au milieu de laquelle se trouvent quelques lamelles biréfringentes.

Dureté. 1. Fragile. Toucher gras.

Densité. 2 à 2,15.

Coloration et éclat. Blanc de neige, blanc grisâtre ou rougeâtre. Mate, faiblement luisante dans la raclure. Opaque, mais devenant translucide par immersion dans l'eau en se fendillant.

Composition chimique. La formule donnée plus haut correspond à la composition *a*).

b) Analyse de la collyrite du val de Squiéry par Berthier (*A. P. C.* XXXII. 332).

	a)	*b*)
SiO^2.....	14,1	15,0
Al^2O ...	47,8	44,5
H^2O.....	38,0	40,5
	100,0	100,0

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube. Infusible au chalumeau. Décomposée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La collyrite est un produit de décomposition de silicates alumineux. On la rencontre :

1° Dans des gisements métallifères ;

2° Dans des assises sédimentaires.

1° *Dans des gisements métallifères.*

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. Berthier a donné l'analyse *b*) d'une collyrite provenant du val de Squiéry qui débouche dans la vallée d'Oo (rive gauche) à environ 4 kilomètres au sud du village d'Oo. Elle formait des enduits et des masses concrétionnées d'un blanc verdâtre dans une mine de galène.

Cette collyrite se trouve dans les vieilles collections sous le nom de collyrite d'Ezquerry, d'Ezquerra ou d'Oo.

2° *Dans les assises sédimentaires.*

Vienne. M. des Cloizeaux a signalé la collyrite aux environs de Poitiers (*op. cit.*, I. 199) sans indication plus précise.

Les noms de *mélinite*, de *vierzonite*, de *gelberde* ont été donnés à des argiles ocreuses jaunes, à structure plus ou moins feuilletée. Elles happent à la langue, prennent de l'éclat par le frottement, se brisent sous l'eau en y devenant quelquefois plastiques. Elles sont friables, tachent les doigts, possèdent une densité d'environ 2,24. Au chalumeau, elles sont infusibles, mais deviennent noires et magnétiques à la flamme ; attaquées en partie par l'acide chlorhydrique.

Ces argiles sont certainement des mélanges et ne correspondent pas à un type chimique défini; elles font partie de diverses formations sédimentaires à Vierzon (*Cher*), à Pourrain près Auxerre (*Yonne*), à Saint-Amand en Puisaye (*Nièvre*), etc. (Dx, *op. cit.*, I. 209).

Le nom de *bol* a été attribué à des argiles ferrugineuses à cassure conchoïde devenant brillantes par le frottement, brunes ou rouges plus ou moins foncées.

Dans l'eau, ce minéral se brise brusquement en petits fragments, sans se ramollir. Sa dureté est de 1,5 à 2. Sa densité, de 1,6 à 2. Fusible au chalumeau en un émail brun ou noir. En partie attaquable par l'acide chlorhydrique.

L'analyse suivante due à Löwig a été faite sur le bol du puy de Prudelles (*Puy-de-Dôme*) (*in* des Cloizeaux, *op. cit.*, I. 209).

SiO^2	41,05
Al^2O^3	25,03
Fe^2O^3	8,09
MgO	0,50
CaO	0,45
H^2O	24,02
	99,14

Le bol se trouve : 1° dans les cavités des basaltes et souvent comme produit ultime de la décomposition d'enclaves ou des roches granitiques qui se trouvent à son contact; 2° dans les fissures de roches sédimentaires [dans calcaire de Laversines près Beauvais (*Oise*) (Dx, *op. cit.*, I, 208), dans les calcaires jurassiques des environs de Mâcon (La Grisière en Flacé, Crèches, Saint-Gengoux-le-National) (*Saône-et-Loire*)].

NONTRONITE

$H^6 Fe^2 Si^3 O^{12} + 2 H^2 O$ (?)

Orthorhombique (?).

Faciès. La *nontronite* ou *chloropale* forme des masses compactes, rarement un peu schisteuses, à cassure inégale ou écailleuse. La *pinguite* se rencontre sous forme d'enduits dans les fentes de diverses roches. La nature cristalline du minéral, considéré jusqu'à présent comme amorphe, n'est décelée qu'au microscope, mais elle est extrêmement nette.

Dureté. 1 à 2. Onctueuse au toucher.

Densité. 2,08 à 2,35 (pinguite de Feurs) (Gonnard).

Coloration et éclat. Jaune paille, jaune serin un peu verdâtre. Mate; raclure à éclat brillant. Opaque; devient translucide par immersion dans l'eau, avec absorption de $^1/_{10}$ de son poids d'eau en dégageant des bulles d'air. Transparente en lames très minces.

Propriétés optiques. La *nontronite* et sa variété désignée sous le nom de *pinguite* montrent en lames minces une structure cristalline des plus marquées. Le minéral est formé par de fines lamelles généralement groupées en masses réniformes, festonnées ou sphérolitiques.

L'allongement des fibres est toujours *positif* : l'extinction se fait suivant leur longueur. Les axes optiques paraissent assez écartés autour de la bissectrice aiguë *négative*, normale à une face d'aplatissement. La biréfringence est assez grande, car, dans les lames très minces, le minéral dépasse la teinte sensible du premier ordre; elle ne disparaît pas après chauffage à 240°.

Pléochroïsme. Les fibres de nontronite présentent un pléochroïsme net ;

$\mathbf{n}_g$ et $\mathbf{n}_m$ = jaune à vert jaune ;
$\mathbf{n}_p$ = jaune pâle ou incolore.

Composition chimique.

a) Composition théorique correspondant à la formule $H^6\ Fe^2\ Si^3\ O^{12} + 2\ H^2\ O$.

Analyses : *b*) de la nontronite de Nontron, par Berthier (*A. P. C.* XXXVI. 22. 1827);

c) de Villefranche, par Dufrénoy (*A. M.* III. 393. 1833);

d) De Montmort, par Jacquelain. (*A. P. C.* LXVI. 101. 1837).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
SiO^2.....	41, 9	44, 0	40, 68	41, 31
Fe^2O^3...	37, 2	29, 0	30, 19	35, 69
Al^2O^3...	»	3, 6	3, 96	3, 31
MgO....	»	2, 1	2, 37	»
CaO	»	»	»	0, 19
CuO	»	»	»	0, 90
H^2O	20, 9	18, 7	23, 00	18, 63
Argile	»	1, 2	»	»
	100, 0	98, 6	100, 20	100. 03
Densité	»	»	2,08	»

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau. Au chalumeau, noircit et devient magnétique, mais ne fond pas. Décomposée par l'acide

chlorhydrique en faisant gelée (*nontronite*) ou en donnant de la silice pulvérulente (*pinguite*).

Diagnostic. Les enduits jaunes de pinguite rappellent ceux de damourite secondaire qui tapissent parfois les fentes des roches granitiques, bien qu'ils ne soient pas translucides. Les réactions au chalumeau constituent un excellent diagnostic différentiel de ces deux minéraux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La nontronite ne se rencontre que dans un très petit nombre de gisements français, où elle est peu abondante; elle résulte de la décomposition de diverses roches et particulièrement de roches granitiques. On la trouve :

1° Dans des gisements métallifères;
2° Dans les fissures de roches granitiques;
3° Dans des roches sédimentaires.

1° *Dans un gisement métallifère.*

Plateau Central. — *Dordogne*. La nontronite a été décrite par Berthier sur des échantillons (*A. P. C.* XXXVI. 22. 1827) provenant de Saint-Pardoux près Nontron; elle y forme, dans une mine de psilomélane, des rognons atteignant parfois la grosseur du poing. Ils sont rarement purs et se divisent aisément en masses irrégulières souvent enduites d'une pellicule d'oxyde de manganèse. Ces nodules sont reliés entre eux par une argile jaune micacée.

Charente. La collection du Muséum renferme un échantillon de nontronite, analogue à celle de Saint-Pardoux; il est indiqué comme provenant de la mine de galène de Chéronies; je n'ai pu vérifier l'authenticité de cette provenance.

2° *Dans les fissures des roches granitiques.*

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. La nontronite en masses jaune serin à cassure grenue a été trouvée dans les carrières de kaolin de Marcognac près Saint-Yrieix (Dx, *op. cit.*, I. 210).

Loire. M. Gonnard a signalé la variété *pinguite* en enduits jaune serin dans les fissures de la granulite coupée par le chemin de Salvizinet à Sivain à environ 4 kilomètres de la gare de Feurs (*B. S. M.* V. 326. 1883).

Saône-et-Loire. L'analyse *c*) a été faite par Jacquelain sur une nontro-

nite trouvée en très petite quantité dans les fentes du granite de Montmort. J'ai entre les mains l'échantillon analysé par ce savant : il est identique à la nontronite de Nontron; il a la grosseur d'un œuf de pigeon.

3° *Dans les roches sédimentaires.*

Plateau Central. — *Rhône.* Dufrénoy a analysé (analyse *b*) une nontronite vert jaunâtre opaque formant de petits amas dans des grès placés à la séparation du lias et du granite de Villefranche; il n'indique pas de quel Villefranche il s'agit, mais, d'après la nature des roches de ce gisement, il paraît probable que c'est de Villefranche dans le département du Rhône.

SILICATES INTERMÉDIAIRES

GROUPE DE LA MÉLILITE

Le groupe de la mélilite est formée par les espèces quadratiques suivantes :

Mélilite.....	$(Ca\ Mg)^{12}\ (Al\ Fe)^{4}\ Si^{9}\ O^{36}$
Gehlenite	$(Ca\ Mg)^{3}\ Al^{2}\ Si^{2}\ O^{10}$
Åkermanite ...	$(Ca\ Mg)^{4}\ Si^{3}\ O^{10}$

Ces subtances se rencontrent plus souvent dans les scories de diverses usines métallurgiques que dans la nature ; l'åkermanite n'est connue qu'à l'état artificiel. Je n'ai à m'occuper ici que de la mélilite.

M. J. H. Vogt considère tous les minéraux artificiels de ce groupe comme le résultat du mélange en proportions variables d'åkermanite et de gehlenite (*Arch. math. og naturvid. Kristiania*, XIII. 1890).

MÉLILITE

Quadratique.

$$b : h = 1.000 : 642{,}857. \qquad D = 707{,}106\ (Dx).$$
$$[a : c = 1 : 0{,}90913]$$

Formes observées. La *mélilite* ou *humboldtilite* ne se trouve en France sous forme de cristaux distincts que dans les scories de diverses forges et plus rarement dans les résidus des fours à chaux. Elle se présente en prismes quadratiques p (001), m (110), h^{1} (100) aplatis et quelquefois lamellaires suivant la base.

Macles. Macles dans lesquelles l'axe vertical de l'un des individus

composants fait avec celui du voisin un angle de 90°. Ces macles conduisent à des groupements pseudocubiques décelés seulement par les propriétés optiques.

Clivages. Clivage parfait suivant p (001), très difficile suivant m (110); cassure conchoïde ou inégale.

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 2,9 à 3,10. La densité des produits artificiels est souvent un peu plus faible, sans doute à cause de l'existence d'inclusions de matière vitreuse plus légère; 2,91 Saint-Nazaire (M. Fouqué).

Coloration et éclat. Blanche, jaune pâle, jaune vif, brune.

Éclat vitreux, éclat résineux dans la cassure. Transparente ou translucide.

Inclusions. La mélilite des roches volcaniques renferme souvent des inclusions cunéiformes (*structure en cheville*) disposées perpendiculairement à la base, qui paraissent devoir leur existence à des produits d'altération (Gentil : *B. S. M.* XVII. 108. 1894). Cette structure en cheville ne s'observe pas dans la mélilite des gisements français.

La mélilite artificielle renferme souvent des inclusions vitreuses ou cristallines régulièrement distribuées (fig. 1 et 2).

Propriétés optiques. La mélilite naturelle est uniaxe et *négative*. Sa biréfringence est faible.

$$\mathbf{n}_g{}^{\omega} = 1{,}6339 \text{ (Na) (Somma) (Henninger)};$$
$$\mathbf{n}_p{}^{\varepsilon} = 1{,}6291;$$
$$\mathbf{n}_g = \mathbf{n}_p = 0{,}005 \text{ en moyenne.}$$

Dans les minéraux artificiels de ce groupe, il existe plusieurs types, les uns optiquement *négatifs*, comme les cristaux naturels, les autres *positifs*; entre eux existent des variétés intermédiaires de moins en moins biréfringentes ou même tout à fait monoréfringentes. Elles ont été étudiées en grand détail par M. Vogt, qui a interprété de la façon suivante les variations de biréfringence (*op. cit.*).

D'après lui, les minéraux de ce groupe seraient optiquement positifs dans les mélanges intermédiaires entre l'akermanite pure et les proportions de 7 parties d'åkermanite et de 3 de gehlenite. Le mélange dans lequel le rapport d'åkermanite à gehlenite est de 6 à 4 serait monoréfringent, alors que les corps plus riches en gehlenite seraient optiquement négatifs.

Dans les produits artificiels de Saint-Nazaire, M. Fouqué a trouvé que les sections parallèles à l'axe vertical se divisent entre les nicols

croisés en quatre secteurs s'éteignant suivant les côtés du cristal. Chacun des secteurs a son axe n_g perpendiculaire à l'une des faces de la figure quadratique. Ces groupements pseudocubiques s'expliquent aisément par la macle à 90° dont il a été question plus haut. Il est assez curieux de constater que cet assemblage pseudocubique n'a souvent

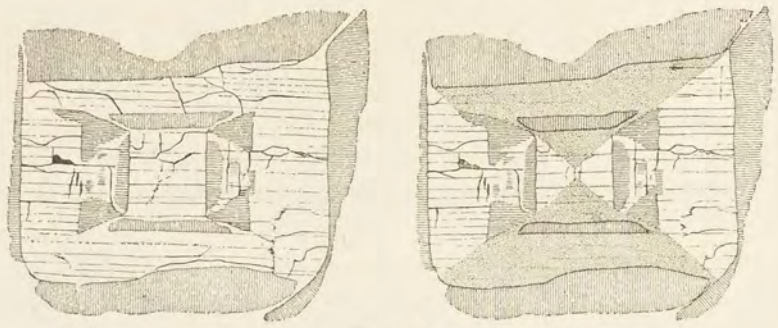


Fig. 1 et 2.

Lames minces de la mélilite, *optiquement positive*, des forges de Saint-Nazaire ; sections *m* (110). La fig. 1 (lumière naturelle) montre la disposition des zones cristallitiques. Dans la fig. 2, l'introduction d'un mica 1/4 d'onde a permis de mettre en évidence le groupement pseudocubique (Lumière polarisée).

qu'un seul clivage parallèle à la base de l'un des individus de l'assemblage (fig. 1 et 2, d'après M. Fouqué).

Ces cristaux présentent des zones concentriques formées par une matière vitreuse imparfaitement dévitrifiée en microlites dont le grand axe (n_g) est perpendiculaire aux faces *p* (001) de l'assemblage. Leur biréfringence maximum ($n_g - n_p$) est de 0,004.

Composition chimique. Analyses :

a) de la mélilite artificielle de Janson près Saint-Etienne, par Berthier ;

b) de la mélilite positive artificielle de Saint-Nazaire, par M. Fouqué (*B.S.M.* IX. 287. 1886).

	a)	*b*)
SiO^2.....	36,6	37,60
Al^2O^3..	18,4	12,26
CaO.....	34,6	40,11
MgO	4,8	9,33
MnO	»	»
FeO.	2,0	traces
K^2O.....	2,2	traces
	98,6	99, 30

La mélilite naturelle renferme généralement de 2 à 4 % d'alcalis. La proportion du fer (Fe^2O^3) y atteint 10 %; la variété humboldtilite est moins ferrugineuse.

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau en un verre incolore, jaune ou vert. Attaquée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Diagnostic. La réfringence relativement forte de la mélilite permet à elle seule de distinguer ce minéral des minéraux peu biréfringents qui l'accompagnent dans les roches volcaniques. La structure en cheville, quand elle existe, est très caractéristique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La mélilite se trouve en France dans les deux conditions suivantes :

1° Dans les néphélinites;

2° Dans les scories d'usine.

1° *Dans les néphélinites.*

La mélilite n'existe que comme élément accessoire dans deux des néphélinites décrites plus loin : celle d'Essey-la-Côte (*Vosges*), où elle est accompagnée de pérowskite, et celle de l'île de Rachgoun (*Oran*). Dans ces deux gisements, elle est peu abondante et toujours *microscopique*.

2° *Dans les scories d'usine.*

Les usines qui fournissent des cristaux de mélilite sont principalement celles où l'on traite les minerais de fer. Les cristaux qui s'y forment sont parfois fort beaux, atteignant plusieurs centimètres. J'ai rencontré le même minéral dans des blocs très cristallins provenant d'un four à chaux. Je citerai quelques gisements afin d'attirer l'attention des minéralogistes sur ces produits, dont l'étude de M. Vogt a montré tout l'intérêt.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. M. Fouqué a décrit (*B. S. M.* IX. 287. 1886) une mélilite optiquement positive recueillie par M. de Limur aux forges de Saint-Nazaire. La scorie en question est gris clair; elle est formée de globules à zones concentriques ayant de 1 à 2^{mm} de diamètre, pressés les uns contre les autres. Les zones sont alternativement vitreuses (minéral cristallisé) ou nacrées (minéral cristallitique). Les propriétés optiques de ce produit ont été données plus haut.

Dans les scories d'un four à chaux d'Arthon, j'ai trouvé des cristaux de mélilite; ils sont lamelleux suivant la base, jaunes, parfaitement

transparents, à un axe *positif*, et tapissent des géodes d'un pyroxène de la même couleur : ils ont de $0^{mm}5$ à 1^{m} d'arête.

Plateau Central. — *Loire*. L'analyse de Berthier donnée plus haut a été faite sur des cristaux provenant de Jason près Saint-Étienne.

GROUPE DE LA NÉPHÉLINE

Le groupe de la néphéline est constitué par les espèces suivantes, qui toutes sont hexagonales :

Néphéline.....	$K^2\ Na^6\ Al^8\ Si^9\ O^{34}$;
Phacélite	$K\ Al\ Si\ O^4$ ou $K^2\ Na^6\ Al^8\ Si^9\ O^{34}$;
Eucryptite	$Li\ Al\ Si\ O^4$;
Microsommite ..	$(Na, K)^{10}\ Ca^4\ Al^2\ Si^{12}\ O^{52}\ S\ Cl^4$;
Cancrinite	$H^6\ Na^6\ Ca\ (Na\ CO^3)^2\ Al^8\ Si^3\ O^{36}$.

Je n'ai à m'occuper que des deux termes extrêmes du groupe.

NÉPHÉLINE

$K^2\ Na^6\ Al^8\ Si^9\ O^{34}$

Hexagonale.

$$b : h = 1000 : 835{,}824\ (Dx)$$
$$[a : c = 1 : 0{,}83582]$$

Formes observées. p (001), m ($10\bar{1}0$).

Faciès de cristaux. Les cristaux de néphéline sont, soit légèrement allongés suivant l'axe vertical, soit aplatis suivant la base.

Clivages. Clivage difficile suivant m ($10\bar{1}0$), devenant facile dans la néphéline en voie d'altération et suivant p (0001). Cassure inégale.

Dureté. 5 à 6. Fragile.

Densité. 2,5 à 2,65.

Coloration et éclat. Blanche ou jaunâtre, verdâtre, brun rougeâtre. Éclat gras. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* (n_p).

$n_g = 1{,}5469$ néphéline (éléolite de l'Arkansas) Penfield ;
$n_p = 1{,}5422$;
$n_g - n_p = 0{,}0047$.

Groupements réguliers de néphéline et de pyroxène. Dans la néphélinite porphyroïde du puy de Saint-Sandoux, j'ai observé des associations pegmatoïdes de néphéline et d'augite. Ce dernier minéral y joue le même rôle que le quartz dans la pegmatite graphique. On trouve aussi des groupements ophitiques des mêmes minéraux. Dans les néphélinites, la néphéline forme des associations pœcilitiques avec l'augite et la magnétite ; ces deux minéraux en grains ou en cristaux sont alors englobés par de grandes plages de néphéline.

Composition chimique. La formule donnée plus haut correspond à la composition suivante :

SiO^2.....	=	44,0
Al^2O^3.....	=	33,2
Na^2O.....	=	15,1
K^2O.....	=	7,7
		100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, la néphéline est fusible en un verre incolore. Décomposée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Altérations. Les produits d'altération de la néphéline sont assez nombreux ; tous ceux qui vont être énumérés se rencontrent dans la syénite néphélinique de Pouzac. Ils sont communs à la sodalite du même gisement.

1° Transformation en zéolites. La néphéline et la sodalite sont peu à peu remplacées par un agrégat de petites fibres ou de quelques plages de mésotype et d'hydronéphélite ; quand la transformation est complète, le minéral prend une teinte rougeâtre et rappelle certains *spreusteins* de Norwège.

Dans la néphélinite porphyroïde du puy de Saint-Sandoux, la néphéline est, en outre, imprégnée de christianite.

2° Transformation en mica. Ce mode de transformation est de beaucoup le plus fréquent à Pouzac. Le long des clivages largement ouverts de la néphéline, s'accolent des lamelles d'un mica blanc potassique

à axes rapprochés qui progressivement épigénisent totalement le minéral primordial, le transformant en un produit analogue à la *gieseckite* du Groenland et à la *liebenérite* de Predazzo. Souvent la formation de ce mica blanc est accompagnée de celle de calcite. Ces pseudomorphoses de néphéline ont une couleur gris verdâtre.

3° Transformation en cancrinite. La néphéline craquelée ou clivée est imprégnée par la cancrinite, qui l'imbibe en quelque sorte, se glissant dans ses plus fines fissures ; peu à peu, elle épigénise complètement la néphéline. En général, dans un même cristal de néphéline, toute la cancrinite secondaire a une orientation unique, qui est fréquemment celle de la néphéline.

4° Transformation en grenat. Je n'ai observé ce genre d'épigénie de la néphéline que dans la syénite de Pouzac ; le grenat grossulaire (voir p. 228) s'insinue entre les clivages de la néphéline ou la remplace complètement.

5° Transformation en produits amorphes. Dans les enclaves homœogènes des phonolites de Brocq en Menet (*Cantal*), j'ai souvent trouvé la néphéline transformée en une substance fibreuse rose ou brunâtre, sans action sur la lumière polarisée.

Diagnostic. Parmi les éléments des roches, la néphéline ne peut guère être confondue qu'avec l'apatite, hexagonale comme elle, qui s'en distingue aisément, notamment par sa réfringence beaucoup plus grande. Les fréquentes altérations de la néphéline sont aussi très caractéristiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La néphéline ne se rencontre que dans les roches éruptives. Je la considérerai successivement dans les roches suivantes :

1° Dans les syénites néphéliniques ;

2° Dans les phonolites et leurs enclaves homœogènes ;

3° Dans les néphélinites et les téphrites.

Elle a été signalée en outre :

4° Dans des enclaves énallogènes de roches volcaniques.

1° *Dans les syénites néphéliniques.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Le seul gisement de ce genre qui existe en France se trouve près de Bagnères-de-Bigorre, à la halte de

Pouzac. C'est une roche de couleur claire, rappelant comme aspect extérieur la *foyaïte* du Portugal. Les feldspaths (orthose, anorthose, etc.) sont aplatis suivant g^1 (010) ; ils laissent entre eux des vides polyédriques de 1 à 2 millimètres, remplis par la néphéline ; par suite celle-ci ne présente pas de formes propres, à moins qu'elle ne soit englobée par des feldspaths. Elle est souvent altérée et montre tous les modes de décomposition décrits plus haut. J'ai étudié en détail cette roche (*B.S.G.*XVIII.511. 1890), qui est la seule syénite néphélinique française.

2° *Dans les phonolites et leurs enclaves homœogènes.*

Les phonolites peuvent être divisées en deux grands groupes : celui des phonolites néphéliniques, dans lesquelles la néphéline est visible au microscope, et les phonolites feldspathiques, qui ne contiennent pas ce minéral, au moins d'une façon apparente, tout en renfermant en grande abondance une substance monoréfringente, attaquable par les acides, qui doit dans un grand nombre de cas être rapportée à un minéral du groupe sodalite-haüyne.

Les phonolites néphéliniques françaises ne présentent pas de néphéline en grands cristaux ; ce minéral s'y trouve toujours comme élément du second temps de consolidation. Au microscope, il apparaît sous forme de petits prismes hexagonaux raccourcis dont les contours sont très distincts, surtout quand ils sont entourés par de l'œgyrine. Parfois aussi la néphéline est dépourvue de formes géométriques.

Les phonolites néphéliniques dominent dans le Velay (*Haute-Loire*), et notamment dans les gisements suivants : Liberté, le Mézenc, le Mazel, Alambre, Montvert, la Tortue, Ardennes, le Mégal, Le Pertuis, etc. (Boule : *B. C. F.* n° 28, 161. 1892) ; on les rencontre aussi dans le *Cantal* (Font de Cère, Vensac, Brocq en Menet, etc.) et plus rarement encore dans le *Puy-de-Dôme* [Puy Cordé et environs du Puy Gros au mont Dore (Michel Lévy : *B. S.G.* XVIII. 822. 1890)], où dominent les phonolites feldspathiques.

Dans les enclaves homœogènes (syénites néphéliniques) des phonolites du Pertuis (*Haute-Loire*) et de Brocq en Menet (*Cantal*), j'ai trouvé la néphéline en abondance (surtout à Brocq). On l'y voit à l'œil nu, car elle y forme parfois des plages de plusieurs millimètres. En général, elle moule les feldspaths comme dans la syénite néphélinique de Pouzac ; rarement elle se présente sous forme de prismes hexagonaux

inclus dans la sanidine. Elle est parfois transformée en un produit colloïde rose ou brunâtre. (*Les encl. des roches volc.* 421.)

Dans tous les gisements qui viennent d'être énumérés, la néphéline se présente en cristaux *microscopiques* comme élément de roches; ce minéral ne se présente en cristaux drusiques que dans le gisement suivant :

Haute-Loire. L'existence de cristaux de néphéline dans les druses de la phonolite du Mézenc a été signalée à Costebelle par L. Pascal. M. Bourgeois a retrouvé le même minéral près de la ferme de Jacassy sur le sentier conduisant du village des Estables au sommet du Mézenc (*B. S. M.* VI. 16. 1883). Les cristaux de la forme p (0001), m ($10\bar{1}0$) ne dépassent pas 1^{mm}; ils sont accompagnés de sphérolites de mésotype formés à leurs dépens. D'après les indications que m'a fournies M. Boule, ce gisement peut être indiqué avec précision de la façon suivante : à 100^{m} au N.-O. de la maison forestière du Mézenc, dans un sentier forestier sur le flanc sud du mont d'Alambre.

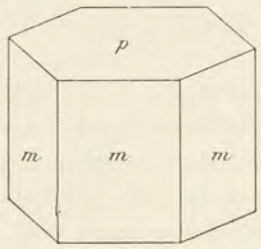


Fig. 1.
Néphéline de Mézenc.

Madagascar. — Des phonolites néphéliniques avec néphéline abondante et parfois visible à la loupe se trouvent entre la baie de Diego Suarez et la baie du Courrier. L'étude microscopique en a été faite par M. Fouqué (*B. S. M.* XVII. 565. 1894). C'est dans cette roche que j'ai observé l'analcime signalée tome II.

3° *Dans les néphélinites et les téphrites.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Les roches basiques à néphéline ont été longtemps considérées comme absolument absentes du Plateau Central; j'en ai décrit (*C. R.* XVI. 1075. 1893) de remarquables, formant une grande partie du puy de Saint-Sandoux (Barneire). Ce sont des néphélinites et des téphrites ne différant pas, par leur faciès extérieur, des basaltes feldspathiques de cette région; mais, en divers points du pays et particulièrement sur le bord du petit lac, au point 843 de la carte d'État-major et au sommet du puy, se rencontre une roche à grands éléments dans laquelle, à l'œil nu, on observe des cristaux de néphéline atteignant fréquemment 5 à 6^{mm} suivant leur axe

vertical; ils sont associés à divers minéraux noirs. D'après les indications que je dois à M. Paul Gautier, qui m'a recueilli de nombreux échantillons, cette roche doléritique formerait la partie supérieure des coulées de néphélinite compacte.

Au microscope, on constate que la structure de cette roche est très variable : certains échantillons, en effet, sont presque holocristallins, constitués par de l'augite titanifère bordée d'œgyrine, d'ænigmatite, de magnétite titanifère, d'apatite, de grands cristaux de néphéline (et parfois d'un minéral cubique du groupe haüyne-sodalite) moulés par un peu d'orthose et de feldspath triclinique.

Dans d'autres, au contraire, ces grands cristaux sont englobés par un résidu vitreux riche en microlites palmés de feldspath qu'accompagnent des cristallites d'augite, d'olivine et d'œgyrine.

L'augite est souvent associée à la néphéline sous forme de pegmatite graphique ou d'ophite. Cette roche a subi de nombreuses actions secondaires; dans quelques échantillons, la néphéline est entièrement transformée en un agrégat de petits cristaux maclés de christianite, associés à de la mésotype et à de l'hydronéphélite; l'olivine est en même temps transformée en produits ferrugineux.

Vosges.— L'existence de la néphélinite à Essey-la-Côte a été signalée pour la première fois par M. Vélain (*B. S. G.* XIII. 585. 1885). Dans les échantillons qu'il m'a remis, j'ai trouvé de la mélilite et de la pérowskite. Cette roche présente l'apparence d'un basalte compact. J'y ai trouvé de petites enclaves homœogènes avec grands cristaux de néphéline analogues à ceux de Rougiers.

Provence. — *Bouches-du-Rhône*. La néphélinite de Rougiers ressemble à un basalte compact. Au microscope, on voit l'olivine englobée dans un magma microlitique formé d'augite, de magnétite titanifère et de néphéline formant de petites plages irrégulières ou de grandes plages pœcilitiques (Michel Lévy et Collot. *C. R.* CVIII. 1124. 1889).

M. Collot m'a remis des échantillons doléritiques de cette même roche offrant une structure différente. A l'œil nu, on y distingue des prismes hexagonaux verdâtres de néphéline atteignant 5 mm de longueur et des cristaux d'augite. Au microscope, on constate que la roche est holocristalline; les grands cristaux à formes nettes d'augite

titanifère bordés d'œgyrine et d'aiguilles d'apatite sont englobés par des prismes de néphéline qui à leur tour sont moulés par de la sanidine en grands cristaux (2 V très voisin de 0°). Dans d'autres échantillons, la roche est à éléments plus fins, l'augite se présente sous forme de gros microlites; il existe alors de l'olivine.

La néphéline de ces roches doléritiques est presque toujours transformée en produits micacés.

Algérie. — *Oran*. La néphélinite de l'île de Rachgoun est très analogue à celle d'Essey-la-Côte et, comme cette dernière, renferme de la mélilite ; la néphéline n'y présente aucune particularité méritant d'être notée.

Madagascar. — La néphéline abonde comme élément microscopique dans la leucitite à olivine du mont Tsiafajavona (massif d'Ankaratra). Des néphélinites se rencontrent aussi à Nossi-Bé.

4° *Dans les enclaves énallogènes des roches volcaniques.*

Plateau Central. — *Haute-Loire*. M. Jannettaz a signalé (*B. S. M.* V. 322. 1882) l'existence de néphéline dans des enclaves énallogènes scoriacées du volcan de la Denise. Il est probable que l'analyse a été faite sur des produits de fusion de granulite, car les petits fragments uniaxes et négatifs extraits des échantillons étudiés, que je dois à l'obligeance de M. Jannettaz, sont formés par de l'orthose déformée par calcination. Cette uniaxie de l'orthose est presque constante dans les très nombreuses enclaves granitiques des tufs basaltiques de cette région (*Les encl. des roches volc.*).

Puy-de-Dôme. M. Gonnard a signalé l'existence de cristaux de néphéline dans les enclaves gneissiques du trachyte du Capucin. Nous avons constaté, ce savant et moi,que les petits prismes hexagonaux des échantillons en question sont en réalité constitués par des cristaux anciens de cordiérite décapés par l'action corrosive qui a accompagné l'englobement et produit des minéraux néogènes. M. Œbbecke a signalé à nouveau dans les enclaves micacées de ce même gisement la néphéline en cristaux de 1 mm à peine (*Z. K.* XI. 366. 1886) rappelant la néphéline de la Somma.

J'ai étudié plusieurs centaines d'enclaves de ce genre, sans y trouver jamais la néphéline, sur laquelle mon attention était appelée par les observations que je viens de consigner.

CANCRINITE

$$H^6\ Na^6\ Ca\ (Na\ CO^3)^2\ Al^8\ Si^9\ O^{36}$$

Hexagonale.

$$b : h = 1000 : 881{,}90.$$
$$[a : c = 1 : 0{,}8819 \text{ (Brögger).}]$$

Je n'ai observé la cancrinite que comme élément *microscopique* de roches; elle n'y présente aucune forme géométrique.

Clivages. Clivages m $(10\bar{1}0)$ parfait, h^1 $(11\bar{2}0)$ difficile.

Dureté. 5 à 6.

Densité. 2,42 à 2,5.

Coloration et éclat. Blanche, grise, jaune verdâtre. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux, inclinant à l'éclat gras.

Propriétés optiques. Un axe *négatif* (n_p).

$$n_g = 1{,}522 \text{ Litchfield (Ml et Lx) (Na)};$$
$$n_p = 1{,}499.$$
$$n_g - n_p = 0{,}028.$$

Composition chimique. La formule $H^6\ Na^6\ Ca\ (Na\ CO^3)^2\ Al^8\ Si^9\ O^{36}$ correspond à la composition suivante :

SiO^2	38,7
CO^2	6,3
Al^2O^3	29,3
CaO	4,0
Na^2O	17,8
H^2O	3,9
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube fermé, donne de l'eau. Au chalumeau, se décolore et fond très facilement en se gonflant et en donnant un verre blanc bulleux. Décomposée par les acides en faisant gelée et en dégageant de l'acide carbonique.

Diagnostic. La cancrinite se distingue de la néphéline par sa biréfringence beaucoup plus élevée, par sa fusibilité très grande et par le verre blanc bulleux qu'elle forme par fusion, enfin par l'effervescence qu'elle

produit quand on l'attaque par un acide; sa symétrie hexagonale permet de la distinguer de la scapolite quadratique à clivages prismatiques se coupant suivant un angle de 90°. Son uniaxie la différencie de la thomsonite, qui possède la même biréfringence et une réfringence presque identique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. La cancrinite accompagne la néphéline dans la syénite néphélinique de la Sablière de Pouzac; elle s'est formée à ses dépens, suivant le mode qui a été décrit page 498. Elle n'y existe qu'en très petite quantité et comme élément *microscopique*.

GROUPE SODALITE-HAÜYNE

Sodalite.....	$Na^8\ Al^6\ Si^6\ O^{24}\ Cl^2$;
Noséane	$Na^{10}\ Al^6\ Si^6\ O^{24}\ S^2\ O^8$;
Haüyne[1].....	$(Na^2,Ca)^5\ Al^6\ Si^6\ O^{24}\ S^2\ O^8$.

Les minéraux de ce groupe sont cubiques (probablement tétraédriques). Ils se présentent généralement avec les formes : b^1 (110) ou a^1 (111) parfois maclées suivant a^1, et possédant un clivage plus ou moins facile suivant b^1 (110).

MM. Brögger et Bäckström ont proposé (*Z. K.* XVI. 182. 1890 et XVIII. 219. 225) de mettre la formule de ces minéraux sous la forme suivante :

Sodalite	$Na^4\ [Al\ Cl]\ Al^2\ [Si\ O^4]^3$;
Noséane	$Na^4\ [Al\ (Na.\ SO^4)]\ Al^2\ [Si\ O^4]^3$;
Haüyne	$(Na^2,\ Ca)^2\ [Al.\ (Na\ SO^4)]\ Al^2\ [Si\ O^4]^3$.

Ces formules sont comparables à celles des grenats, qui, eux aussi, cristallisent dans le système cubique.

1. Il faut y ajouter la *lazurite* ($Na^4\ [Al.\ (Na\ S^3)]\ Al^2\ (SiO^4)^3$ (?)) ou *outremer* (*lapis lazuli*).

Les minéraux du groupe qui nous occupe sont très aisément attaquables par les acides (même par l'acide acétique), en faisant gelée ; ils s'altèrent par suite avec une grande facilité.

SODALITE

$Na^8 Al^6 Si^6 O^{24} Cl^2$

Formes observées. La sodalite n'a été observée en France que comme élément microscopique de roches sous forme de rhombododécaèdres.

Macles. Macle suivant a^1 (111) avec souvent allongement suivant un axe ternaire, donnant au groupement un aspect hexagonal.

Clivages. Clivage b^1 (110), généralement invisible en lames minces. Cassure conchoïde.

Dureté. 5 à 6.

Densité. 2,14 à 2,4.

Coloration et éclat. Incolore, grise, blanche, jaune, bleue, etc. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux parfois un peu gras.

Propriétés optiques. Le minéral est monoréfringent.

$n = 1{,}4827$ Feussner (Bolivie) (Na).

Composition chimique. La formule donnée plus haut correspond à la composition suivante :

SiO^2.....	37,2
Al^2O^3....	31,6
Na^2O....	25,6
Cl	7,3
	101,7
— O = 2 Cl	1,7
	100,0

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau en un verre incolore. Dans le tube, la sodalite altérée seule donne de l'eau. Par ébullition dans l'eau, le minéral finement pulvérisé perd du NaCl.

Soluble dans les acides (même dans l'acide acétique) en faisant gelée. Chauffée au rouge, perd son chlorure de sodium.

Altérations. Les produits d'altération sont les mêmes que pour la néphéline (page 497) ; le minéral se charge souvent, en outre, de calcite.

Diagnostic. (Voir à *haüyne*, page 509).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La sodalite se rencontre exclusivement dans les roches éruptives sodiques. En France on la trouve :

1° Dans les syénites néphéliniques ;

2° Dans les phonolites et dans leurs enclaves homœogènes ;

3° Dans les néphélinites doléritiques.

1° *Dans les syénites néphéliniques.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* La sodalite a été signalée pour la première fois dans la syénite néphélinique de Pouzac (Goldschmidt, *N. J.* Beil. Bd. I. 220. 1881), où je l'ai moi-même étudiée. Elle y joue le même rôle que la néphéline ; tantôt elle est incluse dans les feldspaths et alors automorphe ; tantôt, et c'est le cas le plus général, elle moule ces minéraux. Elle présente toutes les altérations signalées plus haut.

2° *Dans les phonolites et dans leurs enclaves homœogènes.*

Il est probable que la sodalite est abondamment répandue dans les phonolites et particulièrement dans les phonolites feldspathiques du Plateau Central. Elle ne peut être distinguée de la haüyne et de la noséane sans inclusions que par des essais chimiques. Quand elle est incluse dans les feldspaths, elle forme des rhombododécaèdres nets [Pas de Compains (*Cantal*) (Fouqué et Michel Lévy, *Minér. Microgr.* 447)]. Elle ne se présente que comme élément *microscopique*.

Les enclaves homœogènes (*syénites*) de la phonolite de Brocq en Menet renferment en grande abondance de la sodalite, soit seule, soit associée à la néphéline ; elle joue le même rôle que ce minéral ; elle est comme lui souvent transformée en produits colloïdes roses. Elle se distingue à l'œil nu par sa couleur jaune pâle, elle forme des grains ayant au plus 2 ^{mm} de diamètre (*Les encl. des roches volc.*, p. 417 et pl. VII). La sodalite de ces enclaves peut être comparée à celle de la syénite néphélinique de Pouzac.

3° *Dans les néphélinites doléritiques.*

Dans les néphélinites doléritiques du puy de Saint-Sandoux (Barneire) décrites p. 500, j'ai trouvé de nombreux rhombododécaèdres que j'attribue à la sodalite. Comme ils sont en partie zéolitisés et que la roche qu'ils renferment est très altérée, il n'est pas possible de certifier que ce minéral n'est pas de la haüyne ou de la noséane.

NOSÉANE — HAÜYNE

$$Na^{10}\,Al^{6}\,Si^{6}\,O^{24}\,S^{2}\,O^{8} \;—\; (Na^{2},\,Ca)\,Al^{6}\,Si^{6}\,O^{24}\,S^{2}\,O^{8}$$

Formes observées. Je n'ai observé aucun cristal libre de haüyne dans les gisements français ; ceux qui se trouvent dans les roches paraissent être constitués par des rhombododécaèdres parfois très allongés suivant un axe ternaire (phonolite des Orgues de Bort).

Dureté. 5 à 6.

Densité. 2,25 à 2,5. La densité augmente de la noséane à la haüyne avec la teneur en chaux et les inclusions ; 2,269 (Trizac).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, grise (noséane), bleu lavande (noséane), bleu de ciel plus ou moins foncé (haüyne), noire, jaune, rouge par altération. Dans les lames minces, les variétés bleues sont parfois d'une couleur très vive ; la coloration bleue est généralement irrégulière, disposée par taches ou flammèches au milieu de parties incolores ou peu colorées.

Inclusions. La haüyne et la noséane renferment en abondance des inclusions *microscopiques* gazeuses, liquides, vitreuses, avec ou sans bulles ; elles ont souvent des formes bizarres. Elles présentent des dispositions variées : elles sont tantôt groupées en zones concentriques, tantôt orientées suivant les axes ternaires du cube. Très fréquemment, en outre, ces minéraux renferment des inclusions cristallines d'oligiste ou d'ilménite (opaques ou translucides) allongées ou aplaties, qui sont orientées suivant les axes ternaires ou couchées dans les clivages b^1 (110). Ces inclusions ferrugineuses sont en général irrégulièrement réparties dans le cristal, parfois extrêmement abondantes, formant un gril-

lage serré à symétrie ternaire ou quaternaire suivant l'orientation des sections : tantôt (c'est le cas le plus fréquent en Auvergne), elles se trouvent exclusivement au centre du cristal, les bords du cristal sont alors limpides ; tantôt, au contraire, elles sont surtout abondantes à sa périphérie. Toutes les particularités qui viennent d'être signalées coexistent parfois dans la haüyne ou la noséane d'un même gisement.

Souvent dans les phonolites d'Auvergne, les cristaux d'haüyne et de noséane sont entourés d'une mince zone de microlites d'augite qui sont venus s'accoler contre eux. Quand, au milieu du grillage ferrugineux d'un cristal de haüyne ou de noséane, se trouve une grosse inclusion de magnétite ou de pyroxène, il n'est pas rare de voir celle-ci entourée par un halo dépourvu d'inclusions.

Enfin les cristaux allongés suivant un axe ternaire sont quelquefois creux et remplis par le magma microlitique de la roche.

La phonolite des Orgues de Bort m'a fourni notamment les diverses observations consignées dans ce paragraphe.

Propriétés optiques. Je n'ai observé dans aucun des gisements français les anomalies optiques qui ont été signalées dans les minéraux de quelques localités étrangères.

$\mathbf{n} = 1{,}4961$ (haüyne de Niedermendig) (Tschihatscheff).

Composition chimique. La formule $(Na^{10}\ Al^{6}\ Si^{6}\ O^{24}\ S^{2}\ O^{8})$ de la noséane exige la composition donnée en *a*) ; tandis que celle de la haüyne $(Na^{2},\ Ca)\ Al^{6}\ Si^{6}\ O^{24}\ S^{2}\ O^{8}$ correspond à la composition *b*) pour le cas où Na : Ca = 3 : 2.

	a)	*b*)
SiO^{2}.....	31,7	32,0
SO^{3}	14,1	14,2
$Al^{2}O^{3}$.....	26,9	27,2
$Na^{2}O$.....	27,3	16,6
CaO.....	»	10,0
	100,0	100,0

Il paraît exister de nombreux passages entre ces deux types théoriques ; c'est pourquoi je n'ai pas séparé ces deux minéraux, que leurs caractères physiques seuls ne permettent pas de distinguer l'un de l'autre.

Essais pyrognostiques. Difficilement fusibles (la noséane est la moins fusible). Fondues sur le charbon avec la soude, donnent un sulfure alcalin

qui, placé sur une plaque d'argent humide, produit une tache noire. La haüyne chauffée dans le tube fermé ne se décolore pas ; chauffée dans la vapeur de soufre, elle bleuit. Ces minéraux, chauffés avec de l'eau bouillante, laissent dissoudre des sulfates. Très facilement attaquables à froid par les acides.

Altérations. La noséane et la haüyne s'altèrent facilement ; leurs inclusions ferrugineuses s'oxydent et deviennent brunes ou rouges. Le minéral, vu à l'œil nu, présente alors ces mêmes couleurs. On observe aussi des transformations en produits colloïdes jaunes, en zéolites (mésotype, etc.). Les cassures de la substance intacte sont souvent remplies de calcite, même dans les roches dont tous les autres éléments sont parfaitement frais, ce qui tend à prouver que cette calcite se produit par altération directe de la haüyne (Bort).

Diagnostic. La haüyne se distingue aisément de la noséane par le procédé suivant. Le minéral est attaqué sur une lame de verre par un peu d'acide chlorhydrique ; le liquide d'attaque est abandonné à une évaporation lente : on voit bientôt se former des cristaux de gypse et des traces de chlorure de sodium dans le cas de la haüyne, alors que dans le cas de la noséane il ne se forme que des cubes de chlorure de sodium.

Le diagnostic différentiel de ces minéraux et de la sodalite réside dans la recherche de l'acide sulfurique ou du chlore (sodalite).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Dans les gisements français, la noséane et la haüyne se rencontrent exclusivement dans les phonolites, dans leurs enclaves homœogènes et dans les andésites à haüyne et hornblende.

1° *Dans les phonolites et leurs enclaves homœogènes.*

Plateau-Central. — La haüyne et la noséane font partie constituante des phonolites du Plateau Central ; elles n'ont jusqu'à présent été distinguées l'une de l'autre que d'une façon empirique par leur couleur, ce qui est évidemment insuffisant. Ce sujet appelle de nouvelles recherches. On peut du moins affirmer que la variété bleue appartient bien à la haüyne. Les quelques essais d'attaque en bloc de phonolites renfermant ces minéraux me font penser que la noséane pauvre en chaux est assez fréquente en Auvergne.

Quoi qu'il en soit, ces minéraux sont rarement abondants en cristaux macroscopiques : il faut le plus souvent le secours du microscope pour les déceler. Ils se présentent, soit en cristaux du premier stade de consolidation, soit en microlites extrêmement petits souvent englobés par les feldspaths microlitiques.

Haute-Loire. Les nombreuses phonolites du Velay renferment, d'une façon presque constante, de la haüyne ou de la noséane, mais en cristaux atteignant $0^{mm},5$ de diamètre (le Mazel dans la vallée de la Rimande et maison forestière du Mézenc); ils ne sont, par suite, pas visibles à l'œil nu. En général, ce minéral se présente comme élément *microscopique* de la pâte de la roche variant de quelques dizaines à quelques millièmes de millimètre; il y forme de petits cristaux à formes nettes, parfois riches en inclusions, souvent englobés par les feldspaths (Boule : *B.C.F.* n° 28. 155. 1892).

Cantal. Les minéraux du groupe haüyne-noséane sont très abondants dans les phonolites et surtout dans les phonolites feldspathiques du Cantal, mais ils s'y présentent rarement en cristaux macroscopiques; les cristaux *microscopiques* de la phonolite de Vensac sont remarquables par la beauté de leurs inclusions.

J'ai trouvé dans la phonolite de Valette, sur la route de Riom ès Montagne à Trizac, une enclave ayant environ 5^{cm} de diamètre, constituée par un seul cristal de noséane d'un bleu lavande à clivage b^1 (110) facile. Sur les bords, elle est jaunâtre, altérée et imprégnée de calcite. C'est sans doute le plus gros échantillon de noséane qui ait été trouvé jusqu'à ce jour. Dans un travail antérieur (*Les encl. des roches volc.*), j'ai attribué à tort ce minéral à la sodalite; il renferme une petite quantité de chaux.

Corrèze. La phonolite des Orgues de Bort est très riche en haüyne souvent allongée suivant un axe ternaire et présentant dans la disposition de ses inclusions ferrugineuses les particularités signalées plus haut.

Puy-de-Dôme. La haüyne existe dans toutes les phonolites du mont Dore. Elle y forme souvent des cristaux *macroscopiques* bleus ou rubéfiés dans les phonolites inférieures et particulièrement dans celles de la route du mont Dore près du ravin de Lusclade (Michel Lévy : *B. S. G.* XVIII. 798. 1890). Elle abonde surtout dans les phonolites supérieures et notamment à la roche Sanadoire où elle fut découverte en 1807 par

de Laizer; elle est plus rare à la roche Tuillière et, près de Sallèdes, à La Rochette et à Chaux Montgros.

2° *Dans les andésites à haüyne et hornblende.*

Les andésites à haüyne et hornblende sont relativement peu abondantes en Auvergne; elles paraissent être dans la série des andésites l'équivalent des trachytes de Laach dans la série des trachytes; elles se distinguent des téphrites proprement dits par l'absence de la néphéline.

C'est dans ces roches que la haüyne *macroscopique* est le plus abondante.

Cantal. Lucas, dans son *Tableau des espèces minérales* (1813. 226), indique la découverte d'une roche remarquablement riche en haüyne bleue faite en 1808 par M. Grasset aux environs du village de Falgoux. Les échantillons recueillis à cette époque sont ceux que j'ai étudiés (Collect. du Muséum). C'est de beaucoup la roche d'Auvergne fournissant les plus beaux échantillons de haüyne. Ce minéral y forme de petits cristaux bleus atteignant 2^{mm} de diamètre. Il est accompagné de hornblende et de feldspath dans une pâte gris clair. La composition de cette roche est celle des andésites à hornblende et haüyne du Puy-de-Dôme, dont il est question plus loin; elle est remarquablement riche en sphène.

M. Boule n'a pu trouver cette roche en place : peut-être provient-elle de blocs engagés dans la brèche andésitique, comme ceux que Bouillet a signalés à Récusset dans la vallée de Saint-Paul (*Descript. hist. et scient. de la Haute Auvergne*, 299).

M. Fouqué a décrit une roche analogue qu'il a trouvée en filons au puy de Bataillouze (crête dominant au nord la gare du Lioran; elle affleure au sud du signal 1686^{m}). La haüyne y est peu abondante et transformée en produits jaunes. (*B. S. M.* XVII. 493. 1894).

M. Boule m'a remis de jolis échantillons de haüyne provenant des phonolites de Brujalaine près Murat. Ce minéral, en grains bleus cerclés de jaune d'environ $1^{mm},5$ de diamètre, se trouve presque toujours dans des cavités de la roche et comme en partie résorbé. La roche qui les renferme offrant de remarquables variations de composition qui la font osciller entre une phonolite feldspathique et une andésite augitique, on peut se demander si la haüyne y est bien le résultat d'une cristallisation du magma et si elle ne constitue pas plutôt des enclaves analogues à celles des téphrites et andésites augitiques de Mayen et de Niedermendig dans la Prusse rhénane.

Puy-de-Dôme. Les premières andésites françaises à haüyne et hornblende qui aient été décrites sont celles du mont Dore (Michel Lévy: *B. S. G.* XVIII. 816. 1890). On y distingue à l'œil nu des grains bleus de haüyne, souvent rubéfiés et associés à des prismes de hornblende et à des cristaux de feldspath dans une pâte noire ou gris foncé. L'examen *microscopique* montre que la haüyne est accompagnée, au premier temps de consolidation, par de la magnétite, de l'ilménite, de l'apatite, du sphène, de la hornblende brune, de l'augite, du labrador et parfois de l'olivine. Elle est quelquefois englobée par le labrador et l'augite. Les microlites sont constitués par de l'andésine et de l'augite.

M. Michel Lévy a signalé ces belles roches à la Banne d'Ordenche entre le roc Blanc et le lac de Guéry, entre le puy de l'Ouire et l'aiguille de Guéry, à Mareuge, à Font Marcel, aux environs du puy d'Alou, etc.

3° *Dans des enclaves homœogènes de néphélinites.*

Algérie. — *Oran.* Dans des tufs volcaniques du cap Acra près Rachgoun, accompagnés de leucotéphrites et de néphélinites, M. Vélain a trouvé des enclaves grenues que j'ai décrites récemment (*Les encl. des roch. volc.*, 532). Elles sont constituées par un agrégat à gros grains d'un minéral du groupe haüyne-noséane incolore, de sphène, d'apatite, de grenat mélanite, d'augite, de biotite et de néphéline.

La noséane est parfois riche en inclusions ferrugineuses : ces enclaves sont comparables à celles des néphélinites de l'Oberwiesenthal et constituent des produits de cristallisations effectuées en profondeur dans le magma néphélinique.

CORDIÉRITE

$$H^2\,(Mg, Fe)^4\,Al^8\,Si^{10}\,O^{37}$$

Orthorhombique : $m\,m = 119°10'$ (Dx).

$b : h = 1000 : 481{,}631$. $\quad D = 862{,}366$. $\quad d = 506{,}284$.

$[a : b : c = 0{,}58709 : 1 : 0{,}55850]$

Formes observées. p (001), h^1 (100), m (110), g^2 (130), g^1 (010), $a^{2/9}$ (902); e^1 (011), $e^{1/2}$ (021); b^1 (112), $b^{1/2}$ (111);
$\omega = (b^{1/2}\,b^{1/4}\,g^1)$ (131), $x = (b^{1/7}\,b^{1/14}\,g^{1/4})$ (7. 21. 4).

Macles. Macles suivant m (110) et suivant g^2 (130) fréquemment répétées et donnant alors des formes pseudohexagonales. Ces macles se manifestent fréquemment par des angles rentrants dans la zone verticale, mais souvent aussi il y a formation d'un véritable prisme hexagonal et le groupement n'est perceptible que par les propriétés optiques de l'assemblage. Elles donnent parfois naissance à des bandes rappelant celles des feldspaths tricliniques que l'on voit à la loupe sur le clivage g^1 (010) et très nettement au microscope dans les sections parallèles à p (001).

Les cristaux de cordiérite (transformés en pinite) du Puy-de-Dôme forment parfois des groupements dans lesquels l'axe vertical de l'un des composants fait avec celui du second un angle de 90° (fig. 11).

Je crois inutile de donner ici les mesures prises sur les cristaux de cordiérite de gisements français, car elles n'ont pu être obtenues qu'à l'aide du goniomètre d'application.

Angles calculés		Angles calculés		Angles calculés	
$*m\,m$	119°10′	$p\,b^1$	151° 7′	$h^1\,b^{1/2}$	129°43′
$m\,h^1$	149°35′	$p\,b^{1/2}$	132°12′	$b^{1/2}\,b^{1/2}$ *sur* e^1	100°34′
$m\,g^2$	150°	$b^{1/2}\,m$	137°48′	$g^1\,x$	138°25′
$m\,g^1$	120°25′	$b^1\,m$	118°53′	$g^1\,\omega$	140°31′
$g^2\,g^1$	150°25′	$p\,m$	90°	$g^1\,b^{1/2}$	112° 2′
$g^2\,g^2$ *sur* h^1	59°10′	$p\,x$	120°40′	$b^{1/2}\,b^{1/2}$av.	135°56′
$p\,a^{2/9}$	115°19′	$x\,g_2$	149°20′	$g^1\,b^1$	104° 9′
$*p\,e^1$	150°49′	$p\,\omega$	117°26′	$b^1\,b^1$av.	151°42′
$e^1\,e^1$	121°38′	$\omega\,g^2$	152°34′	$b^{1/2}\,e^1$ adj.	136°40′
$e^1\,g_1$	119°11′	$p\,g^2$	90°	$m\,x$ adj.	138° 9′
$p\,e^{1/2}$	131°50′	$h^1\,\omega$	115°59′	$m\,\omega$ adj.	140°14′
$e^{1/2}\,g^1$	138°10′	$h^1\,b^1$	114°37′		

Faciès des cristaux. Les cristaux de cordiérite possèdent un faciès très constant; ils sont prismatiques et peu allongés suivant l'axe vertical; les faces p (001) et m (110) ne manquent jamais; l'existence des faces h^1 (100), g^1 (010) et g^2 (130), plus ou moins larges, introduit quelques variations dans l'apparence des cristaux. Les dômes et les pyramides sont souvent absents et généralement peu développés.

Clivages. Clivage suivant g^1 (010) peu facile. Clivage à peine distinct suivant h^1 (100) et p (001) dans la cordiérite inaltérée. Quand le minéral commence à se transformer, au contraire, il devient lamellaire suivant p (001) (Voir page 516 à *altérations*). Cassure conchoïdale.

Dureté. 7 à 7,5.

Densité. 2,60 à 2,66; 2,646. c. de Cambo.

Coloration et éclat. Bleue de diverses nuances, depuis le bleu saphir (saphir d'eau) jusqu'au bleu noir ou bleu verdâtre, verdâtre, grise.

Éclat vitreux. Transparente ou translucide.

Inclusions. La cordiérite des roches anciennes renferme très souvent des inclusions de zircon, entourées d'auréoles pléochroïques caractéristiques, des aiguilles de sillimanite, des grains de spinelle, etc.

La cordiérite produite dans les schistes paléozoïques au contact du granite renferme fréquemment des inclusions charbonneuses distribuées régulièrement comme dans la chiastolite (voir p. 27 et 41 fig. 20). C'est cette variété que M. Shimidsu a appelée *cérasite*.

Dans les enclaves des roches volcaniques, la cordiérite est riche en inclusions vitreuses d'origine secondaire, accompagnées d'octaèdres de spinellides (magnétite, pléonaste), etc.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à $h^1(100)$; bissectrice aiguë *négative* (n_p) perpendiculaire à p (001) (fig. 1).

L'écartement des axes est variable avec les échantillons et même avec les plages d'un même échantillon.

$$2\,V = 39^\circ \text{ à } 84^\circ \text{ environ (Dx)}.$$

Dispersion faible avec $\rho < v$.

	2 H (Dx)
Huelgoat	75 à 76°
Denise	89°50′

Les observations de M. des Cloizeaux ayant montré que l'écartement des axes de la cordiérite augmente avec la chaleur, le grand écartement des axes de la cordiérite de La Denise est peut-être d'origine secondaire; le minéral étudié faisait, en effet, partie d'une enclave granitique recueillie au milieu de scories basaltiques.

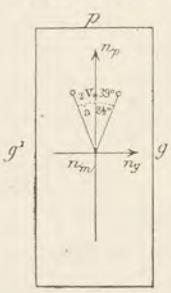


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100).

Les indices de réfraction de la cordiérite varient avec les gisements. La moyenne de l'indice n_m est d'environ :

$$\mathbf{n}_m = 1{,}543;$$

la biréfringence, d'environ :

$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}006 \text{ à } 0{,}010.$$

Ce dernier nombre est la plus fréquent dans la cordiérite des gisements énumérés plus loin.

Les figures 2 et 3 montrent la position du plan des axes dans les différents modes d'association des individus maclés suivant les lois énoncées plus haut.

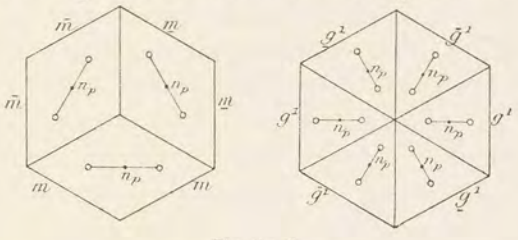


Fig. 2 et 3.

Position du plan des axes optiques dans les divers secteurs des cristaux maclés de cordiérite. Face p (001).

Pléochroïsme. La cordiérite possède en plaques minces un pléochroïsme très intense.

$\mathbf{n}_g$ = bleu clair de diverses nuances;
$\mathbf{n}_m$ = violet foncé;
$\mathbf{n}_p$ = jaune clair teinté de vert ou de brunâtre.

En lames minces, la cordiérite est le plus souvent absolument incolore. Cependant quelques variétés, et particulièrement celle que l'on observe dans les enclaves énallogènes des roches volcaniques ou celle qui est pyrogène, sont violettes en lames minces et très pléochroïques. Il est probable dès lors que cette intensité de la coloration est en relation avec la haute température à laquelle ces cordiérites ont été formées ou soumises postérieurement à leur cristallisation.

La cordiérite incolore en lames minces possède souvent des auréoles pléochroïques d'un jaune citron intense (suivant n_p autour d'inclusions de zircon et de dumortiérite). Dans ces auréoles, contrairement à ce qui arrive pour les autres minéraux, la biréfringence est diminuée [Michel Lévy, *C. R.* CIX. 973. 1889]; cette propriété est très caractéristique de la cordiérite; quant à la réfringence, elle est augmentée.

Ces auréoles disparaissent au rouge naissant; on s'explique dès lors qu'elles n'existent jamais ni dans la cordiérite des enclaves volcaniques, ni dans la cordiérite pyrogène.

La cordiérite taillée perpendiculairement à un axe optique montre le phénomène des houppes.

Composition chimique. La formule H^2 (Mg, Fe)^4 Al^8 Si^{10} O^{37} exige la composition suivante dans le cas où Mg : Fe = 7 : 2 :

SiO^2.....	49,4
Al^2O^3.....	33,6
FeO.....	5,3
MgO.....	10,2
H^2O.....	1,5
	100,0

Il est possible qu'une partie du fer existe à l'état de Fe^2O^3; c'est sans doute à des variations dans les proportions et l'état d'oxydation du fer qu'il y a lieu d'attribuer les variations de couleur, de pléochroïsme, de propriétés optiques, observées dans la cordiérite avant ou après chauffage.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, devient opaque et fond difficilement. Faiblement attaquée par les acides.

Altérations. La cordiérite s'altère très facilement et par sa transformation donne naissance à des produits d'apparence très variée qui ont reçu des noms différents, *aspasiolite*, *auralite*, *bonsdorffite*, *chlorophyllite*, *fahlunite*, *gigantolite*, *pinite*, *praséolite*, *pyrargillite*, etc., à cause de cette variété d'aspect et aussi à cause d'inégalités de composition ; celles-ci sont dues à ce que les produits analysés étaient des mélanges de divers produits secondaires et du minéral inaltéré.

Les produits secondaires formés aux dépens de la cordiérite sont des micas (biotite ou muscovite) et des substances isotropes. Dans les descriptions données plus loin, j'emploierai deux seulement des nombreux noms que je viens de citer : celui de *gigantolite* et celui de *pinite*, qui correspondent à deux structures différentes.

Quand une cordiérite se transforme en *gigantolite*, ses plans de séparation suivant *p* (001) deviennent répétés, car leur facilité est augmentée par le développement, parallèlement à eux, de lamelles de micas (biotite, muscovite). Peu à peu le minéral se transforme complètement en micas dont les lames se propagent souvent le long des clivages prismatiques ; le minéral finit par être transformé entièrement en mica dont les lames sont disposées dans deux directions rectangulaires, les unes parallèles, les autres perpendiculaires à la base de la cordiérite.

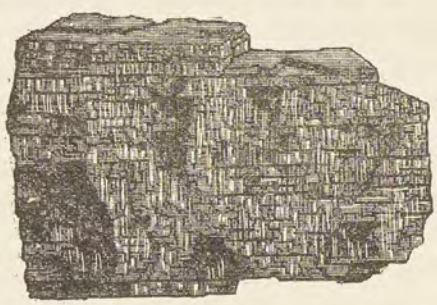


Fig. 4.

Échantillon de cordiérite transformée en mica (*gigantolite*) avec plans de séparation marqués suivant *p* (001). Ozon en Montmort (Grandeur naturelle).

Cette régularité (fig. 4) (Ozon en Montmort) n'est pas toujours réalisée : souvent, en effet, la transformation micacée se propage le long de cassures irrégulières, donnant naissance à des pseudomorphoses constituées par des lamelles de mica enchevêtrées d'une

façon quelconque; le cristal considéré dans son ensemble possède presque toujours des plans de séparation suivant les faces *p* (001) du minéral intact.

Je réserverai le nom de *pinite* à toutes les pseudomorphoses de cordiérite dépourvues de plans de séparation et constituées par des produits micacés cryptocristallins ou par de la matière colloïde. Ces pseudomorphoses ont souvent une cassure terreuse ou cireuse; elles se coupent aisément au couteau; ce type est fourni par la pinite du Puy-de-Dôme, qui va être décrite plus loin.

Il est inutile d'insister sur le peu d'importance de cette division, que j'adopte pour la commodité des descriptions.

Les deux types se présentent parfois dans un même gisement.

L'examen microscopique permet de suivre toutes les phases de ces transformations. Les cassures souvent curvilignes et bordées de produits micacés secondaires sont très caractéristiques de la cordiérite.

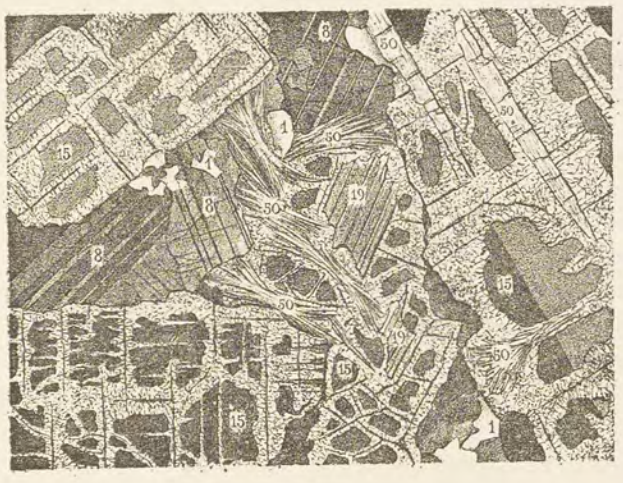


Fig. 5.
Lame mince d'un gneiss à cordiérite, montrant la cordiérite (15) en voie de transformation en produits micacés. La roche renferme, en outre, de l'oligoclase (8), du quartz (1), de la biotite (19) et de la sillimanite (50).

La fig. 5, empruntée à un mémoire antérieur sur des gneiss de Norwège (*B. S. M.* XII. 215. 1889), reproduit si parfaitement les altérations de la cordiérite des gisements pyrénéens et auvergnats, qu'il m'a paru inutile de faire dessiner celles-ci.

Les analyses suivantes faites sur des pinites françaises montrent que

le produit qui les constitue est en grande partie formé par un mica potassique (*muscovite*) :

Analyses : *a*) de la pinite d'Isserteaux près Saint-Pardoux, par Gmelin (*Kersten Arch.* I. 226. 1824) ;

b) de la pinite du même gisement, par Marignac (*Bibl. Univ. Genève*, IV. 157. 1847) ;

c) de la pinite du même gisement, par Rammelsberg (*Mineralchemie*, 1875. 656) ;

d) de la pinite du mont Brévent (Chamonix), par Marignac (*op. cit.*).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
$Si\ O^2$.....	55,96	47,50	48,92	44,70
$Al^2\ O^3$....	24,48	31,80	32,29	31,64
$Fe^2\ O^3$....	5,51	3,92	3,49	6,57
Mg O.....	3,76	»	1,41	2,86
K^2 O	7,89	9,05	9,14	7,89
Na^2 O	0,39	1,78	»	0,95
Ca O	»	0,92	0,51	»
H^2 O	1,41	5,03	4,27	5,39
	99,40	100,00	100,03	100,00
Densité	»	»	2,74	2,84

Diagnostic. La cordiérite peut aisément se distinguer, par ses propriétés optiques et sa fusibilité, des variétés bleues de quartz, avec lesquelles elle présente quelque ressemblance. Dans les lames minces, les inclusions de sillimanite, les auréoles pléochroïques autour du zircon et de la dumortiérite, le mode de formation des produits secondaires constituent de bons éléments de diagnostic du quartz et de l'orthose qui accompagnent souvent la cordiérite. De plus, la réfringence de la cordiérite est notablement supérieure à celle de l'orthose et le quartz est uniaxe. Les sections *p* (001) de cordiérite maclée se reconnaissent à leur extinction symétrique à 30° de la ligne de macle ; elles sont toujours perpendiculaires à la bissectrice aiguë négative (distinction avec les feldspaths tricliniques basiques, qui, en outre, sont tous plus réfringents).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cordiérite se rencontre dans de nombreux gisements français ; je l'étudierai successivement dans les conditions suivantes :

1° Dans les roches éruptives quartzifères ;

2° Dans les schistes paléozoïques modifiés par le granite ;

3° Dans les enclaves des roches volcaniques comme élément d'origine métamorphique [1] ;

4° Dans les roches houillères fondues par les incendies souterrains.

1° *Dans les roches éruptives quartzifères.*

a) *Dans les granites, les granulites et les gneiss.*

Ce genre de gisement est celui dans lequel la cordiérite se présente avec le plus de fréquence. Dans le granite proprement dit, elle est peu abondante ; elle y forme souvent des cristaux nets ; mais, dans beaucoup de régions et notamment dans le Velay, la cordiérite du granite paraît être exogène et constituée par des enclaves gneissiques incomplètement résorbées au même titre que la cordiérite des trachytes du mont Dore.

Dans les gneiss français, la cordiérite est souvent dépourvue de formes géométriques et englobe la plupart des éléments de la roche. Dans quelques cas, cependant, elle se présente en cristaux distincts, généralement groupés en grand nombre à axes parallèles. Leurs formes ne peuvent guère être décelées qu'au microscope.

Dans les granulites et les pegmatites, au contraire, la cordiérite se trouve le plus souvent en cristaux nets, atteignant parfois de très grandes dimensions. Ils sont fréquemment associés à de l'andalousite et le plus souvent complètement altérés (*gigantolite* et plus rarement *pinite*).

Je n'ai pas cru devoir séparer ces divers gisements les uns des autres, car, dans les régions granulitiques, il n'est guère possible de considérer séparément les gneiss et les filonnets granulitiques qui les traversent ou s'interstratifient au milieu d'eux.

Normandie. — *Calvados*. De superbes pseudomorphoses de cordiérite (gigantolite) ont été trouvées dans la carrière de la Bellière près Vire. Elles dépassent souvent 5^{cm} et présentent les formes m (110), h^1 (100), g^2 (130), g^1 (010) ; les plans de séparation suivant p (001) sont fréquents. Elles accompagnent l'andalousite dans une peg-

1. La cordiérite est abondante dans les roches volcaniques du Plateau Central, (soit dans les basaltes, soit dans les trachytes), mais elle y constitue toujours un élément ancien résultant de la désagrégation d'enclaves de l'une quelconque des roches étudiées au paragraphe 1°. (Voir *Les encl. des roches volc.*).

matite. Leurs faces sont souvent très nettes ; m (110), h^1 (100), g^1 (010), sont également développées. J'ai observé un fragment d'un grand cristal ayant 5^{cm} de diamètre sur la base et présentant la structure parfaitement régulière représentée par la fig. 4.

Manche. Je dois à M. A. de la Durandière la communication de grands cristaux de cordiérite pseudomorphisés, offrant les formes et les particularités des cristaux des environs de Fougères qui vont être décrits. Ils sont d'un gris verdâtre et engagés dans des filons de pegmatite traversant les schistes siluriens, près du km. 3 de la ligne de chemin de fer de Sourdeval à Mortain.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. De très nombreux échantillons de pinite ont été extraits, par M. de Limur, des filonnets de quartz de quelques décimètres d'épaisseur qui traversent les leptynolites du S.-O. de Fougères, entre cette ville et La Chapelle-Saint-Aubert au S., Romagné au N.-O. et le Couesnon au S.-E. Ils sont surtout abondants aux carrières de la Tousche et de la Providence près Fougères. M. de Limur a décrit ces cristaux comme « gieseckite » (*B. S. G.* I. 166. 1873). Les échantillons qu'il m'a remis atteignent plusieurs centimètres suivant l'axe vertical ; ils sont verts ou brunâtres ; ils se rapportent au type pinite, mais présentent parfois des passages à la gigantolite, quand le mica à deux axes qui les épigénise devient à éléments plus grands que d'ordinaire. Les cristaux sont caractérisés par le grand développement des faces m (110) et h^1 (100) ; ils sont très fréquemment aplatis suivant h^1 (100) (fig. 6). On observe en outre les formes p (001) et g^2 (130). La face g^1 (010) est souvent absente et toujours peu développée.

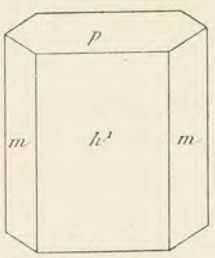


Fig. 6.
Cordiérite (pinite) des environs de Fougères, aplatie suivant h^1 (100).

Finistère. Le granite de Huelgoat renferme en abondance des cristaux de cordiérite imparfaitement transformés en gigantolite. Depuis longtemps M. des Cloizeaux y a signalé (*op. cit.*, I. 355) les macles prismatiques. Ces cristaux atteignent parfois 1^{cm} ; ils n'ont pas de faces bien nettes ($p\ m\ h^1\ g^1\ g^2$).

Morbihan. La cordiérite a été trouvée par M. de Limur (*op. cit.*, 69) dans le gneiss granulitique d'une carrière abandonnée à 1 kilomètre du château de La Ferrière en Buléon, dans la granulite des gneiss de la

baie de Salins (golfe du Morbihan) ; elle y est souvent transformée en gigantolite verte plus ou moins foncée (petits cristaux p (001) m (110) g^1 (010) transformés en un mica blond brunâtre à un axe) et accompagnée d'ilménite. On la trouve dans les mêmes conditions en masses laminaires (gigantolite) dans la granulite de la baie de Conleau ; elle abonde à l'état frais dans les gneiss de Billiers (très belles auréoles pléochroïques), du Cretin en Brech, etc.

Elle se rencontre, en outre, dans le granite de Carnac.

Loire-Inférieure. La cordiérite transformée est très abondante aux environs de Nantes (Baret, *op. cit.*, 48 et *B. S. M.* IV. 42. 1881 et V. 32. 1882). Elle forme des cristaux plus ou moins riches en faces p (001), m (110), h^1 (100), g^2 (130), g^1 (010), souvent aplatis et atteignant jusqu'à 7^{cm} 5 sur 5^{cm} (Pont du Cens). Ces cristaux sont souvent réunis par groupes de plusieurs individus ou constituent seulement des masses cristallines généralement associées à de l'andalousite. Leur couleur varie du gris perle au vert de diverses nuances. Toutes ces pseudomorphoses possèdent la structure de la gigantolite ; la cordiérite est transformée en mica verdâtre (biotite et muscovite). Elles se rencontrent dans les nodules ou filonnets pegmatoïdes des micaschistes et chloritoschistes de Nantes [près l'octroi de L'Écusson et près le pont de La Tortière (chemin de ceinture) sur la rive droite de l'Erdre], aux environs de cette même ville, au pont du Cens, elle y est associée à l'andalousite ; à Saint-Jacques dans l'ancien chemin du Vert ou près l'octroi (petits cristaux dans le quartz), dans les carrières du Haut Moreau sur la rive gauche de l'Erdre (dans quartz), dans les carrières de La Salle Verte à Saint-Clair, etc.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. J'ai trouvé en abondance de la cordiérite dans les filons de pegmatites très quartzeuses qui ont été coupées par le tunnel de Cambo. Le minéral s'y présente en masses translucides d'un bleu ou d'un gris bleu verdâtre, plus rarement sous forme de gros cristaux m (110), g^1 (010), h^1 (100), quelquefois aplatis suivant g^1 (010) ; ils ont les arêtes et les angles arrondis.

J'ai recueilli plusieurs blocs d'une véritable pegmatite graphique à grands éléments de cordiérite et de quartz dans laquelle la cordiérite joue le même rôle que la tourmaline des pegmatites figurées page 93.

Ce gisement de Cambo est celui qui en France m'a fourni les plus beaux échantillons de cordiérite intacte. Elle est plus rarement altérée en pinite brune.

Hautes-Pyrénées. Les blocs de granulite éboulés à Héas et au chaos de Gavarnie renferment fréquemment des pseudomorphoses de cordiérite (gigantolite) atteignant $2^{cm}5$ suivant l'axe vertical.

M. Frossard a signalé des pseudomorphoses semblables dans la granulite du massif du Pic du Midi de Bigorre (*B. S. M.* VI. 87. 1883).

Ariège. La cordiérite est très répandue dans un grand nombre de granulites injectées dans le gneiss ou les schistes anciens des environs de Vicdessos, du massif du Saint-Barthélemy et de la vallée de la haute Ariège.

Dans les abrupts qui dominent l'étang Tort, près du pic de Soularac (massif du pic Saint-Barthélemy) et au point 1878^{m} situé un peu plus au S.-O., j'ai trouvé la cordiérite en cristaux intacts de 1^{cm} de longueur présentant les formes p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010) (*B. S. M.* XII. 520. 1889).

Au Calmil, au-dessus de Foix, j'ai rencontré des cristaux identiques; ils ont une forme rectangulaire par suite de la prédominance des faces h^1 (100) et g^1 (010) (fig. 7). Le plus généralement, ils sont arrondis et d'un vert plus ou moins foncé. Au microscope, on constate que l'altération est plus ou moins complète. A ce point de vue, je citerai les escarpements d'Illiers, de Cabre près Vicdessos, les rochers qui dominent Saint-Conac, Calchax, Appi, Axiat, les alentours des pics Saint-Barthélemy et Soularac.

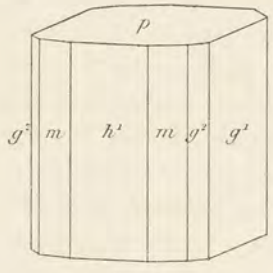


Fig. 7.
Cordiérite du Calmil.

Au mont Fourcat (versant S.-O.) j'ai recueilli, dans les pegmatites, des cristaux de gigantolite atteignant 5^{cm} suivant l'axe b et 3^{cm} suivant l'axe vertical. Les plans de séparation sont très nets; les cristaux présentent les formes p (001), m (110), g^1 (010), h^1 (100), g^2 (130).

Aux environs d'Ax sur la route de Prades à Ascou, les filons de quartz coupant les schistes micacés précambriens renferment des pseudomorphoses de cordiérite en pinite verte, atteignant parfois 10^{cm} suivant l'axe vertical; elles sont généralement très aplaties. L'andalousite les accompagne.

Plateau Central. — *Ardèche.* La cordiérite est abondante dans les granites du mont Pilat (environs d'Annonay) et du prolongement des massifs du Mézenc et du Mégal (Sainte-Agrève, etc.). Afin d'éviter les

redites, je renvoie aux articles *Haute-Loire* et *Loire*, où il va être question de ces massifs.

Haute-Loire. La cordiérite abonde dans le Velay, où elle a été souvent signalée[1] (Pascal, *op. cit.*; Boule : *B. C. F.* III, n° 28, p. 26. 1892; Gonnard : *B. S. M.* XVIII. 273. 1894).

Elle existe notamment dans le gneiss et le granite[2] formant le soubassement des roches volcaniques du Mézenc et du Mégal; parfois en petits cristaux nets de 5 à 6^{mm} d'un vert plus ou moins violacé (route de Tence au Chambon, à 2 kilomètres de Tence), elle forme le plus souvent des masses irrégulières, quelquefois associées à du grenat : elles sont généralement verdâtres et cireuses, par suite d'une transformation en pinite; les altérations en gigantolite sont plus rares. Il serait oiseux de citer toutes les localités où se trouve cette cordiérite.

Le même minéral abonde dans les enclaves gneissiques du granite à l'est de Saint-Julien-Chapteuil entre Le Monastier et Les Étables.

On trouve aussi la cordiérite dans la granulite au sud de Laussonne dans les gneiss granulitiques de Fix avec grenat et tourmaline.

Enfin les tufs basaltiques des environs du Puy (Cheyrac, Polignac, rochers Saint-Michel, Corneille, etc.), ainsi que les scories de La Denise, renferment en abondance des enclaves d'une granulite à cordiérite dans laquelle ce minéral se présente en masses d'un beau bleu, parfaitement intactes et transparentes. Elle est associée au grenat, à la sillimanite. Elle n'a pas souffert de l'action de la chaleur, qui a souvent plus ou moins complètement transformé tous les autres éléments de la roche (*Les encl. des roches volc.*). Dans la collection du Muséum se trouve un cristal net de cordiérite de La Denise ayant environ 2^{cm} suivant l'axe vertical, recouvert d'un enduit scoriacé produit par la fusion du mica et du feldspath qui l'englobaient. Il présente les faces p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010).

M. Fouqué m'a signalé l'existence de gneiss à cordiérite aux environs de Lempdes, sur les deux rives de l'Alagnon et par suite à la limite de la Haute-Loire et du Puy-de-Dôme.

1. L'abondance de la pinite y a été signalée pour la première fois par Cordier (*J. P.* LXIX. 460. 1809).

2. Ce granite riche en cordiérite altérée a été appelé *bertrandite* par L. Pascal (*Essai géol. sur le Velay*, 286. 1865) en l'honneur de Bertrand Roux, géologue qui a beaucoup étudié le Velay.

Cantal. Des gneiss à cordiérite se trouvent entre Cros de Montvert et le hameau de Goulles, ainsi qu'à Lanobre.

J'ai trouvé des enclaves de gneiss à cordiérite dans les trachytes du Lioran, de Menet, etc. (Voir plus loin à *Puy-de-Dôme*).

Haute-Vienne. M. Besnard du Temple m'a communiqué autrefois une pseudomorphose de cordiérite en gigantolite d'un beau jaune vif provenant de pegmatites des environs de Limoges, sans indication plus précise sur son gisement exact. La collection du Muséum renferme une granulite à biotite de Chanteloube qui contient de très nombreux cristaux de gigantolite analogues à ceux de Huelgoat.

Creuse. Le granite des environs de Montebras en Soumans contient de petits cristaux de cordiérite altérée (gigantolite), analogues à ceux de Huelgoat.

Puy-de-Dôme. La cordiérite abonde dans le Puy-de-Dôme. On la connaît notamment dans les roches granitiques de Durtol, de Chanat, de Ternant (à la Côte Verse à droite de la route de Clermont à Pontgibaud) (Gonnard, *op. cit.*); dans les filonnets granulitiques des gneiss coupés par le chemin de fer entre Pontgibaud et la station de ce nom, M. Gonnard a trouvé des pseudomorphoses de cordiérite de $12^{mm}7$ très micacées et recouvertes d'un enduit ferrugineux (*B. S. M.* V. 52. 1882); le même minéral a été signalé à la base du puy de Montet (en La Goutelle).

M. Michel Lévy a montré que ce minéral existe d'une façon presque constante dans les gneiss granulitiques au N.-O. de Clermont et particulièrement entre les hameaux de Cressigny et de Ternant (*B. S. M.* VI. 329. 1883).

Le gneiss avec cordiérite très fraîche a été trouvé récemment par M. Gonnard à Royat aux portes de Clermont, à Marpont, à Argnat.

Cette même roche se retrouve au S.-O. du mont Dore, dans le canton de Latour à la frontière du Puy-de-Dôme et du Cantal où l'a signalée M. Fouqué (*B. S. M.* IX. 293. 1886). Le village de Cros est particulièrement intéressant à ce point de vue. La cordiérite y est très abondante dans les rochers qui se trouvent à un tournant de la route de Bort à Latour, un peu avant d'arriver au village. Elle s'y montre sous forme de larges taches vertes irrégulières, ayant plusieurs centimètres de diamètre dans quelques-uns des échantillons que j'y ai rencontrés. Cette cordiérite est riche en inclusions de sillimanite, de zircon, de rutile, de grenat, de magnétite et de biotite. Elle est associée en outre

dans le gneiss granulitique à de l'orthose, de l'oligoclase, de la muscovite et du quartz.

D'après M. Fouqué, cette roche se trouve aussi en blocs dans le glaciaire des environs de Bort et en particulier au village de Pradelle (*Corrèze*).

L'abondance des gneiss à cordiérite dans le Puy-de-Dôme explique la fréquence de ce minéral en enclaves dans les roches volcaniques de cette région et en particulier dans les trachytes du mont Dore. J'ai fait voir (*Les encl. des roch. volc.*, 171) comment la cordiérite, l'andalousite, la sillimanite, etc., qui l'accompagnent résistent à l'action non seulement de la chaleur, mais encore à l'action des magmas volcaniques, de telle sorte que ces minéraux se concentrent dans les roches volcaniques qui ont englobé des blocs de leurs roches originelles. Le gisement le plus remarquable à signaler à ce point de vue est celui du Capucin, où l'on trouve souvent des blocs de cordiérite d'un bleu noir foncé atteignant plus d'un décimètre de plus grande dimension. On reconnaît la structure originelle du gneiss, dont tous les lits feldspathiques ont été corrodés et en partie seulement remplacés par des minéraux néogènes qui ont pu librement cristalliser en beaux cristaux dans les géodes ainsi formées (hypersthène, orthose, tridymite, spinelle, magnétite, etc.). Ils se trouvent ainsi associés aux minéraux non attaqués (cordiérite, grenat) dont les cristaux sont parfois isolés, grâce à un décapage convenable; ils sont souvent implantés sur eux.

Dans ces enclaves, la cordiérite forme des cristaux p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010), généralement groupés en très grand nombre à axes parallèles et intimement associés à de l'andalousite, de la sillimanite, du spinelle, etc. Ils sont toujours absolument intacts. Ils ne diffèrent des cristaux des gneiss normaux que par leur richesse en inclusions vitreuses secondaires et leur imprégnation fréquente par les minéraux néogènes énumérés plus haut.

Des enclaves à cordiérite analogues à celles du Capucin peuvent être recueillies dans le trachyte de la Grande Cascade au mont Dore, ainsi que dans celui de Fontenille.

On trouve des enclaves de granulite avec belle cordiérite bleue (rappelant celle des tufs basaltiques du Velay) dans le trachyte de Pailloux au S.-E. du puy Gros au mont Dore, dans le basalte du lac de Guéry, etc.

Allier. La cordiérite est assez abondante au contact de la granulite et du gneiss de la région de Commentry. M. de Launay l'a notamment

signalée (*B. S. G.* XV. 13. 1887) aux Mazelles (au nord du massif granulitique, sur la rive droite du ruisseau), à l'étang de la Côte au sud du massif de Fonbonne (avec grenat tourmaline et apatite). Le même géologue l'a indiquée au Moulin de Vaise, entre Cressanges et Tréban, etc.

Loire. Le massif granitique et gneissique du mont Pilat sur la frontière de l'Ardèche et de la Loire renferme de remarquables roches à cordiérite. Le gneiss est pénétré par le granite, qui en renferme de nombreuses enclaves; au milieu de celles-ci comme aussi dans le gneiss, M. Termier a signalé l'abondance de la cordiérite, soit intacte, soit transformée en produits colloïdes (*B. C. F.* n° 1. 7. 1889). Les localités particulièrement intéressantes par l'abondance de ce minéral sont les suivantes : Riorama près Le Bessat; les tranchées de la route de Graix à Bourg Argental, la carrière à l'extrémité nord de Saint-Sauveur en Rue, la carrière près le confluent des deux rivières de Pélussin sur la route descendant de ce village à Pélussin; les pentes boisées entre Marcan et la rivière d'Ay (*Loire*); les carrières ouvertes dans les faubourgs d'Annonay, les tranchées du chemin de fer et le tunnel de Midon près Annonay (*Ardèche*).

M. Gonnard a signalé (*C. R.* LCIX. 711. 1884) sur les bords du Vizézy, à environ 10 kilomètres de Montbrison, des pseudomorphoses de cordiérite atteignant 6^{cm} sur 3^{cm}. Elles appartiennent au type *gigantolite*; elles sont d'un vert foncé ou d'un gris verdâtre. Les plans de séparation suivant *p* (001) sont très nets et accentués par la présence de lames de muscovite. Ces pseudomorphoses se trouvent engagées dans le microcline d'une pegmatite renfermant des géodes tapissées de cristaux de quartz enfumé, qui atteignent 10^{cm} de longueur, et de cristaux de microcline, d'apatite verdâtre aplatie suivant la base. Ce gisement paraît être celui qui a été indiqué aux environs de Montbrison par Cordier (*J. P.* LXIX. 460. 1809).

Rhône. Drian (*op. cit.*, 77) a signalé l'existence de cordiérite bleue dans une roche gneissique grenatifère entre Riverie et le petit Machizeau. M. Gonnard a rencontré le même minéral transformé en gigantolite dans les filonnets granulitiques de gneiss de la montée de la Butte à Lyon (*Ac. Sc. Lyon.* 1880) et de la rive droite de l'île Barbe près Lyon (*B. S. M.* XII. 16. 1889); elle est généralement d'un gris verdâtre. Quand elle est engagée dans le quartz (île Barbe), elle disparaît parfois par décomposition, laissant des vides polyédriques; la cordiérite altérée a été trouvé à Sainte-Foy-l'Argentière.

Morvan. — *Saône-et-Loire*. Je dois à l'obligeance de M. Berthier la communication de superbes pseudomorphoses de cordiérite qu'il a trouvées à Ozon en Montmort au 9e km. de la route de Toulon-sur-Arroux à Luzy. Elles forment des masses bronzées, se clivant largement suivant la base. Chaque plan de séparation ainsi produit est recouvert de mica et constitué par des lames de mica implantées perpendiculairement à la base (fig. 4, page 516). Ces pseudomorphoses englobent rarement de gros cristaux indistincts de rutile ferrifère. Elles constituent le type le plus régulier de gigantolite que j'aie eu l'occasion d'étudier.

Nièvre. La cordiérite en pseudomorphoses (gigantolite) noires lamellaires se rencontre dans les granulites à l'est de la route de Lorme à Avallon, près de Saint-Martin du Puits.

Côte-d'Or. La collection du Muséum renferme un granite porphyroïde à gigantolite provenant du pont de Beauserin près Semur.

Vosges. — *Vosges*. Les gneiss à cordiérite abondent dans les Vosges et notamment dans le massif de Gérardmer (la Beheuille, Til du Goutte, Rose Haut des Frais, Noirgoutte, Grand-Martin à l'entrée des gorges de la Vologne). La cordiérite se trouve aussi dans les granulites à la Beheuille, à Préchamps près du Tolly, à la cascade du Tendon, aux Xettes, dans la plaine de Martimpré et à Haut des Fraix. Toutes ces indications m'ont été fournies par M. Vélain. Je ne crois pas qu'on ait trouvé de cristaux distincts dans ces divers gisements.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Savoie*. Favre a signalé (*Rech. géol. sur la Savoie*, II. 427) l'existence de la cordiérite altérée (pinite) dans le granite (protogine) de divers points du massif du mont Blanc et notamment près de Jeurs (Tête noire).

Algérie. — *Constantine*. Des enclaves de gneiss à cordiérite, andalousite, sillimanite, ont été rencontrées, par M. Gentil, dans l'andésite quartzifiée du col de Bou Serdoun à environ 5 kilomètres de Collo, sur la route de Cheraia. C'est dans cette roche que se trouvent les beaux cristaux d'apophyllite qui seront étudiés tome II.

b) *Dans les microgranulites et les rhyolites (porphyres)*.

C'est dans les microgranulites et les porphyres pétrosiliceux que se rencontrent en France les cristaux les plus nets de cordiérite, mais ce minéral n'y est jamais intact : il est toujours transformé en pinite.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. La pinite a été signalée pour la première fois dans ce département par Cocq (plus tard Lecoq) (*J. M.* XVII. 307. 1804). Elle y existe en cristaux de première consolidation dans la microgranulite d'un assez grand nombre de gisements. Ceux qui ournissent les plus beaux cristaux sont Isserteaux près St-Pardoux et Manzat (et non Morat); ces cristaux atteignent 3^{cm} suivant l'axe vertical sur 1^{cm}5 de largeur. Ils sont d'un gris plus ou moins clair, parfois brunâtres ou noirâtres. L'éclat est gras, la cassure esquilleuse, le minéral est tendre, n'offre généralement aucune trace de clivage basique dans les échantillons que j'ai observés; des variétés clivables y ont cependant été signalées (Gonnard, *op. cit.*). A Isserteaux, ils se dégagent facilement de la roche altérée qui les renferme, tandis qu'à Manzat il est difficile d'extraire de celle-ci des cristaux distincts. Aussi est-ce d'Isserteaux que proviennent la plupart des cristaux indiqués dans les collections comme pinite d'Auvergne.

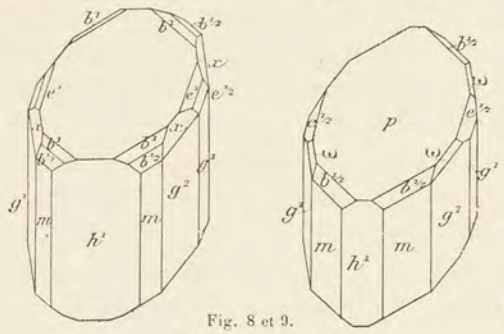


Fig. 8 et 9.
Pinite d'Isserteaux.

Les formes habituelles sont p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010), avec souvent g^2 (130), $e^{1/2}$(021), $b^{1/2}$ (111).

M. des Cloizeaux a décrit (*op. cit.*, I, et atlas, fig. 134 et 135) un cristal plus complexe présentant les formes : p (001), m (110), h^1 (100), g^2 (130), a^x (h0l), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021), b (112), $b^{1/2}$ (111), x (7. 21. 4) (fig. 8, d'après M. des Cloizeaux) et un autre dans lequel x est remplacé par ω (131) (fig. 9, d'après M. des Cloizeaux).

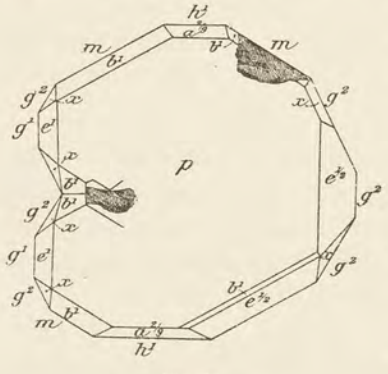


Fig. 10.
Pinite d'Isserteaux.

Tout récemment M. Gonnard a décrit (*B. S. M.* XVI. 17. 1893) un fort beau cristal provenant également d'Isserteaux et présentant les formes p (001), m (110), h^1 (100), g^2 (130), g^1 (010), $a^{2/9}$ (902), $e^{1/2}$ (021), b^1 (112) avec x (7. 21. 4) ou ω (131). (fig. 10, d'après M. Gonnard).

Les cristaux de pinite d'Auvergne présentent assez souvent des groupements à angles droits. (fig. 11) et plus rarement des groupements à 60°, semblables à ceux de la staurotide. Les macles décrites plus haut ne sont pas rares et se manifestent par des lignes de suture sur les faces de la zone verticale.

La pinite se trouve en cristaux plus petits et moins riches en faces dans la microgranulite de Sermentison, de Pranal près Pontgibaud (rive droite de la Sioule), près de Mont-la-Côte au nord de Bromant, dans les champs de La Gardette près de Saint-Avit (Gonnard, *op. cit.*, 57), etc.

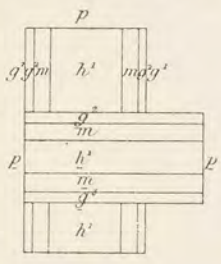


Fig. 11.

Cristaux de pinite d'Isserteaux, groupés à angle droit.

Morvan. — *Saône-et-Loire.* Les microgranulites et les porphyres pétrosiliceux du Morvan (particulièrement dans l'Autunois) sont localement riches en petits cristaux verdâtres de pinite à formes parfois très nettes. Je n'y ai jamais observé que p (001) et les diverses formes de la zone prismatique énumérées plus haut.

Nièvre, *Yonne* et *Côte-d'Or*. M. Michel Lévy m'a signalé l'abondance de la pinite en cristaux très nets dans les filons de microgranulite (N.-E.) que l'on observe au bois de Bazoche près Chastellux (*Yonne*), à Lormes (*Nièvre*), dans les porphyres pétrosiliceux du bassin houiller de Sincey-lés-Rouvray (*Côte-d'Or*), et dans les filons (N.-E.) de la même roche du Moulin-Cadoux près Magny et de Presle au N.O de Sainte-Magnance (*Yonne*), dans ceux du bois de Chidde (*Nièvre*). Les échantillons de ce dernier gisement que j'ai eu l'occasion de voir dans la collection de M. Berthier sont très nets ; ils n'atteignent que 3 à 4^{mm} et sont d'un vert pâle. Ils présentent les formes communes de la pinite du Puy-de-Dôme et sont parfois groupés à angle droit.

Les porphyres des environs de Semur (*Côte-d'Or*) et en particulier ceux de Saulieu renferment de beaux cristaux de pinite offrant la même forme que ceux des autres gisements du Morvan.

Vosges. *Haute-Saône.* M. Vélain m'a signalé l'existence de beaux cristaux de pinite dans la microgranulite du Raddon près Ternuay.

Algérie. — *Constantine.* M. Gentil m'a remis de jolis cristaux d'un vert pistache de pinite provenant des microgranulites des environs de Collo. Ils présentent des faces remarquablement nettes : m (110), h^1 (100), g^1 (010), g^2 (130), avec parfois $e^{1/2}$ (021) et $b^{1/2}$ (111). Ils atteignent 1^{cm}

suivant l'axe vertical, mais le plus généralement n'ont que quelques millimètres de longueur ; leur couleur est parfois blanche ou rouge.

2° *Dans les schistes paléozoïques métamorphisés au contact du granite ou de la granulite.*

a) *au contact du granite.*

La cordiérite est un élément fréquent des schistes micacés de contact immédiat du granite ; mais, dans les gisements français, ce minéral ne s'y rencontre que comme élément *microscopique*. Il forme alors des cristaux prismatiques souvent groupés en grand nombre à axes parallèles ; ces cristaux sont généralement postérieurs à l'andalousite qu'ils accompagnent.

Bretagne. — *Finistère*. Je l'ai notamment observé dans les schistes micacés à andalousite (type Huelgoat) de divers gisements et notamment de ceux du contact immédiat du granite de Huelgoat (page 41).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Le même minéral est très abondant dans les quartzites paléozoïques métamorphisés par le granite des environs de Cauterets (pic de Péguères, Soum de Liar). Il y forme de grands cristaux généralement transformés en mica cryptocristallin (*pinite*). A l'œil nu, ces pseudomorphoses se montrent sous forme de taches d'un noir verdâtre à éclat cireux qui donnent à la roche un aspect très caractéristique.

Vosges. — [*Alsace*]. M. Rosenbusch a signalé la formation de cordiérite dans les cornéennes de contact immédiat du granite de la vallée de Barr Andlau (*Die Steiger Schiefer*, Strassburg 1877. 143).

b) *au contact de la granulite.*

Pyrénées. — Les schistes micacés à andalousite et staurotide du précambrien des Pyrénées (page 38) renferment très souvent de la cordiérite. Au microscope, on voit qu'elle constitue de grandes plages, souvent dentelliformes, moulant les deux minéraux précédents ainsi que les grains anciens de quartz.

Les plus beaux exemples à citer de ce genre de ce gisement de cordiérite se trouvent dans la zone de schistes micacés de la vallée de l'Ariège, aux environs de Savignac près Ax (*Ariège*). On a vu plus haut

que les filons de quartz à andalousite qui traversent ces schistes renferment parfois eux-mêmes d'énormes cristaux de cordiérite altérée.

Haute-Garonne. La cordiérite intacte ou altérée a été signalée par M. Jannettaz (*B. S. G.* XX. 202. 1863) dans les schistes métamorphisés de la Tour de Castel Vieil près Bagnères-de-Luchon, où elle accompagne la prétendue gédrite, qui sera étudiée plus loin.

L'examen microscopique fait voir que cette cordiérite est remarquablement intacte.

3° *Dans les enclaves des roches volcaniques, comme élément d'origine métamorphique.*

Plateau Central. — Dans un petit nombre d'enclaves de quartzite ou de micaschiste trouvées dans les basaltes [Thiézac (*Cantal*), Orgues d'Espaly (*Haute-Loire*)], j'ai observé la formation par voie de fusion de cristaux *microscopiques* maclés de *cordiérite* présentant les particularités de ceux dont il va être question dans le paragraphe suivant (*Les encl. des roches volc.* 85).

On a vu page 525 que la cordiérite qui abonde dans les enclaves énallogènes des trachytes et andésites du Plateau Central, et en particulier dans celles du Puy-de-Dôme, est un élément normal de ces enclaves, et n'est pas pyrogène.

4° *Dans les roches houillères fondues par les incendies souterrains.*

Plateau Central. — *Allier*, *Aveyron* et *Saône-et-Loire*. Les incendies qui se sont déclarés depuis longtemps dans la Grande Couche de houille de Commentry ont puissamment modifié les roches encaissantes. La tranchée Saint-Edmond permet d'étudier facilement les phénomènes de fusion plus ou moins complète que présentent les grès et les schistes houillers.

Ces roches, suivant leur composition initiale et leur position par rapport au foyer de l'incendie, sont, ou bien vitrifiées, ou bien simplement fondues et transformées en roches grises ou noires, compactes ou celluleuses, véritables *laves* offrant les diverses variétés de texture (*laves cordées*, *scoriacées*; etc.) que l'on observe dans les roches volcaniques basiques modernes. Ces faits sont trop connus pour qu'il soit

nécessaire d'insister. Il n'en est pas de même de la composition minéralogique des produits ainsi formés.

Mallard a étudié (*B. S. M.* IV. 230.1881) l'un d'eux constituant une roche grise, formée de pyroxène et d'anorthite et renfermant des grains d'un phosphure de fer (*rhabdite*); il a montré son analogie, d'une part avec quelques roches volcaniques et de l'autre avec certaines météorites ainsi qu'avec les roches reproduites synthétiquement par MM. Fouqué et Michel Lévy. J'ai moi-même décrit d'autres roches remarquables que j'ai recueillies dans ce gisement (*C. R.* CXIII. 1060. 1891). La roche de Mallard semble être en effet une exception. Le type le plus abondant, qui constitue les laves ayant possédé le plus de fluidité, celui qui forme surtout les variétés cordées, celluleuses, est, en grande partie, *constitué par de la cordiérite.*

Ce minéral se présente en très petits cristaux, à contours nets; ce sont des prismes hexagonaux, formés par les macles décrites plus haut (fig. 2 et 3). Ils atteignent rarement $0^{mm},25$ et sont parfois extrêmement petits. Dans les lames minces, ils sont colorés en violet, sont très pléochroïques et possèdent en lumière polarisée, parallèle et convergente, toutes les propriétés optiques de la *cordiérite*. Souvent, un très petit cristal, dépourvu d'inclusions, est encapuchonné par un grand cristal riche en inclusions vitreuses, et en inclusions de spinellides. Les sections p (001) montrent que les deux individus sont formés de groupements complexes, mais que les bandes hémitropes sont indépendantes d'un cristal à l'autre.

Cette cordiérite forme, presque à elle seule, des roches observées en blocs de très grandes dimensions; mais, eu égard à la petitesse des cristaux, il est impossible d'isoler le minéral dans un état de pureté suffisante pour une analyse quantitative. J'ai pu, toutefois, vérifier mon diagnostic optique par des essais chimiques nombreux : la magnésie y est notamment abondante.

Cette *cordiérite* est accompagnée de spinellides (*magnétite* et *spinelle* violet) en octaèdres a^1 (111) nets, souvent groupés en assemblages cristallitiques : il existe toujours un peu de verre incolore ou brunâtre. A ces éléments vient souvent se joindre l'*anorthite* en petits microlites presque rectangulaires, beaucoup plus courts que dans la roche de Mallard. Ce feldspath est, en général, de formation antérieure à celle de la cordiérite.

Enfin la composition devient parfois plus complexe encore par suite

du développement d'*augite*, formant de grandes plages souvent irrégulières qui englobent la cordiérite et l'anorthite : elles sont quelquefois disposées en *structure ophitique* avec ces derniers minéraux. On observe aussi souvent des assemblages arborisés d'augite rappelant les *chondres* des météorites.

La plus ou moins grande abondance relative de ces trois minéraux (*cordiérite*, *anorthite*, *pyroxène*), leurs dimensions très inégales suivant les échantillons, l'abondance ou la rareté du verre, donnent lieu à de nombreuses variétés pétrographiques.

Il est intéressant de remarquer que, toutes les roches qui nous occupent étant le produit de la fusion sur place de couches de schistes et n'ayant coulé que sur quelques décimètres, il n'y a pas eu brassage d'un grand volume de matière fondue : aussi le même échantillon offre-t-il souvent une composition très variable suivant les points considérés, et les roches examinées au microscope se montrent-elles souvent très inhomogènes : elles renferment des concentrations globulaires de composition spéciale. On rencontre fréquemment aussi des roches dont quelques strates seulement sont riches en cordiérite, alors que d'autres en sont totalement dépourvues.

Les roches de Commentry offrent un grand intérêt au point de vue général. Elles montrent, en effet, comment la *cordiérite* (si fréquemment développée par action de contact des roches éruptives les plus variées) peut prendre facilement naissance sous l'influence de la chaleur par modification de roches sédimentaires.

Elles jettent ainsi un jour nouveau sur l'origine possible de la cordiérite de certaines roches volcaniques et particulièrement de celle que l'on rencontre dans les enclaves d'un grand nombre d'entre elles. Les cristaux de Commentry sont surtout remarquablement identiques à ceux qui se produisent si souvent dans les grès et schistes argileux enclavés par les basaltes et auxquels il a été fait allusion plus haut.

Enfin, les roches microlitiques et ophitiques à anorthite et pyroxène sont tellement identiques aux laves modernes, que l'on entrevoit la possibilité de la formation de ces dernières aux dépens d'assises sédimentaires, placées dans des conditions rendant possible leur fusion.

La cordiérite semble être un produit habituel des roches houillères modifiées par la chaleur ; je l'ai, en effet, observé à Cransac (*Aveyron*) et à Épinac (*Saône-et-Loire*) dans les même conditions qu'à Commentry.

ASTROPHYLLITE

(H, Na K)^4 (Fe Mn)^4 (Ti Zr) Si^4 O^{16} (Brögger)[1].

Orthorhombique : $m\,m = 90°34'$.

$b : h = 1000 : 3346, 83$. D = 712,201. $d = 703, 634$.

$[a : b : c = 0,99025 : 1 : 4, 7101]$ (Brögger)[2].

Formes observées. g^1 (010), p (001), h^1 (100) ?

Faciès des cristaux. Je n'ai observé que des lamelles, isolées par l'iodure de méthylène de leur gangue pulvérisée. Elles se présentent sous forme rectangulaire ; elles sont aplaties suivant le clivage facile g^1 (010) et allongées suivant l'arête $p\,g^1$ (001) (010). Elles sont limitées par une face qui semble perpendiculaire à g^1 [h^1 (100)]. La face g^1 (010) porte de fines stries correspondant au clivage difficile p (001).

Clivages. Clivage g^1 (010), très facile, micacé, donnant des lames non flexibles se clivant en outre difficilement suivant p (001).

Dureté. 3.

Densité. 3,3 à 3,4.

Coloration et éclat. Les lames d'astrophyllite sont jaune foncé ; elles ont un éclat métalloïde un peu nacré ; elles sont parfois superficiellement brunes ou noires par altération.

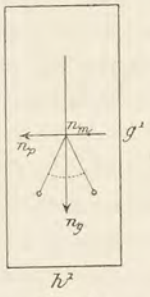


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à p (001).

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001) ; bissectrice aiguë *positive* perpendiculaire à h^1 (100) ; le clivage facile g^1 (010) est donc perpendiculaire à la bissectrice obtuse négative.

De la mesure de $2d$ autour de la bissectrice aiguë et de l'indice moyen $n_m = 1,903$ (que nous avons mesuré, M. Michel Lévy et moi, sur les cristaux du Langesundfjord), on déduit pour l'astrophyllite d'Evisa :

$$2\,V = 70° \text{ à } 75° \text{ environ.}$$

La mesure directe de la biréfringence a donné :

$$n_g - n_p = 0,055.$$

1. Formule approximative.

2. L'axe a de Brögger a été pris pour axe b afin d'avoir $a < b$ conformément à l'usage pour les minéraux orthorhombiques.

Pléochroïsme. Même en lames minces, la couleur et le pléochroïsme sont intenses avec :

$\mathbf{n_g}$ = jaune citron ;
$\mathbf{n_m}$ = jaune d'or orangé ;
$\mathbf{n_p}$ = jaune d'or foncé.

L'absorption va en croissant de $n_p > n_m > n_g$.

Composition chimique. La composition chimique du minéral de Langesundfjord et du Colorado est approximativement représentée par la formule donnée plus haut. Une partie du fer se trouve à l'état de $Fe^2 O^3$. Je n'ai pu isoler une quantité suffisante du minéral de Corse pour en faire l'analyse, mais des essais qualitatifs donnent les mêmes résultats que pour l'astrophyllite des gisements précités.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, se gonfle et fond en un émail noir. Donne avec le carbonate de soude et le borax les réactions du manganèse ; très difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. L'astrophyllite ressemble à un mica par son clivage facile ; elle en diffère par la non-flexibilité de ses lames, l'existence d'un second clivage parallèle au plan des axes optiques. L'axe n_p est perpendiculaire au clivage facile, comme dans les micas ; mais il constitue la bissectrice *obtuse* et non la bissectrice aiguë, comme dans ces derniers minéraux. La zone perpendiculaire au clivage est positive comme dans les micas ; mais le maximum de pléochroïsme a toujours lieu transversalement à l'allongement des lamelles (suivant n_p). Dans les lames de clivage, la biréfringence est très forte et le pléochroïsme encore transversal à l'allongement suivant pg^1 (001) (010).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'astrophyllite n'a été rencontrée jusqu'à présent que dans deux sortes de gisements, dans les syénites néphéliniques (*Norvège*, etc.) et dans des roches granitiques sodiques (*Colorado*). C'est dans ces dernières roches qu'on la trouve en France.

Corse. — L'astrophyllite a été indiquée par M. Leverrier comme élément *microscopique* des granulites à riebeckite du massif des Calangues de Piana (*C. R.* CIX. 38. 1889). M. Nentien a bien voulu me confier la collection des roches qu'il a recueillies dans cette région

et dont quelques échantillons ont été autrefois examinés par M. Leverrier.

De l'un d'eux, provenant de la route d'Evisa à Ota (sur le sentier muletier quittant la route forestière d'Evisa au col de Porto), j'ai pu extraire la petite quantité d'astrophyllite qui m'a permis de faire les constatations énumérées plus haut. Le minéral, séparé de la roche pulvérisée, par l'iodure de méthylène, forme des lamelles atteignant rarement 1^{mm} de plus grande dimension.

La roche qui contient l'astrophyllite est une pegmatite graphique à riebeckite à éléments fins. L'astrophyllite s'accole parfois à la riebeckite. Elle est contemporaine du quartz automorphe, quelques cristaux de ce minéral étant moulés par l'astrophyllite, alors que d'autres lamelles d'astrophyllite sont incluses dans le quartz.

Cette astrophyllite se rencontre dans les roches des environs d'Evisa dans les mêmes conditions que dans la granulite à riebeckite de San Peter's Dome (*Colorado*). Des pegmatites à très grands cristaux de riebeckite (voir cet article) existant dans cette même région, il est probable que des recherches entreprises dans ce but feront découvrir en Corse, comme au Colorado, des échantillons d'astrophyllite de plus grande taille que ceux que j'ai examinés.

MÉTASILICATES

PÉROWSKITE

$Ca\ Ti\ O^3$

Pseudocubique.

Formes observées. Je n'ai à m'occuper ici que de la pérowskite microscopique d'un basalte à mélilite; elle y forme de petits grains arrondis et très rarement des octaèdres réguliers.

Macles. (Voir aux propriétés optiques).

Clivages. Clivage *p* (100), non visible dans les cristaux microscopiques.

Dureté. 5,5.

Densité. 4,017 à 4,039.

Coloration et éclat. Jaune pâle, brun rouge, noire. En lames minces, jaune brunâtre.

Éclat adamantin et parfois éclat métallique. Transparente en lames minces.

Propriétés optiques. L'examen des propriétés optiques montre que la pérowskite est pseudocubique; elle présente des macles complexes et très enchevêtrées, qui peuvent s'expliquer de la même façon que celles du grenat pyrénéite (page 208), mais, de même que dans la boracite, il y a pénétration intime des divers individus constituant l'assemblage pseudocubique.

Dans les lames minces, la pérowskite montre des lames hémitropes croisées sous des angles de 90°, de 60° ou de 120° suivant l'orientation de la section considérée. Je n'insisterai pas sur ces propriétés optiques, qui ne peuvent être étudiées en détail dans la pérowskite de l'unique gisement dont j'ai à m'occuper (Pour plus de détails, voir : des Cloizeaux *B. S. M.* XVI. 218. 1893).

$2\,\mathbf{V}$ = voisin de 90° $\quad \rho > \nu$ autour de $\mathbf{n_g}$.

L'indice médian calculé est d'environ 2,39.

La biréfringence est variable et atteint 0,006 à 0,007.

Composition chimique. La formule donnée plus haut correspond à la composition suivante :

TiO^2	58,9
Ca O	41,1
	100,0

Une petite quantité de calcium est remplacée par une proportion équivalente de fer.

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau. Avec le sel de phosphore au feu réducteur, la perle est d'un gris verdâtre et devient bleue en refroidissant ; au feu oxydant, elle est verdâtre, elle devient incolore par refroidissement. Décomposée par l'acide sulfurique chaud.

Diagnostic. La forte réfringence, les macles, la coloration et la faible biréfringence constituent un bon diagnostic de la pérowskite dans les plaques minces de roches.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les beaux cristaux de pérowskite se rencontrent particulièrement dans les calcaires et les schistes cristallins ainsi que dans les calcaires sédimentaires métamorphisés par des roches éruptives (syénites néphéliniques). Il n'existe aucun gisement de ce genre en France.

Comme élément microscopique, la pérowskite se trouve dans diverses roches basiques à néphéline et à mélilite.

Dans les néphélinites à mélilite.

Vosges. — Dans quelques-uns des échantillons de la néphélinite d'Essey-la-Côte que je dois à l'obligeance de M. Vélain, j'ai trouvé des cristaux de mélilite (*Les encl. des roches volc.*, p. 530) accompagnés de grains et d'octaèdres *microscopiques* de pérowskite.

GROUPE DES PYROXÈNES

Les minéraux de ce groupe présentent entre eux les plus remarquables analogies, bien qu'ils cristallisent dans des systèmes différents (orthorhombique, monoclinique et triclinique). Leur forme primitive est un prisme voisin de 87° et de 93°, parallèlement auquel il existe des clivages plus ou moins faciles.

Les angles des principales zones sont très voisins dans les divers pyroxènes.

Dans les pyroxènes orthorhombiques et dans les pyroxènes monocliniques, le plan des axes optiques est compris dans la face tronquant l'angle obtus du prisme.

Au point de vue chimique, les pyroxènes sont essentiellement des métasilicates de calcium, de magnésium et de fer ($R'' Si O^3$); mais beaucoup d'entre eux possèdent une formule plus compliquée et renferment une proportion parfois considérable de sesquioxydes.

Quelques-uns de ceux-là peuvent être représentés par la formule $R' R''' (Si O^3)^2$; tandis que d'autres peuvent être considérés comme constitués par des mélanges des deux radicaux précédents et d'un radical hypothétique $R'' R'''^2 Si O^6$ (Tschermak). Le silicium peut être en partie remplacé par du titane. Dans ces diverses formules,

$R' = Na, Li$; $R'' = Ca, Mg, Fe$, plus rarement Mn, Zn, Ce; $R''' = Al, Fe$, plus rarement Cr et V.

A ce groupe des pyroxènes normaux, on peut joindre quelques minéraux (titanifères, zirconifères ou niobifères) se rapprochant d'eux, soit par la composition chimique, soit par la forme ou les propriétés optiques.

Ainsi largement compris, le groupe des pyroxènes est constitué par les espèces suivantes :

a) Pyroxènes orthorhombiques.

Enstatite .... $Mg Si O^3$
Bronzite .... $(Mg, Fe) Si O^3$
Hypersthène. $(Fe, Mg) Si O^3$

b) Pyroxènes monocliniques.

Pyroxènes proprement dits.	*Diopside*	$Ca, Mg (Si O^3)^2$
	Hédenbergite	$Ca, Fe (Si O^3)^2$
	* *Schefferite*	$(Ca, Mg)(Fe, Mn)(Si O^3)^2$
	* *Jeffersonite*	$(Ca, Mg)(Fe, Mn, Zn)(Si O^3)$
	Augite	$m\,Ca\,(Mg, Fe)\,(Si O^3)^2 + n(Mg, Fe)(Al, Fe)^2 Si O^6 + p\,Na\,Al\,(Si O^3)^2$
	Ægyrine	$Na\,Fe'''\,(Si O^3)^2$
	Jadéite	$Na\,Al\,(Si O^3)^2$
	Triphane	$Li\,Al\,(Si O^3)^2$
Annexe aux pyroxènes monocliniques.	*Wollastonite*	$Ca\,Si\,O^3$
	* *Pectolite*	$H\,Na\,Ca^2\,(Si O^3)^3$
	* *Rosenbuschite*	$Na^2 Ca^3 [(Si, Zr, Ti) O^3]^4$
	Låvenite	$(Mn, Ca, Fe)(Zr, O, F)\,Na(SiO^3)^2$
	Wöhlerite	$Ca^{10} Na^5 Si^{10} Zr^3 Nb^2 O^{42} F^3$
	* *Johnstrupite* et *Mosandrite*	$Ce^2 Ca^8 Na^3 (F, OH)^7 (Si O^3)^9$
	Rinkite	$Ce^2 Ca^4 Na^3 (Si, Ti)^6 O^{19} F^3$

c) Pyroxènes tricliniques.

	Rhodonite	$Mn\,Si\,O^3$
*	*Babingtonite*	$(Ca, Fe, Mn)SiO^3 + m\,Fe^2(SiO^3)^3$
*	*Hiortdahlite*	$Na^4, Ca^{12} (Si, Zr)^{14} O^{39} F^6$

Les espèces dont les noms sont précédés d'un * ne se trouvent pas dans les gisements français. Je n'aurai donc pas à m'en occuper ici.

PYROXÈNES ORTHORHOMBIQUES

L'*enstatite* ne présente que rarement la composition théorique $Mg\,Si\,O^3$; le plus souvent elle est ferrifère et se rapproche plus ou moins de la *bronzite*. Suivant l'exemple de M. Tschermak, je réserve

le nom de *bronzite* aux pyroxènes orthorhombiques dans lesquels la proportion de Fe O ne dépasse pas 12 %. Ceux qui sont plus ferrugineux constituent l'*hypersthène*.

Comme les pyroxènes monocliniques, les pyroxènes rhombiques renferment fréquemment des quantités variables d'alumine.

La distinction entre enstatite et hypersthène est légitime, car les variations de composition chimique sont accompagnées de variations très caractéristiques dans les propriétés optiques.

Propriétés optiques. Pour tous ces minéraux, le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010) ; n_g est perpendiculaire à p (100), n_p à h^1 (100).

Dans l'enstatite, n_g est la bissectrice aiguë des axes optiques (fig. 1).

$$2\mathbf{V} = 69^\circ \text{ environ et } \rho > \nu ;$$

cet angle augmente avec la teneur en Fe O, pour devenir (fig. 2) :

$$2\mathbf{V} = 90^\circ$$

quand la proportion de Fe O s'élève à 10 % (bronzite) (fig. 2). Au delà de cette limite, n_p devient bissectrice aiguë (hypersthène) (fig. 3) et, autour d'elle, l'angle 2V diminue à mesure que la proportion de Fe O s'élève. La dispersion est $\rho > \nu$ autour de cette bissectrice aiguë.

En d'autres termes, l'écartement des axes autour de n_g croît d'une façon continue avec le Fe O.

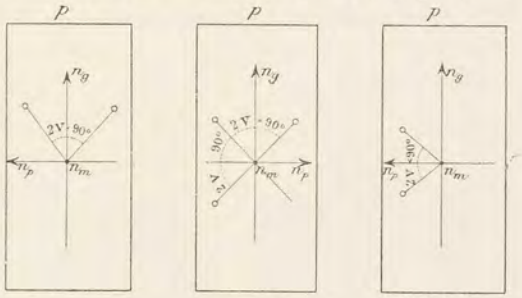


Fig. 1. Enstatite. Fig. 2. Bronzite. Fig. 3. Hypersthène.

Face g^1 (010) des pyroxènes orthorhombiques, parallèle au plan des axes optiques, montrant la position de la bissectrice *aiguë*.

La biréfringence, la réfringence et la densité augmentent avec la teneur en fer, de l'enstatite à l'hypersthène.

Propriétés géométriques. Les valeurs des paramètres paraissent très voisines dans les divers pyroxènes orthorhombiques, bien qu'aucune enstatite très pauvre en fer n'ait encore été mesurée.

Bronzite (13,6 % de Fe O); $a : b : c = 0{,}97020 : 1 : 0{,}57097$ (v. Lang, météorite de Breitenbach);

Hypersthène (25,6 % de Fe O) ; $a : b : c = 0{,}97133 : 1 : 0{,}57037$ (vom Rath, lac de Laach).

Conformément à l'usage admis pour les minéraux orthorhombiques, l'axe a a été pris plus petit que 1, l'angle obtus de mm (93° environ) étant placé en avant. Cette position a toutefois l'inconvénient de cacher les analogies que présentent entre eux les pyroxènes orthorhombiques et les pyroxènes monocliniques ; les faces respectivement notées g^1 (010) dans les premiers, h^1 (100) dans les seconds, ayant la même position par rapport à l'angle obtus des clivages m (110) et possédant des propriétés physiques comparables. Si l'on prend le paramètre a donné plus haut comme b (= 1) afin d'obtenir une même position pour les deux séries de pyroxènes, on a :

Bronzite, $a : b : c = 1{,}0307 : 1 : 0{,}5885$;
Hypersthène, $a : b : c = 1{,}0319 : 1 : 0{,}5872$.

Macles. — Les pyroxènes orthorhombiques présentent tous les mêmes macles :

1° Macles en croix constituées par 2 ou 3 individus avec a^1 (101) pour face d'association ;

2° Macles polysynthétiques suivant e^3 (014). Ces macles sont d'origine secondaire et sont très fréquentes dans les pyroxènes rhombiques des roches grenues (péridotites, norites, etc.). Elles se manifestent sur le clivage g^1 (010) par des gouttières, perpendiculaires à l'axe vertical.

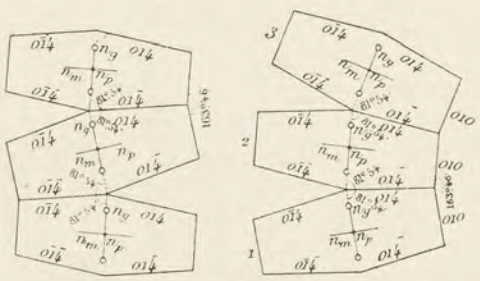


Fig. 4 et 5.
Variétés que présentent les macles polysynthétiques suivant e^3 (014). Sections h^1 (100)

J'ai décrit en détail (*Nouv. Arch. du Muséum*, VI. 234) les deux variétés de cette macle que j'ai observées dans la bronzite des lherzolites des Pyrénées.

Dans le premier type, les individus maclés s'éteignent de deux en deux quand on les examine entre les nicols croisés ; dans le second, au contraire, chaque individu présente une orientation différente du précédent ; si le nombre des individus composants est suffisant, il se produit un groupement en roue rappelant celui des cristaux de rutile maclés suivant b^1 (112). Les figures 4 et 5 rendent aisément compte de ces macles.

Dans le premier cas, la plage 2 peut être considérée comme ayant sa face $(0\bar{1}\bar{4})$ parallèle à la face $(0\bar{1}4)$ du cristal 1 et $(01\bar{4})$ du cristal 3, tandis que, dans le second cas, la face $(01\bar{4})$ du 3e cristal est parallèle à la face $(0\bar{1}4)$ du cristal 2, mais n'est parallèle à aucune de celles du cristal 1.

Les fig. 6 et 7 montrent l'aspect que présentent ces deux macles dans les plaques minces de roches.

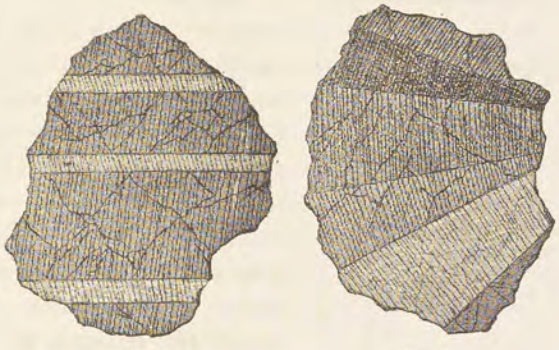


Fig. 6. Fig. 7.

Lames minces de bronzite de la lherzolite des Pyrénées, maclées suivant e^4 (014) et correspondant aux dispositions respectivement représentées par les figures 4 et 5 (Lumière polarisée).

Groupements réguliers des pyroxènes rhombiques et d'autres minéraux. — Pyroxènes rhombiques et pyroxènes monocliniques. — Les groupements réguliers de pyroxènes rhombiques avec les pyroxènes monocliniques (augite, diallage) sont très fréquents. Ils se présentent avec des particularités spéciales, suivant la nature de la roche qui les renferme, mais ils ont tous un caractère commun. Les deux minéraux sont associés suivant la face qui dans chacun d'eux présente la même importance au point de vue des propriétés physiques : la face g^1 (010) pour les pyroxènes rhombiques et la face h^1 (100) pour les pyroxènes monocliniques. On voit, en effet, que ces deux faces sont homologues dans les deux systèmes. Ce sont elles qui tronquent l'angle obtus du prisme de 93°; c'est suivant elles qu'a

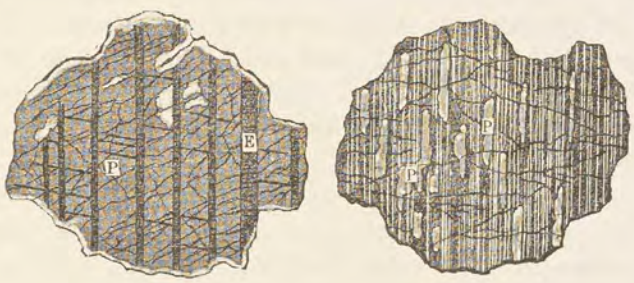


Fig. 8. Fig. 9.

Lames minces de pyroxènes rhombiques et monocliniques régulièrement associés (Lherzolite de l'Ariège). Dans la fig. 8, le diallage (P) englobe la bronzite (E) sous forme de lames parallèles; inversement, dans la fig. 9, c'est la bronzite qui englobe les bandelettes de diallage (P).

lieu la lamellisation caractérisque de l'hypersthène et du diallage.

Dans les roches grenues (péridotites et nodules à hornblende, pyroxénolites, gabbros, norites), les deux minéraux sont associés sous forme de bandelettes alternatives; le diallage est le plus souvent l'élément dominant de l'assemblage, englobant l'autre (fig. 8), bien que l'inverse ne soit pas rare (fig. 9).

Dans les roches volcaniques, les pyroxènes rhombiques et monocliniques s'associent de deux façons différentes: tantôt il y a simple accolement des deux minéraux (fig. 11), tantôt l'augite englobe l'hypersthène (fig. 12). Les deux cas coexistent dans une même roche; ils se rencontrent dans presque toutes les roches volcaniques à bronzite ou à hypersthène. Ces groupements ne peuvent se voir qu'à l'aide du microscope. Ils sont bien mis en évidence par les propriétés optiques et notamment par la biréfringence différente des deux minéraux.

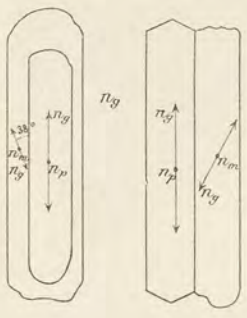


Fig. 10. Fig. 11.

Groupements réguliers de pyroxène rhombique et de pyroxène monoclinique, par *englobement* (fig. 10), ou par *accolement* (fig. 11). (Andésites à hypersthène d'Auvergne, etc.)

Pyroxènes rhombiques et amphibole. — Les groupements de pyroxènes rhombiques et de hornblende sont analogues à ceux qui viennent d'être décrits, mais ils sont plus rares (lherzolite des Pyrénées).

Pyroxènes rhombiques et péridot. — Les groupements chondritiques d'enstatite et d'olivine sont décrits page 552 (fig. 2 et 3; voir aussi fig. 18, page 191); ils consistent en une interpénétration des deux minéraux présentant une forme cristallitique : ils ne constituent plus de groupements liés par une relation géométrique.

Je ne me suis occupé ici que des groupements primaires; beaucoup des produits d'altération qui vont être décrits sont aussi géométriquement orientés sur le minéral primordial.

Inclusions. Les inclusions caractéristiques de l'hypersthène seront décrites page 554 (fig. 1). Les pyroxènes rhombiques présentent, dans les roches grenues, des inclusions gazeuses ou liquides souvent allongées suivant l'axe vertical de leur hôte, plus rarement des inclusions vitreuses. Dans les roches volcaniques ils possèdent fréquemment de très belles inclusions vitreuses avec ou sans bulle ou cristaux de magnétite.

Essais pyrognostiques. L'enstatite est à peu près infusible au chalu-

meau et insoluble dans les acides; la fusibilité augmente et la résistance aux acides diminue avec la teneur en fer.

Altérations. — Altérations atmosphériques. — *a*) Transformation en bastite. — La transformation en *bastite* est l'homologue de la serpentinisation du péridot. On a vu page 424 que la bastite est une variété d'antigorite; elle présente ceci de particulier, qu'elle est géométriquement orientée sur le minéral qu'elle épigénise et qu'en outre un seul cristal de bastite se produit aux dépens d'un seul cristal de pyroxène rhombique. Le clivage facile des deux minéraux a lieu dans la même direction; mais les propriétés optiques sont différentes, ce clivage étant parallèle au plan des axes optiques du pyroxène rhombique et perpendiculaire à la bissectrice aiguë négative de la bastite. La réfringence de ce dernier minéral est bien plus faible que celle du pyroxène.

A l'œil nu, la bastite est verte ou jaune avec éclat bronzé.

La transformation s'effectue d'une façon fort irrégulière, tantôt suivant les clivages ou les cassures, tantôt par la périphérie. La fig. 1 de la page 549 représente un échantillon offrant de la façon la plus nette cette dernière particularité. Au milieu de la serpentine du Moun caou provenant d'une lherzolite porphyroïde s'observent des *yeux* dont le centre jaune brun est constitué par la bronzite intacte entourée par une zone verte de bastite.

b) Transformation en talc. — L'hypersthène d'Arvieu (*Aveyron*) se transforme parfois en talc fibrolamellaire qui conserve encore les inclusions titanifères de ce minéral.

Ouralitisation. — L'ouralitisation des pyroxènes rhombiques est beaucoup moins fréquente que celle des pyroxènes monocliniques. Dans les lherzolites de l'Ariège, j'ai observé des cas fréquents de transformation de bronzite en amphibole vert pâle (*Nouv. Arch. du Muséum, op. cit.* 1894); tantôt celle-ci forme des facules, tantôt elle constitue des traînées longitudinales ou transversales au milieu du pyroxène rhombique avec lequel elle est géométriquement orientée.

Plus rarement, les lherzolites sont traversées par de fines diaclases sur les bords desquelles tous les éléments, y compris la bronzite, se transforment en amphibole dentelliforme ou cristallitique au milieu de dipyre (Lherz, Sem).

J'ai décrit en outre dans la lherzolite du Tuc d'Ess (*Haute-Garonne*)

des transformations curieuses; tous les éléments de la roche disparaissent et sont remplacés par une association dentelliforme d'amphibole, de spinelle vert et d'anorthite. On y voit souvent des débris de bronzite sur lesquels sont implantés les cristaux d'amphibole (*op. cit.* p. 256).

Transformation en anthophyllite. — Je décrirai page 557 avec quelques détails un genre particulier de transformation d'hypersthène en anthophyllite.

Altérations dues à la chaleur ou à l'action des magmas volcaniques. — Dans les enclaves (homœogènes ou énallogènes) des roches volcaniques basiques, on observe très souvent des phénomènes de fusion des pyroxènes rhombiques; ils sont accompagnés de recristallisations, non pas du minéral primordial, mais d'augite. J'ai décrit et figuré (*Les encl. des roches volc.*) un grand nombre d'exemples de ce genre, observés, soit dans les nodules à olivine des basaltes d'Auvergne etc., soit dans des enclaves ayant la composition de norites. Les cristaux néogènes d'augite prennent souvent des formes cristallitiques et se réunissent en grand nombre pour former un squelette de grand cristal qui est fréquemment orienté sur le pyroxène rhombique aux dépens duquel ils se forment progressivement. Ces cristaux d'augite sont généralement accompagnés par du verre, des spinellides, par de l'olivine allongée suivant l'axe vertical, etc.

ENSTATITE — BRONZITE

$Mg\ Si\ O^3$ — $(Mg, Fe)\ Si\ O^3$

Formes observées. La bronzite des gisements français ne se trouve en cristaux distincts que dans quelques roches volcaniques; ils paraissent terminés par la face e^2 (012); le plus souvent le minéral forme des masses laminaires dépourvues de contours.

Déformations mécaniques. La bronzite des lherzolites des Pyrénées a subi des déformations mécaniques extrêmement intenses. Ses clivages sont souvent gondolés, et, dans les lames minces, on constate, grâce

aux propriétés optiques, que le minéral a été tordu. Des macles secondaires suivant e^1 (014) sont fréquentes.

Clivages. Clivage *m* (110), plans de séparation souvent très faciles suivant g^1 (010), quelquefois suivant h^1 (100) ou *p* (001) (bronzite des lherzolites de l'Ariège).

Dureté. 5,5.

Densité. 3,1 à 3,4; 3,19 b. de Reichenweier (M. Linck), 3,27 (M. Damour, étang de Lherz), 3,359 (b. du mont Brézouard, M. Damour).

Coloration et éclat. Blanche, grisâtre, jaune, brune, vert olivâtre. Éclat vitreux, nacré sur les lames de clivage; quelquefois éclat un peu gras; éclat métalloïde dans certaines bronzites. Transparente ou translucide.

Propriétés chimiques. On a vu plus haut quelles sont les propriétés optiques de l'enstatite. Dans la bronzite, j'ai observé dans des plaques perpendiculaires à la bissectrice aiguë positive normale à *p* (001) (lumière rouge) :

	Enstatite du mont Zdjar.	Bronzite[1]
$n_m =$	1,639	1,668 (Kupferberg) (Dx)
$2V =$	69°42′	70° environ. Lherz

Pléochroïsme. L'enstatite et la bronzite sont incolores en lames minces. Dans les sections de $0^{cm}10$ d'épaisseur, j'ai observé pour la bronzite de l'étang de Lherz :

n_g = vert clair;
n_m = jaune brunâtre;
n_p = jaune pâle.

Composition chimique. *a*) Composition correspondant à la formule théorique $Mg\,Si\,O^3$;

Analyses de la bronzite : *b*) d'un nodule à olivine de Reichenweier, par M. Linck. (*Mittheil. Comm. geol. Landesanst. Elsass-Loth.* I. 49. 1887);

c) de la bronzite de la lherzolite de Lherz, par M. Damour (*B. S. G.* XIX. 414. 1862);

1. Voir la note de la page 555.

d) de la bronzite de la serpentine du mont Brézouard, par M. Damour (*in* Dx *op. cit.* I. 45).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
SiO^2.....	60	54,76	56,70	52,67
TiO^2.....	»	»	»	0,60
Al^2O^3.....	»	4,90	0,60	4,84
Fe^2O^3.....	»	»	»	2,07
FeO.....	»	9,35	7,72	5,11
MgO.....	40	30,22	33,61	32,82
CaO.....	»	»	»	1,55
Alcalis.....	»	»	»	0,94
H^2O.....	»	»	1,04	»
	100	99,23	99,67	100,60
Densité		3,359	3,27	3,19

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, l'enstatite est à peu près infusible. La bronzite s'arrondit seulement sur les bords. Inattaquable par les acides.

Altérations. (Voir page 545).

Diagnostic. L'enstatite et la bronzite se distinguent de l'hypersthène par leurs propriétés optiques; l'enstatite et la plupart des bronzites sont incolores en lames minces. Le meilleur diagnostic différentiel de l'enstatite avec la bronzite consiste dans l'écartement des axes, qui dans la bronzite est toujours voisin de 90°.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS.

L'enstatite et la bronzite se rencontrent en France dans les diverses conditions suivantes :

1° Dans les roches éruptives grenues;

2° Dans les nodules à olivine des roches volcaniques basiques;

3° Dans les météorites.

1° *Dans les roches éruptives grenues.*

a) *Dans les norites, les péridotites et les pyroxénolites.*

Pyrénées. — La bronzite est l'un des éléments constitutifs de la lherzolite. Dans quelques gisements, elle se présente en grands individus porphyroïdes ou constitue des ségrégations dans la roche intru-

sive. (Pour plus de détails je renvoie à mon mémoire *Nouv. Arch. du Muséum*, *op. cit.*, 1894).

Basses-Pyrénées. La lherzolite porphyroïde du Moun caou en Louvie Juzon renferme en abondance des cristaux porphyroïdes de bronzite atteignant $1^{cm}5$; ils présentent parfois la macle suivant e^4 (014) macroscopique. La lherzolite de ce gisement est très altérée et transformée localement en serpentine.

J'ai recueilli un échantillon dont toute la masse est serpentinisée; le centre des grands cristaux de bronzite est seul intact; leur couleur jaune brunâtre tranche vivement sur celle de la bastite d'un vert foncé qui les épigénise à leur périphérie (fig. 1).



Fig. 1.
Bronzite se transformant à sa périphérie en bastite (Échantillon de la lherzolite du Moun caou, réduit de moitié).

Haute-Garonne. La lherzolite porphyroïde de Moncaup-Arguénos et celle du Tuc d'Ess près Coulédoux renferment de grands cristaux de bronzite semblables à ceux du Moun caou.

Ariège. La lherzolite de l'étang de Lherz, des ravins dominant le Bastard, de la vallée de Suc, des environs de Vicdessos et de la croix de Sainte-Tanoque en Lercoul sont à grains moyens ou à grains fins; l'enstatite n'y forme que très rarement de grandes plages de 1^{cm} avec macle e^4 (014) (ravin de la Plagnole); mais j'ai trouvé en divers points de cette région, et notamment à la Fontète rouge et à Porteteny près Vicdessos, des ségrégations plus grosses que la tête formées presque entièrement de bronzite brune lamelleuse. La lherzolite de Sem et des environs de Prades, au contraire, est à grands éléments, et, sur les surfaces altérées à l'air, on voit apparaître la bronzite et le pyroxène chromifère en grains atteignant souvent un ou deux centimètres.

Dans tous ces gisements et particulièrement dans ceux de l'Ariège, la bronzite brune est l'un des éléments constituants de roches filoniennes à grands éléments traversant la lherzolite, roches que j'ai décrites sous le nom de *bronzitites* (*Nouv. Arch. du Muséum*, VI. 270. 1894).

Plateau Central. — La bronzite se rencontre dans un grand nombre de serpentines de péridotites du Plateau Central; je citerai les seuls gisements suivants comme particulièrement intéressants.

Haute-Loire. Dans une collection de minéraux des serpentines de Coureuges en Saint-Préjet que vient de me remettre M. Bouhard, se trouvent des concentrations de bronzite formées par des cristaux de 2^{cm} de longueur, transformés en bastite d'un beau jaune d'or à éclat métallique. Ce gisement est le plus remarquable de ceux que j'ai à signaler au sujet de la bronzite[1]. M. Gonnard m'a donné un échantillon de serpentine des Lardons près Montfaucon (*B. S. M.* XVII. 276. 1894). Il renferme des plages de bronzite de plus de 1^{cm}, peu altérée en bastite ; ce minéral est par places presque entièrement entouré par un agrégat d'aiguilles d'une hornblende d'un vert sombre presque incolore en lames minces ; elles atteignent 1 à 2^{mm}.

Aveyron. La norite d'Arvieu renferme, à côté de l'hypersthène, dont il sera question plus loin, une bronzite jaune pâle ; on verra que l'hypersthène de ce gisement est très voisin de la bronzite.

Vosges. — [*Alsace*]. M. Damour a donné (*in* Dx, *op. cit.* I. 45) une analyse d'une bronzite trouvée par Fournet (*Ann. Soc. d'Agr. Lyon* 1847) dans la serpentine du mont Brézouard (ou Bressoir) en Faurupt (Starkenbach). C'est cette même bronzite qui a été étudiée plus récemment par M. Weigang (*Tschermak, Mitth.* 1875. 192).

Corse. — La bronzite se rencontre en grandes plages, généralement transformées en bastite à éclat métalloïde dans les péridotites serpentinisées de la Corse (particulièrement au cap Corse) ; elle y est associée à du diallage.

Algérie. — *Constantine*. La bronzite en grandes plages se trouve dans les lherzolites et leurs serpentines à Collo.

Nouvelle-Calédonie. — La bronzite abonde dans les harzburgites et leurs ségrégations à la Nouvelle-Calédonie. Elle se rencontre aussi dans des roches filoniennes (bronzitites avec ou sans diopside chromifère) qui forment des filons au milieu des péridotites. Ces bronzitites fournissent des échantillons comparables à ceux du mont Webster (Caroline du Nord) et de Kupferberg. Exceptionnellement, on y trouve des masses laminaires de bronzite atteignant 5^{cm} de plus grande dimension ; elles sont associées à des facules d'amphibole verte. Ces roches m'ont été communiquées par M. Pelatan.

1. La bastite de Coureuges en Saint-Préjet est la plus belle qui se trouve en France. Ce gisement est à ajouter à la page 425.

b) *Dans les roches volcaniques.*

Plateau Central. — *Lot*. M. Michel Lévy a décrit (*C. R.* CVIII. 597. 1889) des basaltes (mélaphyres) contemporains du houiller ou postérieurs à ce terrain qui ont été trouvés par MM. Maurel et Bergeron à l'est de Figeac dans la vallée du Célé, au nord de cette ville dans la vallée de Planiolles, enfin sur la rive droite du Lot, à Gaillot au sud de Faycelles. Ils renferment la bronzite en cristaux intratelluriques de $0^{cm}5$ à 1^{cm} et aussi en microlites; la bronzite est accompagnée de fort peu d'augite.

Il est possible que, dans quelques-unes des roches volcaniques décrites page 560, le pyroxène rhombique soit de la bronzite.

2° *Dans les nodules à olivine des roches volcaniques basiques.*

Les roches volcaniques basiques renferment des enclaves homœogènes ayant la composition minéralogique et la structure de la lherzolite grenue du type moyen des Pyrénées. La bronzite s'y présente avec les mêmes caractères que dans cette dernière roche.

Je renvoie à la page 87 pour les principaux gisements de ces nodules à olivine.

J'ajouterai cependant quelques autres gisements dont j'ai eu connaissance depuis la publication de cette partie de mon livre. Je ferai remarquer en outre que c'est à des bombes de ce genre que doit être rapportée la roche citée par M. des Cloizeaux (*op. cit.*, I. 541) à Beyssac (*Haute-Loire*) et qui est inexactement indiquée comme lherzolite dans la plupart des traités de minéralogie.

Vosges. — Nodules à olivine dans les néphélinites d'Essey-la-Côte.

[*Alsace*]. L'analyse *b* a été faite par M. Linck sur la bronzite des nodules à olivine de la limburgite de Reichenweier.

Provence. — *Bouches-du-Rhône*. Nodules à olivine très altérés dans la néphélinite de Beaulieu (M. Collot).

Algérie. — *Oran*. M. Gentil m'a remis des échantillons de nodules à olivine provenant des tufs de leucotéphrites d'Aïn-Témouchent.

Réunion. — M. Vélain m'a communiqué de beaux nodules à olivine provenant des basaltes de la Réunion.

3° *Dans les météorites.*

Les pyroxènes rhombiques se rencontrent en abondance dans les météorites sporadossydères (voir page 192 pour la liste des chutes françaises). Ils y présentent tous les types de composition observés dans les pyroxènes rhombiques terrestres. On les y observe rarement en cristaux distincts, mais généralement en grains ou en groupements chondritiques. Ceux-ci sont le plus souvent formés de cristallites allongés, parfois comme articulés. Ils forment fréquemment des groupes divergents asymétriques dont le point de départ se trouve, soit dans le chondre lui-même, soit en dehors (voir page 191, fig. 18, dans l'angle supérieur gauche). Quand les fibres sont très fines, la structure vue en lumière polarisée parallèle rappelle celle des sphérolites.

Plus rarement les éléments de ces chondres ont une disposition quelconque (fig. 2).

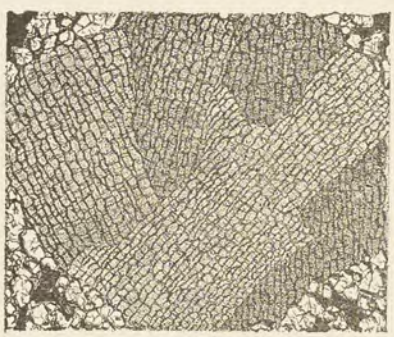


Fig. 2.
Lame mince d'un chondre de la météorite de Château-Renard formé par de l'enstatite en grandes baguettes articulées. (Grossissement de 200 diamètres; lumière polarisée.)

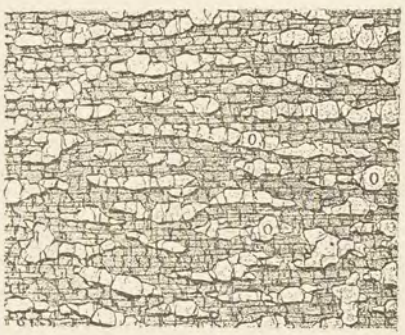


Fig. 3.
Lame mince d'un chondre de la météorite de Château-Renard, formé par l'association d'enstatite et d'olivine. (Grossissement de 200 diamètres; lumière polarisée.)

Tantôt le pyroxène rhombique constitue à lui seul les chondres, tantôt il y est intimement associé au péridot (fig. 3).

HYPERSTHÈNE

(Fe, Mg) Si O^3

$b : h = 1000 : 758{,}229$. $D = 717{,}315$. $d = 696{,}750$.

$[a : b : c = 0{,}97133 : 1 : 0{,}57037]$ vom Rath.

Formes observées. (Hypersthène du Capucin) : p (001), m (110), h^1 (100), h^3 (210), g^1 (010), g^3 (120); $a^{1/2}$ (201); e^4 (014), e^2 (012), $e^{4/3}$ (034), $e^{5/4}$ (045); $b^{1/2}$ (111); $a_3 = (211)$, $n = (b^1\, b^{1/3}\, h^{1/2})$ (212), $y = (b^1\, b^{1/7}\, h^{1/2})$ 432), $\xi = (b)^{1/3}\, b^{1/5}\, h^{1/2})$ (412), $x = (b^1\, b^{1/5}\, g^{1/2})$ (232).

Dans le tableau d'incidences qui suit, les abréviations Dx., R., O., B., sont mises en regard des mesures prises par MM. des Cloizeaux, vom Rath, Œbbecke et Busz, sur les cristaux du Capucin.

	Angles calculés	Angles mesurés	
mm sur h^1	91°40′	91°32′30″	(Dx.)
mh^1	* 135°50′	135°27′30″	(Dx.)
mg^1	134°10′	134° 6′	(Dx.)
		4′ à 18′	(R.)
g^1g^3	152°46′		
mg^3	161°24′30″		
h^1g^3	117°14′30″		
h^1h^3	154° 6′		
$pa^{1/2}$	130°25′		
$mb^{1/2}$ adj.	129°17′		
pa_3	127°17′		
na_3	160°25′		
$g^1e^{5/4}$	114°33′	114°32′	(B.)
$g^1e^{4/3}$			

	Angles calculés	Angles mesurés	
g^1e^2	105°55′	105°50′	(Dx.)
g^1e^4	98° 6′30″	97°26′	(Dx.)
h^1x	114° 2′30″		
h^1a_3	135°34′	135°48′	(Dx.)
$h^1b^{1/2}$	117° 1′	117°20′	(Dx.)
$a_3b^{1/2}$ adj.	161°27′	161°55′	(Dx.)
$b^{1/2}b^{1/2}$ s. g^1	125°58′		
h^1n	119°26′	119°6′40″	(Dx.)
h^1e^2	90°	90° 3′	(Dx.)
h^1n (sur e^2)	60°34′	60°35′	(Dx.)
nn sur e^2	121° 8′	121°20′	(Dx.)
g^1a^3	110°17′	110° 7′	(Dx.)
a_3a_3 sur h^1	139°26′	139°15′	(Dx.)

	Angles calculés	Angles mesurés	
g^1x	126°24′30″	126° 2′44″	(Dx.)
$g^1b^{1/2}$	116°11′	116°43′20″	(Dx.)
g^1n	103°49′	103°41′49″	(Dx.)
xn adj.	157°24′30″	157°	(Dx.)
$b^{1/2}n$ adj.	167°38′	167°30′	(Dx.)
$b^{1/2}x$ adj.	169°46′		
$b^{1/2}b^{1/2}$ s. n	127°38′	126°40′	(Dx.)
nn sur h^1	152°22′	152°	(Dx.)
mx adj.	134°53′30″	134°52′ à 54′	(R.)
mn adj.	121°16′		
ma_3 adj.	138°55′		
ma_3 opp.	* 105°42′		
ne^4 adj.	149°39′		

Faciès des cristaux. Les cristaux nets d'hypersthène sont toujours allongés suivant l'axe vertical ; tantôt les faces h^1 (100) et g^1 (010) sont également développées : la section des cristaux est alors carrée (fig. 7); tantôt au contraire les cristaux sont aplatis suivant g^1 (010) : leur section est dans ce cas rectangulaire (fig. 4) : dans les gisements décrits plus loin, l'aplatissement suivant h^1 (100), fréquent au lac de Laach, n'a jamais été constaté.

Les pointements ont parfois un développement dissymétrique (fig. 7) : les faces x (232) ne manquent jamais dans les cristaux des gisements français.

Le plus souvent, l'hypersthène se présente en grandes plages à éclat bronzé sans contours cristallins, lamellaires suivant g^1 (010).

Clivages. Clivages, g^1 (010) parfait, m (110), h^1 (100) nets mais interrompus.

Dureté. 5 à 6.

Densité. 3,2 à 3,50 ; 3,33 (Arvieu, M. Pisani).

Coloration et éclat. Brun noir, noir gris, brun, brun jaune. Poussière grise, ou gris brun. Transparent ou translucide, toujours transparent en lames minces.

Éclat un peu nacré, souvent métalloïde et bronzé sur le clivage g^1 (010).

Inclusions L'hypersthène renferme très souvent des inclusions régulièrement distribuées, grâce auxquelles il possède un éclat bronzé et métalloïde suivant le clivage g^1 (010). Ces inclusions sont constituées par des lamelles couchées dans g^1 (010) ; elles ont des formes plus ou moins rectangulaires, présentant souvent des décroissements réguliers. Elles sont distribuées parallèlement et perpendiculairement à l'axe vertical et souvent aussi dans une direction faisant avec les deux premières un angle de 30°. Leur grand axe est souvent perpendiculaire à l'axe vertical (fig. 1). Elles sont d'un brun rouge. Les sections perpendiculaires à g^1 (010) les montrent sous forme de traits fins ou de points opaques. Leur nature n'est pas établie d'une façon bien certaine. Kosmann les croit formées par de la brookite, Trippke par de l'opale secondaire, M. Rosenbusch par de l'ilménite et cette hypothèse me paraît la plus vraisemblable.

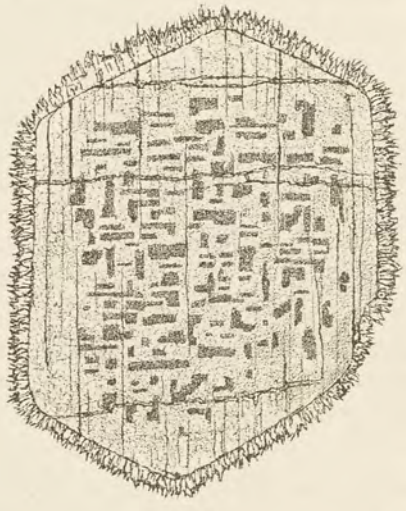


Fig. 1

Lame mince d'hypersthène d'Arvieu montrant les inclusions brunes. Face g^1 (010). La périphérie du cristal en est dépourvue, elle se tranforme en actinote. (Grossissement de 6 fois environ, lumière naturelle.)

La question de leur origine n'est pas tranchée d'une façon plus définitive : d'après M. Judd, elles seraient produites par des corrosions effectuées en profondeur et sous pression par les liquides qui circulent dans les roches et attaquent l'hypersthène suivant ses plans de plus facile altération correspondants du clivage g^1 (010). M. Rosenbusch les regarde comme constituant des inclusions primaires.

La fig. 1 représente un cristal dans lequel les inclusions sont abondantes au centre et disparaissent à la périphérie qui se transforme en amphibole verte.

Propriétés optiques. On a vu plus haut que l'écartement des axes optiques est variable autour de la bissectrice aiguë *négative* n_p normale à h^1 (100) avec $\rho > \rho$. Les mesures suivantes ont été prises sur

l'hypersthène du Capucin. L'angle 2 V a été calculé en partant de l'indice moyen que nous avons donné, M. Michel Lévy et moi, sur l'hypersthène du Labrador.

$$n_g = 1{,}705,$$
$$n_m = 1{,}702;$$
$$n_p = 1{,}642;$$
$$n_g - n_p = 0{,}013 \text{ à } 0{,}015 \text{ Arvieu (Ml.).}$$

	2 E	2 V
Capucin (Dx)	101° (rouge)	»
	101°7′ (jaune)	70°24′
	100°58′ (vert)	»

Pléochroïsme. Le pléochroïsme de l'hypersthène est d'autant plus intense que le minéral est plus riche en fer. On observe en lames minces de $0^{mm}02$:

	Norites d'Arvieu	Norites de Corse	Roches volcaniques du Cantal et des Antilles	Enclaves énallogènes des roches volcaniques (Capucin).
n_g =	vert pâle	vert vif	vert pâle	vert bouteille
n_m =	brun jaunâtre	brun jaune	jaune pâle	rouge clair
n_p =	brun rouge	rouge clair	jaune rougeâtre	rouge brun

Composition chimique. Analyses : *a*) de l'hypersthène de la norite d'Arvieu, par M. Pisani (*C. R.* LXXXVI. 1420. 1878);

b) de l'hypersthène de la norite du Capucin, par Laurent (*in* Dx, *op cit.*, II. XVIII. 1874).

	a)	*b*)
SiO^2	51,00	48,20
Al^2O^3.....	5,65	»
FeO.....	13,60	28,40
MnO	»	5,20
MgO	28,20	16,70
CaO.....	»	1,50
Perte	0,20	»
	98,65	100,00
Densité	3,33	»

Par sa composition, l'hypersthène d'Arvieu est à la limite des bronzites, sa bissectrice est négative[1]. Celui du Capucin appartient au même

1. M. Pisani a donné pour le minéral 2 H = 96° autour de n_p, ce qui conduit à 2 V = 118° environ, si l'on prend $n_m = 1{,}702$, ou 122° environ, en admettant $n_m = 1{,}668$ (bronzite). Dans tous les cas, on voit que n_p serait bissectrice *obtuse*, ce qui ne s'accorde pas avec la teneur en fer de l'analyse *a*. Il est probable que l'examen optique a dû être fait sur la variété peu ferrifère signalée page 550.

type très ferrifère que les cristaux du lac de Laach auxquels vom Rath a donné le nom d'*amblystégite*.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond en un émail noir; sur le charbon donne une masse noire magnétique. La fusibilité augmente avec la teneur en fer; par suite, l'hypersthène du Capucin est plus fusible que celui des norites. A peine attaquable par l'acide chlorhydrique.

Altérations. L'hypersthène se transforme en bastite, en amphibole verte, en talc et enfin présente à Arvieu (*Aveyron*) des transformations fort curieuses en anthophyllite. L'étude de ces transformations est liée d'une façon trop intime à celle du gisement pour qu'il soit possible de l'en détacher (voir page suivante).

Dans les enclaves des trachytes du mont Dore, l'hypersthène est souvent recouvert d'un enduit rouge ou brun d'oxyde de fer et est parfois imprégné par la même substance; ce sont ces cristaux qui ont été assimilés à la *szaboïte* de l'Arany Berg, qui était autrefois considérée comme une espèce distincte. L'hypersthène des cavités de l'andésite à olivine de Besse est souvent rendu opaque par un enduit brun analogue. Les enclaves grenues à hypersthène (dans roches basaltiques) décrites plus loin ont subi les phénomènes de fusion et de transformation en cristallites d'augite indiqués page 546.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

J'ai à signaler ici l'hypersthène dans des roches éruptives ou dans leurs enclaves et dans des météorites.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les norites et les gabbros.*

Dans les norites et les gabbros, l'hypersthène se présente rarement en cristaux distincts; il forme ordinairement de grandes plages à contours irréguliers.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* J'ai trouvé des norites aux environs du Pallet, où elles constituent un accident finement grenu de gabbros ophitiques.

Plateau Central. — *Aveyron.* Une norite à grands éléments forme

au nord de Pentézac, dans le bois de Verdus, à 200 mètres environ de la route allant à Arvieu, une masse affleurant sur quelques mètres seulement au milieu des serpentines, elles-mêmes situées dans des gneiss amphiboliques.

M. Pisani a donné l'analyse de l'hypersthène (analyse *a*) et du labrador de cette roche, dont les conditions de gisement et la structure ont été étudiées par M. Bergeron (*Ann. Sc. Géol.* 1889). Les échantillons que j'ai étudiés personnellement consistent dans une série de blocs que j'ai donnés au Muséum en 1883 [M. Michel Lévy a déterminé la biréfringence de l'hypersthène de l'un d'eux (*B. S. M.* VII. 45. 1884)], et dans de nombreux échantillons que M. Gaubert a recueillis récemment sur mes indications.

Cette norite est à grands éléments; l'hypersthène y forme des masses laminaires atteignant 3^{cm}. J'ai observé quelques cristaux à pointements distincts [*x* (232)] engagés dans le labrador blanc bleuâtre. La roche est par places formée par de l'hypersthène et du labrador; mais ce dernier minéral disparaît souvent, et la roche est alors uniquement constituée par des pyroxènes rhombiques; ceux-ci se présentent sous deux variétés : l'une, la plus fréquente, est d'un noir bronzé foncé (hypersthène) et très riche en inclusions titanifères, l'autre est d'un jaune clair (bronzite) et pauvre en inclusions; les deux variétés passent l'une à l'autre dans un même échantillon. Les associations avec le diallage ne sont pas rares.

Au microscope, on constate que le feldspath est rarement intact; en général, à son contact avec l'hypersthène, on voit une zone d'actinote d'un vert pâle se terminant du côté du labrador par une broussaille de petites aiguilles, qui se rencontrent aussi clairsemées dans sa masse (fig 1). Souvent, du côté de l'hypersthène, apparaît une zone d'anthophyllite incolore. Cette zone rappelle celle qui existe autour de l'olivine des gabbros du Pallet (page 189, fig. 15), mais elle est dépourvue de toute structure régulière.

Quand la transformation est plus avancée, les produits secondaires sont plus abondants, le feldspath est peu à peu remplacé par de l'actinote en gros cristaux enchevêtrés, au milieu desquels apparaissent parfois des cristaux de grenat incolore, Souvent aussi il se forme de l'albite en grains arrondis, maclés ou non suivant la loi de l'albite. Cette transformation du feldspath est comparable à celle que l'on observe dans les gabbros des Alpes (*saussuritisation*); elle est remarquable par

la grande taille des éléments produits, atteignant parfois plus de 1^{mm}. Ce labrador est souvent en outre piqueté de produits micacés secondaires et le grenat peut s'y former indépendamment de l'actinote; il se voit parfois à l'œil nu, il est d'un jaune rosé.

En même temps que le labrador se transforme, l'anthophyllite gagne de proche en proche dans l'hypersthène. La fig. 2 montre des cristaux de ce minéral peu à peu épigénisés par cette anthophyllite. Les fibres d'anthophyllite, d'un beau jaune d'or, atteignent 1^{cm} de longueur, elles forment une couronne au cristal attaqué, et, quand celui-ci disparaît, les fibres se rejoignent bientôt. L'examen microscopique fait voir les lambeaux d'hypersthène comme transpercés par les longues fibres d'anthophyllite et permet de suivre pas à pas la transformation. Souvent, au milieu d'une gerbe d'anthophyllite, on trouve des traînées d'inclusions titanifères de l'hypersthène disparu, orientées, non sur l'anthophyllite, mais sur le fragment ancien de l'hypersthène non résorbé. Il se passe là un fait remarquable, tout à fait analogue à celui qui s'observe dans les feldspaths des gabbros de Norwège se transformant en dipyre.

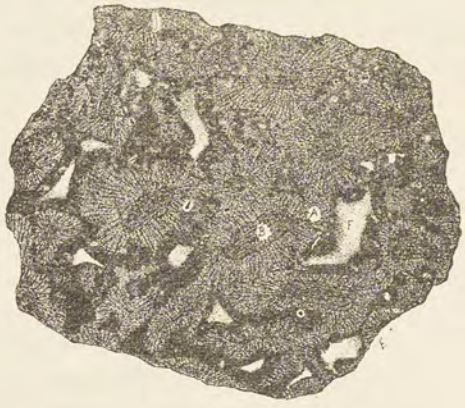


Fig. 2.

Échantillon poli de la norite d'Arvieu. Il ne reste que quelques cristaux intacts d'hypersthène (B), qui se transforment progressivement en anthophyllite fibrolamellaire. Les taches blanches représentent la place du labrador transformé en albite grenue qui est séparée de l'anthophyllite par une zone d'actinote représentée en noir. (Réduction d'un tiers environ.)

Souvent aussi les inclusions ont elles-mêmes subi des modifications; on les voit peu à peu se transformer en rutile, et c'est là sans aucun doute l'origine du rutile qui en petits grains et en cristaux est distribué en abondance dans l'anthophyllite de toute la roche, alors que ce minéral manque dans l'actinote formée aux dépens du labrador. Cette norite présente un des plus remarquables exemples de transformations effectuées dans une roche postérieurement à sa formation; la roche transformée n'a plus aucune analogie minéralogique avec la roche initiale; le gisement de Pentézac a l'avantage bien rare de présenter dans un

même échantillon les deux termes extrêmes de la transformation et leurs termes de passage.

J'ai chargé M. Gaubert de rechercher la distribution de ces produits de transformation : son étude n'a pu être bien complète, l'affleurement de quelques mètres étant presque entièrement couvert par la végétation. Mais les échantillons transformés qu'il a recueillis proviennent tous d'une même diaclase d'environ 8^{cm} de diamètre traversant la norite intacte. Dans sa thèse (*op. cit.*), M. Bergeron a décrit une roche qu'il donne comme une amphibolite à anthophyllite intercalée entre la serpentine et la norite et faisant partie intégrante des schistes cristallins ; il tire de l'existence de cette amphibolite un argument pour admettre que la serpentine est intercalée dans les gneiss. La description donnée plus haut ne laisse aucun doute sur la nature de la roche à anthophyllite de ce gisement.

Corse. — L'hypersthène en plages de plusieurs centimètres de longueur se trouve comme élément constitutif des norites du groupe inférieur de la série basique du N.-E. de la Corse (voir à *diopside-augite*). Il présente les inclusions caractéristiques de ce minéral : il est souvent transformé en bastite.

Les plus beaux échantillons que m'a communiqués M. Nentien proviennent du cap Corse (Monte Grosso, près Ersa).

Le même minéral se rencontre dans les norites à grands éléments du groupe moyen plus récent de la même île.

Enfin l'hypersthène n'est pas rare dans les norites et gabbros formant des dykes dans le granite de l'arrondissement de Sartène. Dans la norite amphibolique de Levie, San Gavino, l'hypersthène en cristaux allongés suivant l'axe vertical (1 à 2^{mm}) est englobé avec anorthite dans des plages d'amphibole de plus de 5^{cm} de longueur (structure pœcilitique). Son pléochroïsme est intense.

Nouvelle-Calédonie. — Des norites à grands éléments traversent les péridotites de la Nouvelle-Calédonie ; elles renferment de grands cristaux d'hypersthène atteignant plusieurs centimètres suivant l'axe vertical.

b) *Dans les roches volcaniques.*

L'hypersthène dont il est question dans ce paragraphe est un élément normal des roches qui le renferment. Il est relativement peu ferrifère,

et, dans plusieurs des gisements énumérés plus loin, une étude plus approfondie permettra peut-être de rapporter le minéral à de la bronzite plutôt qu'à l'hypersthène.

Beaucoup de roches volcaniques d'Auvergne normalement dépourvues d'hypersthène renferment cependant ce minéral comme élément microscopique au contact immédiat d'enclaves micacées. Cet hypersthène formé par la transformation de la biotite des enclaves est alors beaucoup plus ferrifère que celui dont il va être question ici.

Plateau Central. — *Cantal.* J'ai fait voir (*B. S. G.* XVIII. 883. 1890) que l'hypersthène existe dans quelques andésites du Cantal, associé : à l'augite [puy de la Croix, la Bastide, haute vallée de Saint-Préjet, puy de la Poche, vallée d'Impradines (la roche renferme des microlites d'hypersthène)], à la hornblende [Bataillouse, le Lioran, puy de Chavaroche, carrière de Lescuno près Murat, piton de la Vacherie des Cabres (Lioran), puy Mary, escarpement du Croizet)], à la hornblende et à la biotite [Montée de Saint-Martin Valmeroux, environs de Thiézac, etc.].

Dans toutes ces roches l'hypersthène est très abondant en cristaux intratelluriques de $0^{mm}25$ à 1^{mm}, qui ne peuvent être distingués de l'augite qu'au microscope. Les groupements réguliers avec ce minéral sont fréquents.

Puy-de-Dôme. M. Michel Lévy a signalé l'hypersthène (*B. S. M.* XVIII. 837. 1890) dans les mêmes conditions comme élément d'une labradorite formant le sommet intermédiaire entre la Banne d'Ordenche et le puy Gros (Mont Dore).

Alpes-Maritimes. M. Léon Bertrand a recueilli des blocs de labradorite très riche en cristaux *microscopiques* d'hypersthène dans le conglomérat de Villeneuve-Loubet (*B. S. G.* XXI. *C. R.* sommaire XVIII. 1893) : on peut faire à leur égard les mêmes observations que pour ceux des gisements précédents.

Algérie. — MM. Curie et Flamand (*Roches érupt. d'Algérie*, *op. cit.*) ont signalé quelques labradorites et *andésites à hypersthène* dans les gisements algériens suivants : *Oran.* Djebel Touïla ; — *Alger.* Plaine de la Mitidja (El Affroun et Ameur-Aïn, etc). J'ai pu examiner quelques échantillons (auberge de chez Gaspard, sur la route nationale entre Bourkika et l'Oued Djer, Aïn Medjine, Oued Safah), grâce à l'obligeance de M. Welsch.

Antilles. — M. Richard a signalé (*B. S. M.* VI. 134. 1883) l'hypersthène en abondance considérable dans des sables de la Martinique exploités comme minerai de fer; les cristaux ont de 1 à 2^{mm} suivant l'axe vertical et sont tout à fait analogues à ceux du Capucin.

Ils proviennent évidemment de la destruction des roches volcaniques de l'île : j'ai fait voir, en effet (*C. R.* CX. 1347 et CXI. 71. 1890), que les labradorites et les andésites de la Martinique et de la Guadeloupe sont extrêmement riches en hypersthène, qui présente très fréquemment avec l'augite les associations décrites plus haut.

2° *Dans les enclaves des roches volcaniques, comme produit métamorphique.*

a) *Dans les enclaves des trachytes et des andésites.*

Plateau Central.—Les roches volcaniques trachytoïdes (trachytes et andésites à biotite et hornblende) du Plateau Central renferment souvent des enclaves de roches anciennes quartzifères (gneiss, granite, etc.) plus ou moins métamorphisées. L'hypersthène s'y forme aux dépens de la biotite et se présente fréquemment non seulement dans l'enclave elle-même, mais encore dans la roche volcanique à son voisinage immédiat (*Les encl. des roches volc.*, page 179). Cet hypersthène est plus ferrifère (analyse *b*), de couleur plus foncée que celui dont il a été question dans le paragraphe précédent : il est tout à fait l'analogue de l'*amblystégite* du lac de Laach. C'est probablement à cette catégorie de cristaux d'hypersthène qu'il faut rapporter ceux de Besse dont il sera question plus loin.

Le même minéral se produit aussi dans les cavités de roches volcaniques englobées par des roches volcaniques d'éruption plus récente.

Puy-de-Dôme. Enclaves de roches anciennes. — Les gisements les plus remarquables à ce point de vue sont ceux du Mont Dore. Au rocher du Capucin, on trouve en abondance, dans le trachyte à biotite, des enclaves de gneiss à cordiérite en partie résorbées. La cordiérite, l'andalousite, la sillimanite ont résisté à l'action métamorphique, tandis que les feldspaths, le quartz, le mica, le grenat, etc., ont été fondus, corrodés et plus ou moins résorbés. Il s'est formé à leurs dépens de nombreux minéraux cristallisés (orthose, tridymite, hypersthène, magnétite, spinelle, oligiste, etc.), agrégés sous forme de roche ou implantés dans des géodes quand la somme des éléments néogènes s'est trouvée inférieure à celle des minéraux résorbés.

Les mêmes minéraux se sont produits dans les cavités d'enclaves de granite imparfaitement attaquées.

Ces enclaves sont surtout abondantes au sommet du Capucin : on peut les recueillir dans les bois qui couvrent la montagne au-dessus du village du Mont-Dore et particulièrement le long du sentier qui traverse ceux-ci. On les trouve aussi, mais en beaucoup moins grande quantité, à la Grande Cascade, dans le ravin des Égravats.

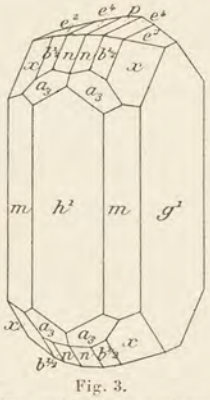


Fig. 3.
Hypersthène des enclaves gneissiques du Capucin.

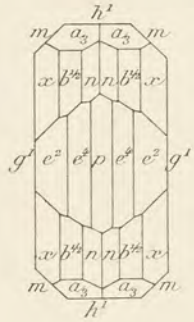


Fig. 4.
Projection sur p (001) de la fig. 3.

Les enclaves qui renferment de la cordiérite sont d'un noir bleuâtre; la stratification originelle y est toujours très distincte, deux lits parallèles de cordiérite intacts étant séparés par une géode qui occupe la place d'un lit quartzo-feldspathique.

L'hypersthène a été signalé pour la première fois dans ce gisement par M. des Cloizeaux (*Z. d. d. g. Gesell.* XXV. 566. 1873 et *op. cit.* II. XVIII. 1874).

Ce minéral se présente en cristaux bruns ne dépassant guère 1^{cm} de longueur; ils sont parfois rougeâtres à l'une de leurs extrémités et souvent très allongés suivant l'axe vertical. Les faces h^1 (100) et g^1 (010) sont quelquefois également développées; dans d'autres cas, la face g^1 (010) est plus large que h^1 (100).

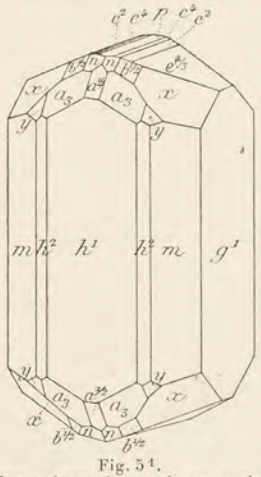


Fig. 5[1].
Hypersthène des enclaves gneissiques du Capucin.

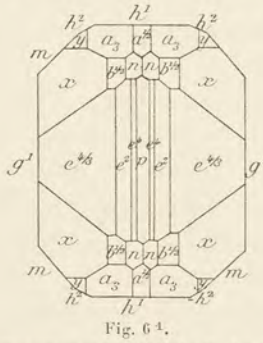


Fig. 6[1].
Projection sur p (001) de la fig. 5.

Les combinaisons de formes sont assez nombreuses. M. des Cloizeaux a observé les suivantes : m (110), h^1 (100), g^1 (010), e^2 (012), $b^{1/2}$ (111), n (212), a_3 (211), x (232); $m\ g^1\ p\ e^2\ n\ a_3$; $m\ h^1\ g^1\ p\ e^4\ e^2\ b^{1/2}\ n\ a_3$ (*op. cit.* II. XVIII. 1874) (fig. 3, d'après vom Rath, et 4, d'après M. des Cloizeaux).

1. Par suite d'une erreur de gravure, les figures 5 et 6 portent h^2 au lieu de h^3.

Vom Rath a signalé et figuré (fig. 5 et 6) la combinaison suivante : $m\ h^1\ h^3\ (210)\ g^1\ p\ e^4\ (014)\ a^{1/2}\ (201)\ e^2\ e^{4/3}\ x\ (232)\ b^{1/2}\ n\ (212)\ y\ (432)\ a_3\ (211)$ (*P. A.* CLII. 27. 1874).

Enfin M. Œbbecke a trouvé sur quelques cristaux d'hypersthène du même gisement les formes $p\ m\ g^1\ h^1\ g^2\ a_3\ a^{1/2}$ (*B. S. M.* VIII. 50. 1885).

La fig. 7 représente la projection sur la base d'un cristal décrit par M. Busz (*Z. K.* XVI. 514. 1890) ; il est remarquable par l'apparence dissymétrique du pointement. Il présente les formes suivantes : m (110), g^1 (010), h^1 (100), e^4 (014), e^2 (012), $e^{5/4}$ (045), $a^{1/2}$ (201), $b^{1/2}$ (111), n (212), a_3 (211), y (432), ξ (412), u (232).

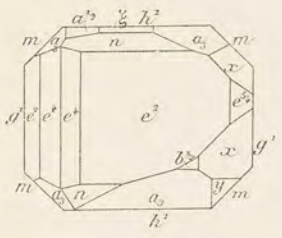


Fig. 7.

Projection sur p (001) d'un cristal d'hypersthène du Capucin, remarquable par la dissymétrie du développement des faces du pointement.

Les cristaux d'hypersthène que j'ai observés dans les enclaves de granite sont très allongés suivant l'axe vertical et d'une couleur beaucoup plus pâle que ceux dont il vient d'être question.

Enclaves d'origine volcanique. — Ces enclaves sont constituées par des trachytes ou des andésites plus anciennes que les roches qui les ont amenées au jour; elles sont souvent formées par des types pétrographiques très cristallins, inconnus en place dans la région. Les minéraux drusiques y sont nombreux; ils ont été formés par l'action sur l'enclave des fluides accompagnant l'éruption volcanique. On les voit souvent se produire dans les éléments anciens corrodés de l'enclave, qu'ils imbibent complètement. Cette formation de minéraux par action de fumerolles est tout à fait comparable à celle qui a été observée au Vésuve dans les laves des éruptions de 1822 et de 1872 et qui a été rendue célèbre par les travaux de Scacchi et de vom Rath (Voir *Les encl. des roches volc.*, page 239).

Les enclaves volcaniques à hypersthène qui abondent au Capucin consistent en fragments arrondis d'andésite à structure plus ou moins diabasique; leurs nombreuses cavités renferment de jolis cristaux de zircon rose, de tridymite, d'orthose, des cristaux verts d'hypersthène, toujours aplatis suivant g^1 (010), et le plus souvent des pyroxènes monocliniques, aplatis suivant h^1 (100), que l'on a confondus jusqu'à présent avec ces derniers.

L'hypersthène de ces enclaves a la forme de la fig. 8 donnée par vom Rath, mais avec un aplatissement suivant g^1 (010) généralement

plus marqué que dans cette figure; les faces e^2 (012) sont fréquemment absentes. Ces cristaux sont ordinairement trop petits pour que leur étude puisse en être faite autrement qu'au microscope.

Enclaves de roches volcaniques. — Il est un autre gisement du Mont Dore qui fournit des cristaux d'hypersthène formés dans les mêmes conditions: c'est celui du Riveau Grand, dans lequel les trachytes et les brèches trachytiques sont très riches en enclaves de diverses roches volcaniques que j'ai étudiées en détail (*B. S. G.* XVIII. 845. 1890 et *Les encl. des roches volc.* op. cit. 245). Ces enclaves se trouvent en abondance dans les éboulis du Riveau Grand et dans le lit même du petit ruisseau; ce sont des andésites et des trachytes.

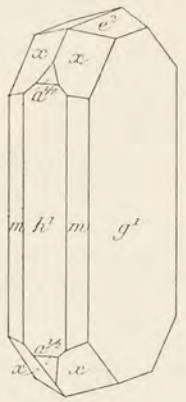


Fig. 8.
Hypersthène aplati suivant g^1 (010) des enclaves de roches volcaniques du Capucin.



Fig. 9.
Projection sur p (001) de la fig. 8.

L'hypersthène associé à l'augite et à l'oligiste se trouve tout d'abord en petits cristaux dans des andésites analogues à celle des enclaves du Capucin. Des enclaves d'une trachyandésite bulleuse d'un gris violacé renferment des cristaux de pseudobrookite et de petits cristaux d'hypersthène couverts d'un enduit rouge d'oxyde ferrugineux; ces cristaux sont tout à fait analogues à la *szaboïte* de l'Arany Berg; ce sont eux qui ont été décrits par von Lasaulx (*Z. K.* III. 293), par M. Gonnard (*B. S. M.* II. 150. 1879) et plus récemment encore par M. Œbbecke (*B. S. M.* VIII. 61. 1885); la même association de minéraux se trouve dans des enclaves d'un trachyte rouge brique clair imprégné d'hématite et de pseudobrookite.

J'ai recueilli des enclaves analogues avec cristaux d'hypersthène dans les trachytes de Fontenille, ainsi que des enclaves d'une andésite à gros cristaux de hornblende avec cristaux drusiques d'hypersthène jaunâtre (recouverts d'oxyde de fer) dans le trachyte(dômite) du puy de Sarcouy, dans la chaîne des Puys.

b) *Dans les fentes des roches volcaniques.*

Au Mont Dore, l'hypersthène et ses satellites ne se trouvent que très

exceptionnellement dans les fentes du trachyte lui-même, et encore ne peut-on pas affirmer que cette production n'est pas en relation avec des enclaves résorbées. Il en est de même pour l'hypersthène que j'ai trouvé dans les cavités de l'andésite à olivine de l'église de Besse (*Puy-de-Dôme*). Cette andésite est très poreuse ; ses cavités renferment en assez grande abondance de petits cristaux d'hypersthène très aplatis suivant g^1 (010), n'ayant guère plus de 2^{mm} suivant l'axe vertical. Ils ont les mêmes formes que les cristaux du Riveau Grand avec fréquemment h^3 (210), autant du moins qu'on en peut juger par un examen sans mesures goniométriques exactes. Ces cristaux sont recouverts d'un enduit brun qui les rend absolument ternes : après traitement par un acide, ils se montrent aussi foncés que ceux des enclaves gneissiques du Capucin. Ils recouvrent souvent des enclaves gneissiques, très abondantes, mais très petites.

c) *Dans les enclaves énallogènes des basaltes.*

J'ai fait voir que les enclaves granitiques ou gneissiques englobées dans les basaltes présentent parfois de l'hypersthène néogène d'un vert foncé associé à du spinelle ; ces minéraux se forment par fusion aux dépens de la biotite. La fig. 10, empruntée à mon ouvrage sur les enclaves des roches volcaniques, montre la manière d'être de cet hypersthène dans une enclave des basaltes du volcan du Coupet en Mazeyrat-Crispinhac (*Haute-Loire*). Ce minéral est toujours microscopique dans ce genre de gisement. Il s'y présente en assez grande abondance dans le Plateau Central.



Fig. 10.

Nodule récent dans une enclave granulitique du basalte du Coupet. — Dans le nodule on voit : (7) labrador ; (22) hypersthène, ainsi que du spinelle récents, accompagnant du zircon (2) et de la sillimanite (41) non fondus ; un fragment de feldspath triclinique ancien, criblé d'inclusions, est entouré de feldspath récent limpide. — La granulite est formée par du quartz (1), de l'oligoclase (6), de la sillimanite (41) et du zircon (2).

d) *Dans des enclaves à structure grenue des basaltes.*

Les basaltes et les tufs basaltiques d'un grand nombre de gisements du

Plateau Central renferment des enclaves grenues essentiellement constituées par du feldspath triclinique (variant, suivant le gisement, de l'andésine à l'anorthite) et par des pyroxènes (hypersthène et augite) en petits grains arrondis (*Les encl. des roches volc.* 129). Les éléments de ces roches dépassent rarement 2^{mm} de diamètre. Les gisements suivants méritent d'être cités.

Plateau Central. — *Ardèche.* Roche Sauve près Privas, Chenavari près Rochemaure.

Haute-Loire. Fay-le-Froid, Bournac, Le Coupet, environs du Puy, rocher Saint-Michel, rocher Corneille, Tareyre.

Cantal. Murat.

Puy-de-Dôme. Puy de Plantat, Montaudou.

Je me suis demandé si ces roches à hypersthène devaient être considérées comme des enclaves homœogènes, résultant de la cristallisation en profondeur du magma qui les a amenées au jour, ou si au contraire elles constituaient des enclaves énallogènes, fragments du sous-sol arrachés par les éruptions volcaniques.

L'existence de quartz, de grenat almandin associé à de la biotite dans une de ces enclaves provenant du rocher Saint-Michel au Puy m'a fait pencher vers la seconde hypothèse, bien que j'aie indiqué la première origine possible dans certains cas (*op. cit.* 472). Un échantillon provenant des tufs de Bournac, que m'a récemment donné M. Vernière, présente une structure rubanée et des concentrations pyroxéniques riches en spinelle vert, tout à fait comparables à celles que l'on observe dans certains gneiss pyroxéniques.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* — Les schistes métamorphiques du massif du pic du Midi et particulièrement ceux du lac Bleu sont traversés par un grand nombre de filons minces de roches microlitiques [labradorites et andésites (porphyrites)]. Dans l'une d'elles, j'ai trouvé une enclave grenue à hypersthène en voie de résorption tout à fait analogue à celles des roches volcaniques du Plateau Central. Ce type pétrographique est inconnu en place dans la région ; l'analogie de composition de l'enclave et de la roche englobante plaide en faveur de l'hypothèse qui ferait de cette enclave à hypersthène une enclave homœogène de la roche microlitique.

3° *Dans les météorites.*

Les pyroxènes rhombiques des météorites sont souvent très ferrifères et sont par suite à rapporter à l'hypersthène. Je ne les rappelle ici que pour mémoire. Ils présentent du reste toutes les particularités signalées page 552 au sujet de l'enstatite et de la bronzite.

PYROXÈNES MONOCLINIQUES

A. PYROXÈNES PROPREMENT DITS.

Les pyroxènes proprement dits possèdent des caractères communs. Les types non alumineux ne peuvent se distinguer, au point de vue cristallographique, des types alumineux. Leurs paramètres sont très voisins de ceux des pyroxènes riches en sodium, dont l'étude cristallographique a pu être faite complètement.

	a	: b :	c	zx
Diopside-augite.....	1,09475	: 1 :	0,5919	73°59
Ægyrine.....	1,09753	: 1 :	0,60092	73° 9′

Ceux du triphane sont moins voisins :

Triphane.....	1,12381	: 1 :	0,63548	69°40′

On a vu, p. 542, quelles sont les analogies cristallographiques des pyroxènes monocliniques et des pyroxènes orthorhombiques. Elles peuvent être rendues plus manifestes en adoptant avec M. Groth la forme primitive proposée par vom Rath et M. Tschermak, grâce à laquelle l'angle zx est très voisin de 90°. [Il faut prendre pour p (001) la face a^2 ($\bar{1}02$) du système actuel ; on a alors $z\,x\,(a^2\,h^1) = 90°\,22'$.] Mais ce nouveau système a, entre autres désavantages, celui de compliquer la notation de certaines faces et en particulier de donner une notation moins simple à p (001), qui a une réelle importance physique (plans de séparation, macles, etc.). Les analogies existant entre le pyroxène et les amphiboles seront exposées plus loin à l'article *amphibole*.

Quand les pyroxènes s'allongent, leur allongement a lieu suivant l'axe vertical ; la face d'aplatissement favorite est h^1 (100) ; les plans de séparation, quand ils existent, s'observent parallèlement à h^1 (100) ou à p (001). La macle habituelle a h^1 (100) comme face d'association.

Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010). L'indice n_g fait avec l'axe vertical un angle qui varie de 26° (triphane) à 98° (ægyrine) dans l'angle obtus de ph^1. On voit sur la fig. 1 que, dans tous les

pyroxènes, du triphane à la jadéite, l'allongement est de signe positif, tandis que, de l'ægyrinaugite à l'ægyrine, il est de signe négatif, l'indice n_p étant alors le plus rapproché de l'axe vertical.

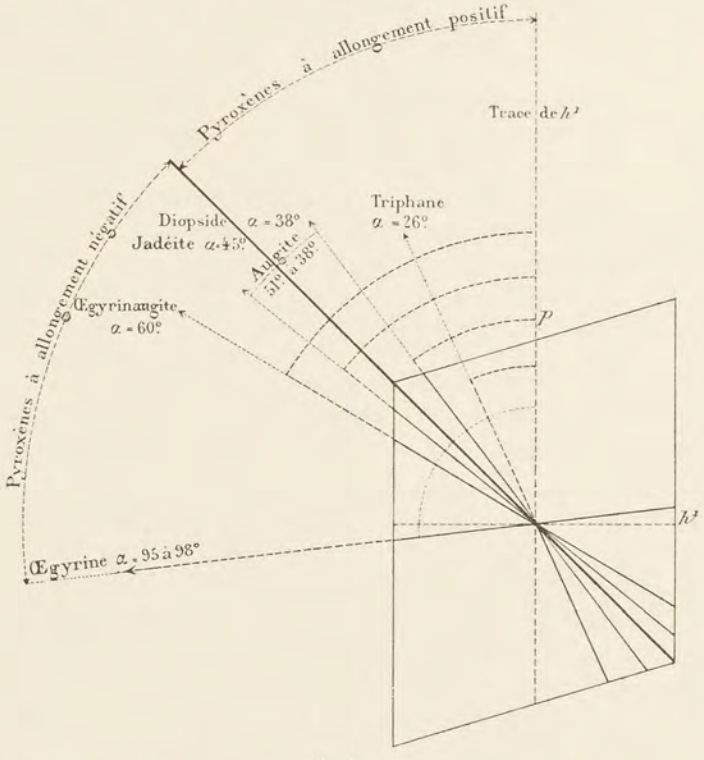


Fig. 1.
Epure de la face g^1 (010) montrant la position de l'indice n_g dans les divers types de pyroxènes proprement dits.

La bissectrice aiguë est *positive* (n_g) pour tous les pyroxènes, sauf pour l'ægyrine. La biréfringence est inférieure à 0,03, excepté pour l'ægyrine, dans laquelle elle dépasse 0,05. Ce pyroxène est aussi celui qui a la réfringence la plus élevée.

DIOPSIDE-AUGITE

Il semble théoriquement possible d'établir deux séries parallèles constituées l'une par les pyroxènes non alumineux (diopside) et l'autre formée par les pyroxènes alumineux (augite). Dans la pratique, cette

division devient à peu près impossible, des passages nombreux existant non seulement entre les diverses variétés d'une même série, mais encore entre celles de la série voisine.

Les propriétés physiques ne paraissent pas être grandement modifiées par l'existence des sesquioxydes. En effet, les angles de tous les pyroxènes sont sensiblement les mêmes. Quant aux propriétés optiques, on verra plus loin qu'elles sont surtout affectées par les variations de teneur en fer. Mais, une classification des pyroxènes d'après leur teneur en fer rompant de nombreuses analogies, j'ai cru devoir réunir dans un même paragraphe tous les pyroxènes intermédiaires entre le diopside et l'augite. Leur classement par variétés se fait, du reste, mieux quand on considère leurs gisements, que lorsqu'on se base sur leurs propriétés intrinsèques.

Afin d'éviter les répétitions, je définirai tout d'abord sommairement les noms de variétés dont j'aurai à faire usage plus loin. Je rappellerai que les principes qui ont présidé à la création de ces variétés ne sont pas uniformes ; pour les uns on a fait appel à la composition, pour d'autres à une particularité de forme ou de structure.

Le *diopside* (*stricto sensu*) comprend les pyroxènes répondant surtout à la formule $Ca, Mg\ (SiO^3)^2$ et ne contenant que peu de fer ; la *malacolite*, également peu ferrifère, présente souvent des plans de séparation faciles suivant p (001).

La *salite* est plus ferrifère et plus magnésienne que le diopside ; elle est d'un vert plus ou moins foncé et établit le passage du diopside à l'*hédenbergite* $Ca, Fe\ (Si\ O^3)^2$.

Le *diopside chromifère*, d'un vert émeraude, contient une quantité notable de $Al^2\ O^3 + Cr^2\ O^3$. Il est à rapprocher de l'*omphazite*, de couleur vert clair, dépourvue de formes géométriques, qui est assez riche en alumine et qui contient, en outre, des alcalis ; ces deux pyroxènes établissent le passage des diopsides aux augites.

L'*augite* est à la fois riche en alumine et en fer ($FeO + Fe^2O^3$) ; sa couleur est le noir ou le vert plus ou moins foncé ; elle présente des variétés titanifères (*titanaugite*) et des variétés vertes (*ægyrinaugite*) riches en soude et en Fe^2O^3, qui conduisent à l'ægyrine. La *fassaïte* est une variété verte d'augite présentant une forme caractérisée (fig. 8) par la prédominance des faces $e^{1/2}$ (021) et $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$).

Enfin le *diallage* est un pyroxène dont la caractéristique réside dans une structure lamellaire suivant h^1 (100) (direction de plans

de séparation faciles), accompagnée d'inclusions produisant sur les lames de clivage un éclat bronzé identique à celui de l'hypersthène. Au point de vue chimique, les diallages sont assez variables et correspondent à des augites moyennement riches en fer et en alumine.

Monoclinique. $m\,m = 87°5'$ (Dx)[1].

$b : h = 1000 : 399{,}193$. $D = 674{,}435$. $d = 738{,}334$.

angle plan de $p = 84°46'14''$;

angle plan de $m = 101°45'17''$.

$a : b : c = 1{,}09475 : 1 : 0{,}5919$.

$z\,x = 73°59'$.

Formes observées. p (001), m (110), h^1 (100), $h^{3/2}$ (510), h^2 (310), g^1 (010) ; a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/3}$ ($\bar{3}01$) ; e^1 (011), $e^{1/2}$ (021) ; $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$) ; $\mu = (d^1\,b^{1/3}\,g^1)$ (121) ; $a_3 = (b^1\,b^{1/3}h^1)$ ($\bar{2}11$) ; $a_2 = (b^1\,b^{1/2}\,h^1)$ ($\bar{3}12$).

Macles. Les macles du pyroxène sont nombreuses :

1° Macle suivant h^1 (100) et axe de rotation perpendiculaire (fig. 2 à 4 et fig. 20, page 592) L'examen microscopique fait voir que cette macle est souvent polysynthétique et qu'elle est accompagnée fréquemment de plans de séparation.

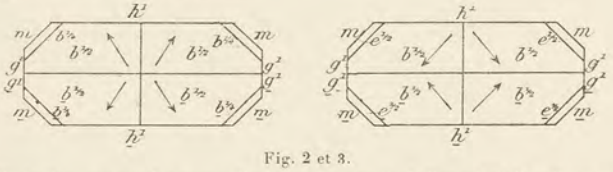


Fig. 2 et 3.

Projection, sur un plan perpendiculaire à l'axe vertical, d'un cristal d'augite maclé suivant h^1 (100). L'une des extrémités du cristal présente des angles rentrants (fig. 3), l'autre des angles saillants (fig. 2).

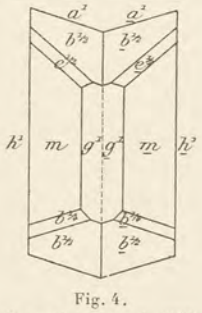


Fig. 4.

Projection sur g^1 (010) du cristal représenté dans les fig. 2 et 3.

2° Macle cruciforme par pénétration suivant o^1 (101) (fig. 5, d'après Zepharowich).

3° Macle cruciforme par pénétration suivant $x = (b^1\,d^{1/3}\,g^1)$ ($\bar{1}22$) ; les axes verticaux des cristaux correspondants se croisent suivant des

1. Ces paramètres sont ceux de M. des Cloizeaux ; les petites différences qu'ils présentent avec ceux qu'il a donnés dans son *Manuel de Minéralogie* (t. 52) tiennent à une correction que mon savant maître a bien voulu me signaler, les nombres qui y sont portés ($b : h = 1000 : 399{,}089$; $D = 674{,}442$; $d = 738.334$) ayant été déduits des données de Miller et n'étant pas ceux qui ont servi au calcul du tableau des incidences.

angles voisins de 60° ($g^1x = 59°29'$) ; les faces h^1 (100) et h^1 sont sensiblement sur le même plan : en effet, $xh^1 = 90°9'$ (fig. 4 et 5 et 21, page 591). Il est possible que cette macle ait lieu exactement suivant une face de la zone pg^1, qui serait alors e^1 (011) ; cette macle donne quelquefois naissance à un groupement cruciforme à six branches, quand elle est formée par trois individus (fig. 22).

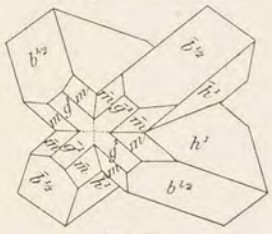


Fig. 5.
Augite, macle suivant o^1 (101).

4° Macles polysynthétiques très fines suivant p (001) accompagnées de plans de séparation. Elles peuvent être obtenues artificiellement par pression, et se rencontrent dans les pyroxènes des schistes cristallins ou des roches anciennes.

Les cristaux d'augite des gisements français se prêtent généralement mal à des mesures précises.

Dans le tableau d'incidences qui suit, les abréviations G, Lx et Lx' sont mises en regard des mesures prises par M. Gonnard sur les cristaux du puy de Corent et par moi-même sur le diopside de L'Étang (*Loire-Inférieure*) (Lx) et de la montée du lac Naguille (Lx').

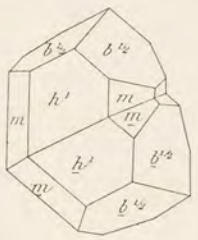


Fig. 6.
Augite, macle suivant ($\bar{1}22$).

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
$*mm$	87° 5′	86°59′ G	$pb^{1/2}$	137°52′		$g^1\,a_2$	104°30′	104°32′Lx′
		87° 7′ Lx	$mb^{1/2}$ adj.	121°11′	121°15′ G	$g^1\,b^{1/4}$	132°13′	132°19′Lx′
mh^1	133°32′30″	133°33′ G	$pb^{1/4}$ adj.	114°29′	114°32′ Lx′	$g^1\,a_3$	114°24′	
		133°30′ Lx	$mb^{1/4}$ adj.	144°34′	144°45′ G	$b^{1/4}\,b^{1/4}$ adj.	95°34′	95°30′Lx′
mh^2	152°52′	152°50′ Lx	pa_2 adj.	133° 6′	132° 3′ Lx′	$a_3\,a_3$ adj.	131°12′	132° G
$mh^{3/2}$	145°21′		pa_3 adj.	120°39′				
mg^1	136°27′30″	136°23′ à	$p\mu$ adj.	132°35′		$md^{1/2}$ opp.	96°14′	96°20′Lx′
		136°37′ Lx	$e^{1/2}\,h^1$ ant.	100°30′		$a_3\,m$ ant.	84° 4′	
$*po^1$	155°40′		$b^{1/4}\,h^1$ ant.	61°36′	61°30′ Lx′	μm ant.	144°45′	145° G
$*ph^1$ ant.	106° 1′	106° 4′Lx′	$b^{1/2}\,h^1$ ant.	76°33′		$e^1\,m$ ant.	121°34′	
pa^1 adj.	148°37′	148°39′Lx′				$a^1\,m$ ant.	79°29′	
$a^1\,h^1$ post.	105°22′		$h^1\,d^{1/2}$	126°10′	126° 9′ Lx′	$a_2\,m$ post.	120°23′	120°20′Lx′
$pa^{1/3}$ adj	109°30′	109°41′Lx′	$e^1\,h^1$ ant.	103°52′		$a_3\,m$ post.	134°37′	
$a^{1/3}h^1$ post	144°29′	144°31′Lx′	$b^{1/2}\,h^1$ ant.	76-33′				
			$a_3\,h^1$ ant.	54°13′		$e^{1/2}\,m$ ant.	132° 3′	
pe^1	150°22′					$b^{1/2}\,m$ ant.	101°33′	
$e^1\,g^1$	119°38′	119°10′ G	$a_2\,h^1$ ant.	61°55′	62° Lx′	$a_2\,m$ ant.	78°22′	78°30′Lx′
$pe^{1/2}$	131°12′					$b_{1/4}\,m$ ant.	99°10′	
$e^{1/2}\,g^1$	138°48′		$g^1\,\mu$	132° 3′				
pg^1	90°		$\mu\mu$ sur o^1	95°54′			macle	
$pd^{1/2}$	146°10′	146°14′Lx′	$g^1\,b^{1/2}$	119°41′				
$md^{1/2}$	134°47′		$b^{1/2}\,b^{1/2}$ s. a^1	120°37′		$p\bar{p}$	147°59′	
pm ant.	100°57′	100°50′Lx′	$b^{1/2}a^1$	150°19′		$e^{1/2}\,\bar{e}_{1/2}$	159° 0′	

Faciès des cristaux. Le faciès des cristaux de pyroxène est très variable suivant la nature du gisement.

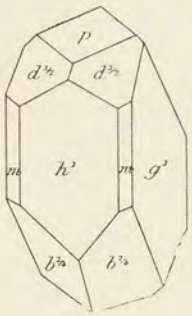


Fig. 7.
Diopside.

Les cristaux de *diopside* sont généralement allongés suivant l'axe vertical. Les faces h^1 (100), g^1 (010) ou mm sont très développées, donnant aux cristaux la forme de prismes à section rectangulaire ou presque rectangulaire (fig. 17, page 584) ; parfois ces cristaux sont aplatis suivant h^1 (100). Les faces les plus fréquentes sont p (001), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$) (fig. 7) ; les plans de séparation et les macles suivant p (001) se rencontrent souvent. Dans les cipolins, ces cristaux ont souvent leurs sommets arrondis, indéterminables, ou même ils sont tout à fait globuleux.

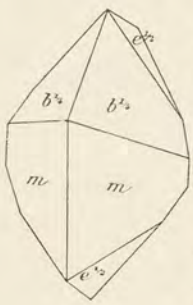


Fig. 8.
Fassaïte.

La *fassaïte* est caractérisée par la présence de faces m (110) et l'acuité de ses pointements $b^{1/}$ $e^{1/2}$ (fig. 8).

Les cristaux les plus fréquents dans les gisements français sont ceux d'*augite*. Leurs formes sont simples : m (110), h^1 (100), g^1 (010), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ; mais le minéral est assez varié d'aspect. Quelquefois les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical et généralement alors aplatis suivant h^1 (100) (fig. 19, page 591) ; dans d'autres cas, ils sont trapus par suite d'un développement peu différent suivant leurs axes cristallographiques (fig. 9), ou bien plus développés suivant l'axe b et l'axe a que suivant l'axe vertical : dans ce cas ils sont aplatis, et parfois allongés suivant une arête $b^{1/2}$ $b^{1/2}$ (fig. 18). Plus rarement enfin, ces cristaux sont aplatis suivant une face m (110) (fig. 28, page 596).

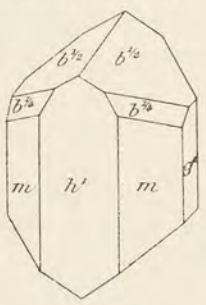


Fig. 9.
Augite des basaltes du Plateau Central.

Les macles suivant h^1(100), o^1 (101) et ($\bar{1}22$) se rencontrent surtout dans les cristaux aplatis suivant h^1.

Dans les enclaves des roches volcaniques du mont Dore, l'augite est très aplatie suivant h^1 (100) et en même temps allongée suivant l'axe vertical.

Les cristaux microlitiques d'augite de la pâte des roches volcaniques sont souvent très allongés suivant l'axe vertical.

L'*omphazite* ne se trouve jamais en cristaux nets, mais forme des

masses lamellaires à bords arrondis, allongées suivant l'axe vertical. Cette forme est partagée par beaucoup de pyroxènes des schistes cristallins.

Quant au *diallage*, il constitue des masses laminaires généralement dépourvues de formes géométriques : quand celles-ci existent, elles se rapportent au type de la fig. 19.

Déformations mécaniques. Dans les roches anciennes, les pyroxènes ont subi des déformations mécaniques extrêmement intenses : les plans de séparation suivant h^1 (100) et p (001) sont alors très distincts.

Dans les diallagites des Pyrénées, il est souvent impossible d'obtenir une lame plane de diallage parallèlement à h^1 (100), le minéral étant gondolé de la façon la plus curieuse.

Clivages. Clivage m (110) facile, mais parfois interrompu. Plans de séparation d'origine secondaire suivant p (001), accompagnés de macles. Plans de séparation h^1 (100) donnant au diallage une structure lamellaire. Ils paraissent devenir plus faciles quand le minéral s'altère.

Dureté. 5 à 6.

Densité. 3,2 à 3,6; 2,993 omphazite de Saint-Félicien, 3,085 diopside vert du Tuc d'Ess, 3,176 diallage de Moncaup, 3,234 diallage du Monte Marcolino (cap Corse), 3,256 diallage du Pallet, 3,266 augite du puy de la Rodde (M. Gonnard), 3,28 diopside chromifère de l'étang de Lherz (M. Damour), 3,31 augite verte du pic du Midi, 3,372 malacolite du granite de Laveline, 3,398 augite de la limburgite de Reichenweier (M. Linck).

Coloration et éclat. Incolore, blanc, blanc verdâtre (diopside). Vert de différentes nuances, d'autant plus foncé que le minéral est plus riche en fer. Vert émeraude (diopside chromifère), brun, noir (augite). Transparent à opaque, toujours transparent en lames minces.

Poussière variant du blanc au gris vert foncé.

Éclat vitreux, parfois cireux, ou nacré suivant les lames p (001). Éclat bronzé et métallique sur les lames h^1 (100) du diallage.

Inclusions. Parmi les pyroxènes, le diallage seul possède des inclusions caractéristiques; elles sont tout à fait identiques à celles de l'hypersthène décrites page 554 (fig. 1).

Les pyroxènes des roches volcaniques sont fréquemment riches en inclusions vitreuses microscopiques souvent régulièrement orientées suivant des zones concentriques.

Dans beaucoup de roches intrusives et métamorphiques, ces miné-

raux renferment des inclusions gazeuses ou liquides ayant parfois la forme de cristaux négatifs allongés suivant l'axe vertical de leur hôte (lherzolite, pyroxénolites des Pyrénées).

Propriétés optiques. On a vu plus haut que, dans tous les pyroxènes, le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010). La bissectrice est *positive* (n_g). Sa position dans g^1 et l'écartement des axes optiques, la valeur des indices de réfraction et celle de leur différence varient avec la composition chimique.

Dans les pyroxènes non alumineux (diopside, hédenbergite), l'angle d'extinction dans g^1 (010) (rapporté à la trace de n_g) augmente nettement, avec la teneur en fer, de 38° (diopsite d'Ala) à 52° (certaines augites basaltiques). Dans l'ægyrinaugite l'angle d'extinction atteint 60°. L'angle des axes paraît suivre la même loi, mais l'accroissement est beaucoup plus faible, puisque l'angle 2V du diopside d'Ala est très voisin de 59° avec 29 % de FeO et une extinction de 36° à 38° dans g^1 (010), alors que, dans l'hédenbergite possédant 26,29 % de FeO et un angle d'extinction voisin de 47°, l'angle $2V = 59°52'$ (Na, M. Wülfing).

Dans les pyroxènes alumineux, le problème se complique, puisque le nombre des variables de la formule chimique augmente. Il résulte des dernières recherches, et en particulier de celles de M. Doelter, qu'il n'est pas possible d'établir une relation entre l'angle d'extinction et la teneur en FeO, Fe^2O^3 ou Al^2O^3 considérés isolément, mais il semble que cet angle d'extinction augmente en même temps que la somme ($FeO + Fe^2O^3 + Al^2O^3$). L'angle 2V varie peu : il reste voisin de 60°.

Dans les augites sodiques, l'angle d'extinction augmente avec la proportion du silicate ($Na\,Fe\,Si^2O^6$), et, étant données les propriétés optiques de l'ægyrine, on peut prévoir que, dans ce groupe d'augites, l'angle 2V doit augmenter avec la teneur en fer et en soude.

La valeur des indices augmente avec la teneur en fer; la biréfringence varie en sens inverse.

	n_g	n_m	n_p	$n_g - n_p$
Diopside d'Ala (M. Dufet) (raie D).....	1,6996	1,6776	1,6707	0,0289
Hédenbergite de Tünaberg (M. Wülfing) (Na)	1,7506	1,7366	1,7320	0,0186
Augite d'Auvergne (Ml. et Lx.) (Na).....	1,733	1,717	1,712	0,021
id	1,728	2,712	1,706	0,022

Les pyroxènes présentent une dispersion inclinée nette. Dans les augites titanifères la dispersion des axes est très forte ($\rho < v$) et il est impossible d'obtenir une extinction complète en lumière blanche.

L'examen microscopique montre que les cristaux de pyroxène n'ont pas toujours une composition homogène. Les cristaux zonés ne sont pas rares; les diverses zones concentriques ont des couleurs et des angles d'extinction différents. L'augite présente souvent une structure spéciale, connue sous le nom de *structure en sablier*, surtout fréquente dans la titanaugite et l'ægyrinaugite. La figure 10 en donne un exemple. Les quatre secteurs de la figure ont deux à deux la même orientation et la même couleur (brune et verte). M. Rosenbusch explique cette structure en admettant que le cristal a commencé par une forme squelettique brune (deux des secteurs adjacents de la fig. 10), qui a été postérieurement complétée par un apport de substance verte moins ferrugineuse. M. Becke, dans un travail récent (*Lôtos*, XIV. I. 1894), admet que le cristal s'est formé d'une façon normale, les zones d'accroissement étant constituées par des produits isomorphes, mais d'une richesse inégale en fer, parallèlement aux diverses faces du cristal.



Fig. 10.
Lame mince d'augite (puy de Saint-Sandoux) parallèle à g^1 (010), montrant la structure en sablier.

Enfin il y a lieu de signaler les fréquentes transformations périphériques de l'augite des roches sodiques en ægyrinaugite, puis en ægyrine.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme des pyroxènes est généralement faible, sauf dans quelques variétés. Dans les lames minces, les diopsides, l'omphazite, certains diallages et augites ne sont pas pléochroïques. Les teintes suivantes s'observent avec des intensités variables dans les pyroxènes pléochroïques des gisements étudiés plus loin.

	n_g	n_m	n_p
Hédenbergite des gneiss de Bône	vert foncé	vert pâle	vert jaunâtre
Diallage ferrifère des gabbros. Augite des andésites et des trachytes.	verdâtre	brunâtre à brun rougeâtre	verdâtre
Titanaugite des basaltes et des néphélinites d'Auvergne.	jaune verdâtre ou rougeâtre quelquefois violet	rouge ou violet	jaune verdâtre ou rougeâtre
Ægyrinaugite des phonolites d'Auvergne.	jaune brunâtre ou verdâtre	vert clair	vert d'herbe foncé

Groupements réguliers de pyroxènes monocliniques (diopside-augite) *et d'autres minéraux.* — Les groupements de ce genre sont très fréquents.

a) Groupements à axes parallèles de pyroxène monoclinique et d'un autre minéral. — Pyroxène et enstatite ou hypersthène. — Ces groupements qui sont très fréquents ont été décrits page 543 (fig. 6 à 11); il est donc inutile d'y revenir ici.

Pyroxène et amphibole. — Les groupements de pyroxène et d'amphibole monocliniques sont également très répandus. L'axe vertical et l'orthodiagonale sont rigoureusement parallèles dans les deux minéraux ; leur axe *a* est sensiblement en coïncidence. La forme adoptée plus loin pour l'amphibole a été choisie de façon à mettre en évidence la raison de ces fréquentes associations.

L'amphibole enveloppe le pyroxène, le pénètre sous forme de facules ; tantôt ces associations sont d'origine primaire (certains groupements de pyroxène et de hornblende brune des pyroxénolites, des diorites, des gabbros, etc. ; groupements de pyroxène et d'amphibole verte dans les schistes cristallins), tantôt, et plus souvent, elles sont d'origine secondaire (ouralitisation) et seront étudiées à l'article *hornblende*.

Pyroxène et biotite. — La biotite s'associe (voir à *altérations*) au pyroxène de telle façon que sa face *p* (001) de lamellisation est appliquée sur les clivages du pyroxène.

b) Associations sans liaison d'orientation entre les deux minéraux. — α) Associations pegmatoïdes. — Le pyroxène s'associe sous forme de pegmatite graphique avec divers minéraux ; il constitue le minéral enveloppé ; on observe notamment des pegmatites de pyroxène et de feldspath (cornéennes à anorthite (à grands éléments) de contact de la lherzolite du bois du Fajou, etc.), de pyroxène et de néphéline [néphélinites porphyroïdes du puy de Saint-Sandoux (fig. 11)].

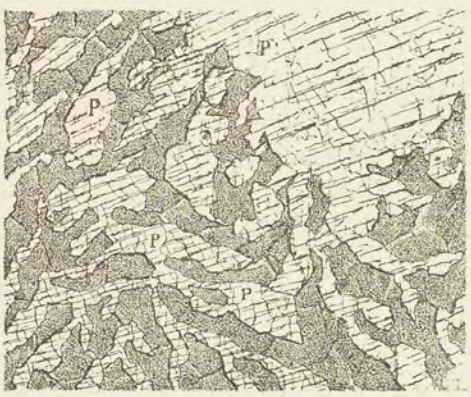


Fig. 11.
Lame mince de la néphélinite doléritique du puy de Saint-Sandoux, montrant une pegmatite graphique d'augite (P) et de néphéline. (Lumière naturelle, grossissement de 60 diamètres.)

β) Associations pœcilitiques. — Cegenre d'association est très fréquent.

J'ai décrit toute une série d'associations pœcilitiques de pyroxène et d'anorthite, de pyroxène et de dipyre, de pyroxène et de biotite, de pyroxène et d'amphibole, etc., dans les roches de contact de la lherzolite des Pyrénées et des calcaires jurassiques (*Nouvelles Arch. du Muséum*, VI. 284 et *pl.* 7, 8 et 10. 1894 et *B. C. F.* n° 22. 1895). De même, dans les gneiss à pyroxène de la Loire, l'anorthite en grandes plages est associée à des cristaux globuleux de diopside. Dans toutes ces associations, le pyroxène, en grains d'orientation quelconque, est enveloppé par le second minéral.

L'inverse a lieu dans les associations de pyroxène et de feldspath grenu des gneiss à pyroxène bretons, de pyroxène et de zoïsite des éclogites de la Loire-Inférieure. Elles conduisent aux associations ophitiques.

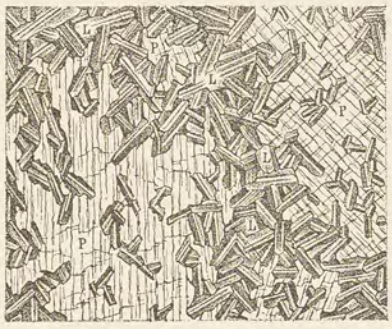


Fig. 12.
Lame mince de l'ophite de Pouzac (Htes-Pyrénées), représentant une association ophitique d'augite (P) et de labrador (L). (Lumière polarisée.)

γ) Associations ophitiques. — Ce genre d'association se rencontre dans un grand nombre de roches basiques. Le pyroxène en grandes plages englobe des cristaux de feldspath triclinique aplatis suivant g^1 (010) (voir à *feldspath triclinique*). A l'œil nu, on voit les cristaux de pyroxène comme lardés de petites baguettes blanches constituées par des sections transversales de feldspath (ophites des Pyrénées (fig. 12), gabbro du Pallet (*Loire-Inférieure*), etc.). Quand ces associations s'étendent à tout le pyroxène et le feldspath de la roche, elles déterminent dans celle-ci la *structure ophitique*.

Composition chimique. Analyses :

a) du diopside chromifère de la lherzolite de Lherz, par M. Damour (*B.S.G.* XIX. 413. 1862);

b) de l'hédenbergite de la Casbah de Bône, par Coquand (*Mém. S. G.* V. 39. 1854);

c) du pyroxène du granite de Laveline (*Vosges*), par Mérian (*Stud. Gesteinbild. Pyroxen., Stuttgart* 1884);

d) du pyroxène du porphyre brun du Rimbachthal, par M. Osann; (*Abh. geol. Specialkarte Elsass-Lothr.* III. 109. 1887);

e) du pyroxène du porphyre de la Barnabasbrücke près Marbach (*id.*);

f) de l'augite du puy de la Rodde, par M. Pisani (*in* Gonnard, *op. cit.*, 32);

g) de l'augite de la limburgite de Reichenweier, par M. Link (*Mitth. Com. geol. Landesanst. Elsass-Lothr.* I. 49. 1887);

h) de l'augite vert bouteille d'un nodule à olivine, par M. Link (*id.*);

i) de l'omphazite de Fay (*Loire-Inférieure*) (passage à la jadéite), par M. Damour (*C. R.* XCII. 1312. 1881).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)	*h*)	*i*)
SiO^2	53,63	50,53	50.63	49,81	49,53	47,10	46,72	47,22	54,53
TiO^2....	»	»	0,79	»	»	»		traces	»
Al^2O^3 ...	4,07	»	0,87	0,92	5,53	10,20	6,90	6,46	14,25
Cr^2O^3...	1,30	»	»	»	»	»	»	»	»
Fe^2O^3...	»	»	8,39	7,53	4,15	»	3,31	»	3,29
FeO.....	8,52	22,07	3,33	7,69	6,50	9,60	3,30	4,37	»
MgO....	12,48	5,47	13,01	18,93	19,59	12,70	16,10	15,99	7,50
CaO.....	20,37	19,60	21,30	13,08	13,89	20,25	21,36	20,75	12,40
Na^2O.. .	»	»	1,02	1,26	1,33	0,84	0,87	2,41	6,21
K^2O.....	»	»	0,50				0,82	2,64	»
H^2O.....	»	1,00	»	»	»	perte 0,20	»	»	traces
	100,37	99,67	99,84	99,22	100,52	100,89	99,38	99,84	98,18
Densité	3,28	»	3,372	»	»	3,266	3,398	»	3,31

Essais pyrognostiques. Les variations de composition chimique indiquées par les analyses ci-dessus impliquent une fusibilité au chalumeau très variable dans la série diopside-augite. La fusibilité augmente avec la teneur en fer et en alcalis. Les pyroxènes très ferrifères fondent sur le charbon en un globule noir non magnétique. La plupart des pyroxènes ne sont pas attaqués par les acides ; ils sont beaucoup moins réfractaires à l'action de l'acide fluorhydrique que les pyroxènes rhombiques.

Altérations. *a*) Altérations atmosphériques. — Les modes d'altération atmosphérique des pyroxènes sont assez variés, mais souvent peu intéressants au point de vue minéralogique.

Serpentinisation. — Le minéral peut se transformer en antigorite fibreuse ou lamellaire. Ce dernier cas est réalisé dans les épigénies

en bastite du diallage des péridotites. La serpentinisation est souvent accompagnée de formation de calcite.

Chloritisation. — Très fréquemment, les pyroxènes se transforment en chlorites, soit par leur périphérie, soit par production de facules ou de taches irrégulières qui gagnent de proche en proche. La chlorite est souvent accompagnée d'épidote, de calcite, de quartz. C'est à ce type d'altération qu'il faut rapporter la transformation en *céladonite* qui s'observe dans l'augite des roches microlitiques anciennes.

Talcification. — Les pyroxènes non alumineux se transforment parfois en talc fibreux, produisant ainsi les pseudomorphoses qui ont été décrites sous le nom de *pyrallolite*.

Quartzification. — Les pyroxènes sont quelquefois entièrement épigénisés en quartz grenu ou en calcédoine ; ce genre de pseudomorphose s'observe surtout dans les andésites et trachytes (porphyrites) micacés.

Calcification. — Les pyroxènes monocliniques des roches éruptives sont fréquemment transformés en calcite grenue. A cet égard, je signalerai particulièrement le trachyte quartzifère des Chazes au Lioran (*Cantal*), dont tous les grands cristaux d'augite sont transformés en calcite alors que la biotite et les feldspaths sont intacts; leurs formes sont restées très nettes. Ce mode de transformation est fréquent dans les porphyrites micacées. Enfin, dans les blocs de labradorite des tufs liasiques de Ségalas, près la Bastide de Sérou (*Ariège*), les plages ophitiques d'augite sont presque entièrement calcifiées, alors que le feldspath triclinique est intact.

b) Ouralitisation. — Le mode le plus habituel de transformation des pyroxènes est l'*ouralitisation* ou transformation en amphibole.

L'amphibole secondaire se développe soit par la périphérie des pyroxènes soit par facules, en gagnant de proche en proche le long des clivages et des cassures.

La transformation peut substituer à un cristal unique de pyroxène un cristal unique d'amphibole, qui présente par suite la forme du pyroxène avec les clivages et les autres propriétés de l'amphibole. C'est pour les produits ainsi constitués que G. Rose a créé le nom d'*ouralite*. L'amphibole est géométriquement orientée sur le pyroxène, ce qui s'explique aisément étant donnée la forme voisine des deux minéraux ; quand le pyroxène présentait originellement la macle suivant

h^1, on la retrouve dans l'amphibole de transformation. Il n'est pas rare d'observer un cristal de pyroxène ouralitisé se terminant par des prolongements dentelés d'amphibole secondaire, engagés dans les minéraux voisins (fig. 14, angle supérieur droit).

Fort souvent aussi, le pyroxène se transforme en un agrégat fibreux d'aiguilles plus ou moins parallèles entre elles, pouvant, sur les bords du cristal et à son contact avec les minéraux voisins, prendre une direction quelconque. Enfin dans d'autres cas, l'amphibole récente n'a plus aucune relation géométrique avec le minéral aux dépens duquel elle s'est formée.



Fig. 13.
Lame mince de diopside chromifère (P) présentant des plans de séparation suivant *p* (001) et s'ouralitisant en amphibole verte (A). Lherzolite des Pyrénées.

L'ouralitisation est extrêmement fréquente dans tous les pyroxènes des roches anciennes et particulièrement dans ceux des diabases (notamment des ophites des Pyrénées), des gabbros, etc., dans les roches microlitiques anciennes, dans les schistes cristallins, etc. On rencontre tous les termes de la transformation depuis le pyroxène intact jusqu'à l'amphibole pure.

Cette transformation en amphibole semble se produire par départ de chaux ; elle est fréquemment accompagnée de production d'épidote (ophites des Pyrénées) et facilitée aussi par la fréquente transformation consécutive des feldspaths (gabbros des Alpes, de Corse, etc.).

La nature de l'amphibole d'ouralitisation dépend évidemment de celle du pyroxène aux dépens duquel elle se produit : c'est de l'actinote quand le pyroxène est peu ou pas alumineux, de la hornblende quand il l'est beaucoup.

Le diallage de certains gabbros des Alpes et de Corse se transforme en une amphibole vert émeraude clair ayant reçu un nom spécial, celui de *smaragdite*. L'omphazite des éclogites se transforme en une amphibole de couleur verte généralement plus foncée, à laquelle on donne le même nom.

Comme cas particulier de l'ouralitisation du pyroxène, je signalerai les curieuses transformations que j'ai observées dans la *wehrlite* d'Arvieu (*Aveyron*). Cette roche est formée par de l'olivine, englobée dans de grandes plages pœcilitiques de diallage. L'olivine est fissurée et

en voie de serpentinisation. Sa périphérie est régulièrement garnie de petites fibres incolores (trémolite) rappelant les dispositions des couronnes de l'olivine du gabbro du Pallet (page 189, fig 15); au delà de cette trémolite se développe une actinote d'un vert pâle, incolore en lames très minces. Elle se propage dans le pyroxène; ses fibres implantées sur les parois sinueuses de l'olivine finissent par se rejoindre quand le diallage a disparu, donnant alors des apparences fibroconcrétionnées fort curieuses. Cette amphibole ne peut pas être confondue avec des produits serpentineux, grâce à sa forte réfringence, qu'il est aisé d'apprécier quand l'amphibole se trouve au contact d'un grain d'olivine entièrement transformé en antigorite. Du reste, fort souvent des agrégats fibreux, au contact d'un nouveau cristal de pyroxène, s'orientent sur lui suivant le mode habituel d'ouralitisation, et il est facile alors de voir que les grandes plages d'amphibole et le minéral fibreux ne constituent qu'un seul et même minéral.

En outre de la transformation en amphibole d'un vert clair, le diallage des gabbros (euphotides) des Alpes et de la Corse présente souvent une transformation en *glaucophane*, offrant la même orientation que la hornblende verte [(Villarodin près Modane, Sant'Agostino et Sermano (*Corse*)].

Tantôt la glaucophane forme des facules dans le diallage, tantôt elle le transforme totalement en masses bleues fibreuses. Souvent aussi, elle s'associe à la hornblende, semblant se fondre insensiblement avec elle, ou bien encore elle forme une bordure périphérique à de grands cristaux de diallage intimement transformés en hornblende. Ces cristaux ainsi transformés présentent des groupements à axes parallèles de diallage, en débris plus ou moins rongés, de hornblende et de glaucophane. Il n'est pas rare de trouver aussi des lambeaux de plages de diallage ne présentant que les plans de séparation suivant p (001) et englobés dans des amphiboles fibreuses (fig. 14).



Fig. 14.

Lame mince du gabbro (euphotide) de Villarodin montrant du diallage (D) à plans de séparation suivant p (001) très répétés, en partie transformé en hornblende (E) et en glaucophane. A droite de la figure (en haut), une fissure du diallage est remplie par du feldspath (O) dans lequel sont engagées des aiguilles d'amphibole.

On verra plus loin que beaucoup de schistes à glaucophane des Alpes et de la Corse ne sont en réalité que des gabbros entièrement transformés et glaucophanisés.

c) Ouralitisation et feldspathisation. — J'ai trouvé dans les éclogites de la Loire-Inférieure des transformations très intéressantes d'omphazite (*Bull. Soc. Sc. Nat. de l'Ouest*, I. 112. 1891). Les cristaux allongés de ce pyroxène sont peu à peu remplacés par un agrégat à structure vermiculée de smaragdite et d'albite (fig. 15). Le pyroxène de ces roches étant à la fois très sodique et très alumineux (analyse *i*), il est possible qu'il y ait là un phénomène de transformation analogue à celui qui produit un mélange (à structure vermiculée) d'eucryptite et d'albite aux dépens du triphane de Branchville (Connecticut). Les faibles dimensions des éléments récents ne permettent pas de les isoler et de vérifier cette hypothèse.

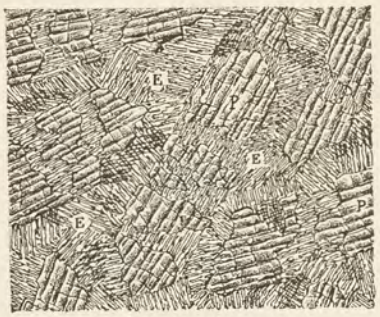


Fig. 15.
Lame mince d'une éclogite de Bouvron, montrant l'omphazite (P) en voie de transformation en smaragdite vermiculée dans un fond d'albite. (Lumière naturelle).



Fig. 16.
Lame mince de la diallagite à grenat de Moncaup. Un grand cristal de diallage renferme des grains de grenat pyrope. Aux dépens des deux minéraux se forme un mélange d'amphibole vermiculée et d'anorthite. (Lumière naturelle.)

C'est sous cette même forme vermiculée que j'ai observé : 1° dans les pyroxénolites de Moncaup (fig. 16), des transformations de diallage en amphibole verte (avec inclusions de spinelle) et d'anorthite ; 2°, dans la lherzolite du Tuc d'Ess, des transformations de tous les éléments de la roche en un semblable mélange ; 3° la production de smaragdite développée dans du dipyre comme remplissage de fines diaclases des lherzolites de l'Ariège (*Nouv. Arch. du Muséum*, VI. 254. 1894).

Dans tous les cas qui viennent d'être brièvement énumérés, l'amphibole secondaire est géométriquement orientée sur le pyroxène.

d) Altérations par fumerolles acides. — Les cristaux des laves basaltiques de quelques gisements du Puy-de-Dôme (puy de la Vache, puy de Lassolas) ont été profondément altérés par des fumerolles acides. Ils ont conservé leurs formes, mais sont devenus blancs ou jaune de soufre. L'examen microscopique fait voir qu'ils sont constitués par une matière colloïde concrétionnée (probablement opale), ayant fixé ça et là un pigment jaune citron monoréfringent. La densité d'un petit cristal altéré du puy de Lassolas est de 1,966. Dans le même gisement se rencontre de la hyalite qui a été produite par les mêmes émanations aux dépens des roches basaltiques.

e) Altérations dues à l'action de la chaleur et des magmas volcaniques.— Les pyroxènes monocliniques des enclaves des roches volcaniques et particulièrement de celles des basaltes (norites et nodules à olivine) présentent des modifications identiques à celles qui ont été étudiées page 546 à l'article *pyroxènes orthorhombiques*. Ils fondent tout d'abord (avant la bronzite et l'olivine); puis, à leurs dépens, se produisent des recristallisations, qui déterminent la production de microlites d'augite le plus souvent orientés sur le cristal ancien de pyroxène et formant par des groupements à axes parallèles le squelette d'un grand cristal. Quand l'enclave qui présente ces transformations est recueillie, non pas dans les tufs de projection, mais dans le basalte massif, ces squelettes, au contact de la roche volcanique, se ferment et se continuent dans le basalte lui-même par un cristal à contours continus (*Les encl. des roches volc.* 134 et 487). La recristallisation du pyroxène est souvent accompagnée de formation d'olivine allongée suivant l'axe vertical.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les pyroxènes étudiés ici (diopside-augite) se rencontrent dans de multiples conditions. J'aurai à les examiner successivement :

1° Dans les roches éruptives ;

2° Dans les météorites ;

3° Dans les roches métamorphisées au contact des roches éruptives ;

4° Dans les roches houillères fondues par les incendies souterrains ;

5° Dans les schistes cristallins ;

6° Dans les scories de diverses opérations industrielles.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les granites, les granulites, les pegmatites et les syénites.*

Le pyroxène est peu abondant dans les granites français ; il s'y rencontre surtout dans les granites à amphibole, et plus fréquemment encore (Pyrénées) dans les granites endomorphisés au contact de massifs calcaires. Il se présente généralement en cristaux arrondis *microscopiques* ; il est d'un vert peu foncé et souvent presque incolore en lames minces. Sa composition est d'ordinaire celle d'une malacolite, parfois un peu sodique et alumineuse.

Le pyroxène, au contraire, est fréquent en grands cristaux, pouvant atteindre plusieurs centimètres de long, dans les granulites et les pegmatites endomorphisées au contact de roches basiques (calcaires, gneiss amphiboliques, gneiss à pyroxène et à diopside, etc.). Ces cristaux possèdent des formes nettes ; ils sont allongés suivant l'axe vertical et présentent les faces h^1 (100), g^1 (010), très développées, associées à m (110) ; les plans de séparation suivant p (001) sont fréquents (fig. 17). Ce pyroxène (malacolite) est parfois alumineux ; il s'altère facilement, se couvrant alors d'une croûte de limonite. Je le citerai surtout dans les gisements suivants :

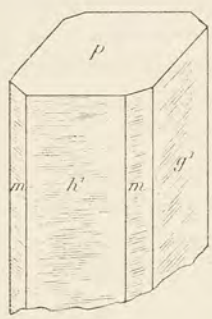


Fig. 17.
Pyroxène des granulites endomorphisées.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Des cristaux très nets de ce pyroxène vert clair se rencontrent dans les filons de pegmatites endomorphisées à leur contact avec les gneiss pyroxéniques à dipyre de l'Étang près Saint-Nazaire.

Pyrénées. — *Ariège*. Aux environs d'Ax on trouve le même minéral dans des filons de granulite traversant les schistes cristallins basiques de Saint-Brévin. D'après les échantillons de la collection Cordier, c'est à une pegmatite à pyroxène de ce genre provenant des environs d'Ax que ce savant a donné le nom de *dibasite*.

Plateau Central. — *Rhône*. Les lits de granulite des gneiss à pyroxène de Duerne (Gonnard : *B. S. M.* XV. 233. 1892), de Saint-Denis-le-Courreau appartiennent à ce même type de pyroxène. Ceux

de Duerne atteignent 3^{cm} ; on en aurait même trouvé de deux décimètres de longueur, d'après Drian.

Vosges. — [*Alsace*]. Enfin ce même minéral se trouve dans les pegmatites à sphène qui depuis longtemps ont été signalées par Delesse dans les cipolins des environs de Sainte-Marie-aux-Mines (carrière Saint-Philippe).

b) *Dans les microgranulites et les rhyolites (porphyres).*

Dans les microgranulites et les rhyolites (porphyres pétrosiliceux), le pyroxène est un diopside (malacolite) ou une augite plus ou moins ferrifère et, par suite, d'un vert plus ou moins foncé ; il se présente en cristaux distincts de la période intratellurique, qui sont alors parfois visibles sans le secours d'une loupe.

c) *Dans les syénites et les syénites néphéliniques.*

Le pyroxène qui se rencontre comme élément accessoire dans les syénites françaises est une malacolite d'un vert clair présentant parfois des formes distinctes ; elle est semblable à celle du granite.

Dans la syénite néphélinique de Pouzac (Hautes-Pyrénées), l'augite est d'un noir foncé ; en lames minces, elle est légèrement pléochroïque dans les teintes jaunes et violacées ; elle présente souvent la structure en sablier et se transforme sur les bords en ægyrine, en épidote, etc.

d) *Dans les diorites et les diabases.*

Le pyroxène des diorites françaises est une malacolite d'un vert pâle ; elle est souvent intimement associée à la hornblende. Dans les diorites appartenant à la série des porphyrites micacées, le pyroxène est automorphe et semble parfois être une augite.

La malacolite est, au contraire, rare dans les diabases, où elle est remplacée par une augite d'un brun violacé plus ou moins intense en lames minces. Ces deux catégories de pyroxène se rencontrent rarement dans la même roche.

L'augite se présente généralement en cristaux arrondis, parfois automorphes et très nets [diabase à hornblende des environs d'Ogeu (*Basses-Pyrénées*)]. Ce minéral est contemporain du feldspath ou antérieur à celui-ci. Dans les diabases à structure ophitique, au contraire, le pyroxène est postérieur au feldspath, dont il englobe les lamelles

aplaties suivant g^1 (010) (fig. 12, page 577). Cette structure est caractéristique des ophites si abondantes dans les Pyrénées. Dans la plupart de ces roches, le pyroxène n'est pas automorphe; mais, dans quelques-unes d'entre elles, on observe comme accident local des cristaux nets d'augite m (110), h^1 (100), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), extrêmement aplatis suivant h^1 (100), allongés suivant l'axe vertical et souvent maclés suivant h^1 (100) (fig. 19 et 20); ils peuvent dépasser 1^{cm} de longueur : Castenerecca (*Basses-Pyrénées*), environs de Saint-Béat (*Haute-Garonne*), Berquié au-dessus de Vicdessos (*Ariège*), etc.

L'augite des diabases présente parfois les plans de séparation faciles du diallage. Quand dans ces roches il existe de la hornblende brune (port de Saleix, sud d'Ax (Ariège), etc.), elle est fréquemment groupée à axes parallèles avec le pyroxène.

L'augite des ophites, comme du reste celle de la plupart des diabases françaises, est très fréquemment ouralitisée plus ou moins complètement, ce qui explique la couleur verte que présentent ces roches.

c) *Dans les gabbros, les norites, les péridotites (serpentines) et les pyroxénolites.*

Les pyroxènes que l'on observe comme éléments constitutifs de ces roches appartiennent soit au diallage (gabbros, pyroxénolites, wehrlites), soit au diopside chromifère (lherzolites et certaines pyroxénolites). Ces minéraux sont dépourvus de formes géométriques. Le diallage constitue souvent des masses atteignant plusieurs centimètres de plus grande dimension, remarquables par l'éclat métallique de leurs plans de séparation suivant h^1 (100). Les gabbros (euphotides) qui les renferment sont fréquemment ophitiques; on voit alors à l'œil nu les grandes lames de diallage lardées de cristaux blancs de feldspath. Dans les Alpes et en Corse, certaines de ces roches sont entièrement transformées, leurs feldspaths sont saussuritisés et leur diallage ouralitisé en smaragdite d'un beau vert émeraude ou en glaucophane.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Le gabbro à olivine des environs du Pallet près Clisson, dont j'ai antérieurement donné la description (*B. S. M.* XII. 238. 1889), renferme fréquemment des parties à grands éléments dans lesquelles on trouve des plages de diallage atteignant plusieurs centimètres carrés.

Pyrénées. — Les lherzolites des Pyrénées contiennent, comme élément constitutif, du diopside chromifère d'un beau vert émeraude

qui se concentre rarement en amas grenus. Ces roches sont traversées par des filons ou pseudofilons de pyroxénolites essentiellement constituées par un pyroxène monoclinique (diopside chromifère dans les bronzitites et les diopsidites, diallage dans les diallagites) (Pour plus de détails sur ces roches, voir *Nouv. Arch. du Muséum*, VI. 209. 1894 et *B. C. F.* n° 42. 1895). Voici les gisements qui méritent d'être cités pour la beauté de leurs pyroxènes :

Basses-Pyrénées. Moun caou en Louvie Juzon, cristaux porphyroïdes de diopside chromifère atteignant 1 à 2 cm.

Haute-Garonne. Le massif de Moncaup Arguénos est formé par une lherzolite porphyroïde très analogue à celle du Moun caou et présentant le même diopside chromifère. Ce massif est traversé près de Moncaup, sur la lisière N.-E., par des filons d'une diallagite à pyrope dans laquelle on peut recueillir de superbes échantillons de diallage brun noir ayant jusqu'à 5 cm de côté. Ce diallage a subi des actions mécaniques puissantes qui l'ont tordu et gondolé. Ses altérations amphiboliques ont été décrites page 582 (fig. 16).

Dans la lherzolite porphyroïde du Tuc d'Ess en Coulédoux, j'ai observé des concentrations d'un diopside peu chromifère formant des lames qui atteignent 1 cm.

Ariège. — A l'étang de Lherz, au pic de la Fontète rouge (ravin de la Plagnole et de l'Homme Mort), à Bernadouze et à l'Escourgeat, (vallée de Suc), à Porteteny près Vicdessos, la lherzolite renferme parfois des concentrations de diopside vert émeraude, seul ou associé à la bronzite. A Prades, le même minéral constitue dans la lherzolite à grands éléments des plages atteignant 1cm. Au pic de Géralde il se concentre souvent sur les salbandes des filons de diallagite.

C'est aux environs de Prades que se trouvent également en abondance des diallagites à grands éléments fournissant des échantillons de diallage de plusieurs centimètres analogues à celui de Moncaup, bien que de dimensions moins grandes.

Plateau Central. — Les nombreuses serpentines du Plateau Central renferment parfois des restes de diallage non serpentinisé (*Haute-Loire*, *Cantal*, etc.) ; de belles lames de ce minéral ont été notamment signalées (*J. M.* XIX. 1806) aux baraques de Gournay à environ 8 kilomètres de Montaigut en Combrailles (*Puy-de-Dôme*) à environ 200m à droite de la route de Néris.

A Arvieu (*Aveyron*), au lieu dit La Préfecture, se trouve un petit pointement d'une péridotite décrite par M. Bergeron (*A. Sc. géol.* XXII. 36. 1889), comme formée par de l'olivine en voie de serpentinisation et du diallage en partie transformé en serpentine. M. Gaubert m'a recueilli récemment des échantillons très frais de cette roche possédant au plus haut point la structure pœcilitique. Dans de grandes lames de pyroxène (diallage) sont englobés des grains d'olivine fendillés et imprégnés d'antigorite. Leur périphérie est garnie d'une zone fibreuse de trémolite au delà de laquelle se développe une actinote d'un vert très pâle qui peu à peu épigénise le pyroxène suivant le mode décrit page 580. Cette roche est un bon type de *wehrlite*.

Morvan.—Les serpentines du Morvan renferment parfois de grandes lames de diallage.

Vosges. — *Vosges*. Le diallage se trouve dans quelques péridotites (serpentines) des Vosges ; il a été signalé depuis longtemps par Delesse dans le gabbro d'Odern [Alsace].

Alpes. — *Savoie*. Les gabbros (euphotide) saussuritisés de Villarodin près Modane renferment un diallage en grandes lames à éclat bronzé présentant des plans de séparation nombreux suivant h^1 (100) et p (001). Ils sont profondément ouralitisés soit en amphibole d'un vert pâle, soit en glaucophane (voir p. 581, et fig. 14). Les pseudomorphoses contiennent souvent aussi des fragments de biotite foncée et sont imprégnées d'albite et d'épidote secondaire.

Isère. Du diallage en très grandes lames d'un jaune bronzé se trouve dans les gabbros (euphotide) du lac Robert (massif de Belledonne), etc.

Hautes-Alpes. Le gabbro (euphotide) à smaragdite du mont Genèvre est bien connu. C'est une roche à grands éléments, renfermant de larges cristaux de diallage entièrement transformés en smaragdite verte et associés à une masse grise ou gris bleuâtre constituée par d'anciens cristaux de feldspath triclinique basique le plus souvent entièrement saussuritisés. Les phénomènes dynamiques sont intenses et les plages de smaragdite sont fréquemment déformées.

Le diallage du gabbro des environs de Molines dans le Haut-Queyras qui m'a été communiqué par M. Nentien présente des altérations en glaucophane (flanc ouest de Mourre-Froid entre le village de Molines et le signal 2792).

Corse. — Les gabbros et norites à grands cristaux de diallage et

d'hypersthène atteignant souvent plusieurs centimètres de plus grande dimension abondent en Corse. M. Nentien a bien voulu à cet égard me fournir les indications suivantes; je dois en outre à son obligeance la communication de nombreux échantillons qui m'ont permis de faire les observations consignées à diverses places dans cet ouvrage.

On peut distinguer dans les roches basiques de Corse deux séries.

1° Celle du N.-E., qui correspond à la série ophitique des îles de la mer de Toscane et des Alpes, peut être divisée en trois groupes.

a) Le groupe inférieur est constitué par des péridotites (généralement serpentinisées) qui sont traversées par des filons de norites et de gabbros à grands éléments. Ces roches sont postérieures aux schistes lustrés et amphiboliques qu'elles recoupent dans l'arrondissement de Bastia et dans une partie de celui de Corte ; la région du cap Corse peut être particulièrement citée à cet égard.

Des gabbros à grands cristaux de diallage atteignant plusieurs centimètres de largeur et de longueur se trouvent en filons dans la serpentine, notamment au Monte Marcolino, au Monte Grosso et sur le versant O. du Monte Alticcione au S. de Luri (cap Corse). Le diallage y présente fréquemment des plans de séparation suivant p (001) ; il est plus ou moins ouralitisé en amphibole vert clair.

Dans les péridotites (serpentines) et notamment dans celles du cap Corse, le diallage forme de grandes plages à éclat bronzé qui ne peuvent être distinguées de la bronzite qu'au microscope ; elles sont souvent en partie transformées en bastite.

b) Le groupe moyen est formé par les gabbros (euphotides) saussuritisés à smaragdite qui se trouvent sur les schistes et les roches éruptives du groupe précédent. Les localités les plus célèbres à ce point de vue sont celles des environs d'Orezza (Piedipartino). Ces roches se trouvent dans toutes les collections. Elle constituent le célèbre *verde di Corsica*. Le diallage est le plus souvent totalement épigénisé en smaragdite d'un beau vert émeraude, distribuée dans une masse blanche ou gris bleuâtre de feldspath saussuritisé. Cependant, dans des échantillons de Piedipartino que m'a donnés M. Nentien, se trouvent des cristaux de diallage presque intacts et d'autres dans lesquels on voit se produire peu à peu la transformation en smaragdite : ils sont d'un blanc un peu verdâtre et pauvres en fer.

Cette roche a subi un laminage énergique qui lui a donné par places

une structure rubannée et même schisteuse. L'examen microscopique y décèle des déformations mécaniques des plus énergiques. Les grandes plages de smaragdite, presque incolores en lames minces, sont souvent brisées et ressoudées par les produits de saussuritisation.

Ces gabbros à smaragdite sont tout à fait identiques à ceux du mont Genèvre dont il a été question plus haut.

c) Le groupe supérieur est constitué par des norites et des gabbros à grands éléments en relation avec des filons de diabase à olivine possédant la structure ophitique ; ces roches renferment souvent elles-mêmes de l'olivine.

Les éléments des roches grenues de ce groupe atteignent souvent 6^{cm} de plus grande dimension. Ces roches sont comparables aux gabbros de l'île d'Elbe. D'après M. Nentien, elles sont postérieures aux calcaires et aux grès nummulitiques.

Elles abondent dans une bande centrale ininterrompue allant de la haute vallée de la Navaccia jusqu'aux environs de Sermano en passant par Ponteleccia, la vallée de Casaluna et San Lorenzo ; on en retrouve des pointements isolés dans les environs de Murato et de Rutali, ainsi qu'au nord du défilé de l'Insecca. Les feldspaths sont souvent saussuritisés ; le diallage, riche en plans de séparation suivant p (001) et h^1 (100), est fréquemment ouralitisé en hornblende ou en glaucophane (Sant' Agostino, Sermano).

2° La seconde série de roches basiques s'observe au sud de l'île dans l'arrondissement de Sartène près de Santa Lucia de Tallano et de Levie ; elle est constituée par des gabbros et des norites à grands éléments, souvent ouralitisés, qui se trouvent en nombreux dykes ou filons dans le granite et la granulite. Quelques-unes de ces roches renferment des cristaux d'amphibole de plus de 5^{cm} de longueur englobant des cristaux d'anorthite, de diallage, d'hypersthène (structure pœcilitique) (Levie, San Gavino). La diorite orbiculaire de Santa Lucia est un cas particulier de ces roches.

Nouvelle-Calédonie. — Le diallage, en grandes lames de plusieurs centimètres, se rencontre dans des gabbros en filons minces au milieu des péridotites (serpentines).

e) *Dans les roches du groupe des porphyrites micacées.*

Les minettes, kersantites et leurs formes microlitiques (orthophyrites, porphyrites micacées et amphiboliques (voir page 324)) renferment

souvent soit un pyroxène de couleur vert clair (parfois incolore en lames minces) appartenant à la malacolite ou à ses termes de passage avec l'augite, soit de l'augite normale. Les cristaux de ces pyroxènes sont parfois allongés suivant l'axe vertical et ne se distinguent souvent qu'au microscope. Fréquemment, ils sont entièrement transformés en un mélange de calcite, de magnétite, de chlorite avec ou sans produits serpentineux ou fibreux [Plateau Central, Lyonnais (Romanèche), Morvan, etc.].

f) *Dans les roches volcaniques.*

α) Dans les roches volcaniques basiques (basaltes, labradorites, leucotéphrites) et leurs enclaves homœogènes.

Les cristaux d'augite sont très abondants dans les roches basaltiques françaises ; certains basaltes en renferment même en si grande quantité qu'ils sont devenus porphyroïdes (basalte porphyroïde). Leurs formes dominantes sont celles des fig. 9, 18 et 19. Les macles suivant h^1 (100) (fig. 20) sont abondantes, celles suivant o^1 (101) (fig. 4) ou ($\bar{1}22$) plus rares (fig. 21 et 22).

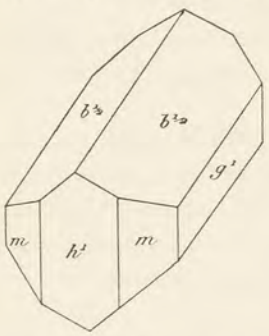


Fig. 18.
Cristaux d'augite des basaltes.

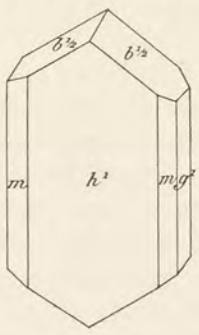


Fig. 19.

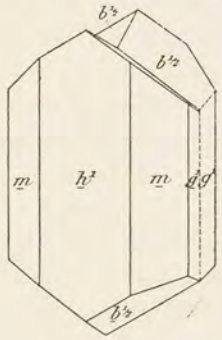


Fig. 20.
Augite ; macle suivant h^1 (100).

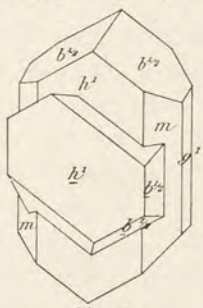


Fig. 21.
Augite, macle suivant ($\bar{1}22$).

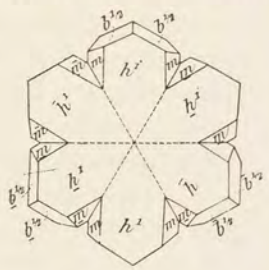


Fig. 22.
Augite, macle suivant ($\bar{1}22$) de trois individus.

Ces cristaux se trouvent parfois isolés en énorme quantité dans les tufs de projection basaltiques, où ils sont plus abondants que dans les roches

en filons ou en coulée; ils y sont généralement accompagnés par de la hornblende. Il n'est pas rare de les trouver en grande abondance dans des tufs de projection provenant de cratères ayant donné des coulées de basaltes dépourvus de semblables cristaux. Ce fait peut s'expliquer aisément. Les produits de projection proviennent des parties supérieures du magma volcanique qui se trouvaient, avant l'éruption, dans les réservoirs souterrains, à une température assez peu élevée pour avoir permis la production de pyroxène et d'amphibole. Au moment de l'éruption, après l'expulsion de ces parties superficielles du magma déjà en voie de cristallisation, les matières fondues venues d'une profondeur plus grande et possédant par suite une température plus élevée sont arrivées rapidement au jour. Elles ne se sont pas ainsi trouvées dans les conditions nécessaires à la production de grands cristaux intratelluriques de pyroxène et d'amphibole.

L'augite se rencontre dans les basaltes, les labradorites, les leucotéphrites, et dans certaines andésites, non seulement en grands cristaux intratelluriques, mais encore en microlites.

Les microlites d'augite sont allongés suivant l'axe vertical ou arrondis. On les observe souvent dans les roches volcaniques d'épanchement, se formant aux dépens des cristaux anciens de biotite et de hornblende suivant le mode décrit p. 546. On a vu plus haut que, dans le cas de la structure ophitique, l'augite, au lieu d'être antérieure aux feldspaths, les englobe.

L'augite se trouve aussi dans les nodules à hornblende (enclaves homœogènes) des tufs basaltiques.

Dans toutes les roches dont il est question dans ce paragraphe, l'augite est noire ou d'un vert foncé. En lames minces, elle est d'un vert variable (parfois d'un brun violacé) (titanaugite). Elle est souvent zonée ou possède la structure en sablier que révèle l'examen microscopique (fig. 10). Elle est riche en inclusions vitreuses (souvent régulièrement distribuées suivant des zones concentriques), en inclusions d'apatite, de magnétite, quelquefois d'olivine, etc.

Il n'y a pas de distinction à faire entre l'augite des roches volcaniques postsecondaires et celle des roches volcaniques antétertiaires : il faut simplement remarquer que dans les dernières, l'augite présente les mêmes altérations que les pyroxènes des roches granitiques, tandis que ceux des roches de l'autre série en sont dépourvus.

Je ne m'occuperai ici que des gisements fournissant de bons

cristaux. Ils se trouvent tous dans des roches volcaniques tertiaires ou plus récentes[1]. Sauf avis contraire, ils présentent les formes des figures 18 à 20.

Plateau Central. — *Ardèche*. L'augite en grands cristaux libres atteignant souvent 2^{cm} suivant l'axe vertical abonde dans les scories basaltiques du massif des Coirons et notamment à Chenavari, Rochemaure, Montbrul, Rochesauve près Chomerac, où Faujas de Saint-Fond l'avait déjà observée à la fin du siècle dernier (*Mém. sur les schorls*, 1778). Ces cristaux d'augite sont associés à de la hornblende. Ils renferment souvent des inclusions de magnétite et des prismes hexagonaux d'apatite.

M. Favre m'a remis de jolis cristaux isolés du même minéral provenant du suc de l'Areilladon et offrant une grande ressemblance avec ceux du Puy-de-Dôme ; ils sont souvent maclés suivant h^1 (100) ; des cristaux analogues ont été recueillis par M. Boule dans les basaltes porphyroïdes du plateau des Coirons, près Saint-Jean-le-Centenier.

Haute-Loire. Les grands cristaux d'augite abondent dans le basalte porphyroïde du Mézenc (observé depuis Graillouze jusqu'au plateau des Coirons), ainsi que dans celui de divers points du Mégal et de l'Emblavès, notamment à Mézères (Boule : *B. C. F.* n° 28. 124) ; on en trouve de même dans le basalte de Saint-Privat d'Allier. Ils accompagnent la hornblende dans les tufs basaltiques de la chaîne des puys (Croustet, Taulhac, Bilhac, Sainzelle, Vialette, Mons, Sainte-Anne, La Baraque, Tareyre, etc.) ; dans le massif de la Durande, dans les brèches du cirque de Boutières près le Mézenc ; dans les labradorites de Montchamp près Laussonne, dans les tufs de labradorite de La Besseyre (à 3 ou 4 km. de Monastier), de Bournac, etc. On les trouve aussi, avec hornblende, spinelle, magnétite, sphène, dans les sables du Riou Pezzouliou près le Puy. Les cristaux de tous ces gisements présentent les formes communes. J'ai trouvé dans la collection du Muséum, avec l'indication « environs du

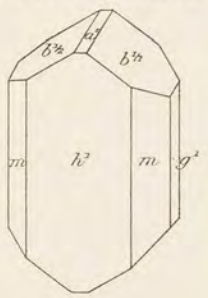


Fig. 23
Augite des environs du Puy.

1. Toutefois, dans les tufs (*de l'âge du Culm*) de leucotéphrites de La Place près Clermain (*Saône-et-Loire*), j'ai recueilli un petit fragment de projection contenant un cristal très net d'augite de 0^{cm} 5 de plus grande dimension : il est en partie transformé en biotite et hornblende.

Puy », de jolis cristaux aplatis suivant h^1 (100), présentant parfois les faces a^1 ($\bar{1}01$) arrondies (fig. 23) : ils sont très souvent maclés suivant h^1, et alors seulement possèdent les faces $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$) et $e^{1/2}$ (021) (fig. 2 à 4). Un cristal présente une macle de trois individus que l'on rencontre fréquemment dans les coupes minces de roches, mais que je n'ai pas trouvée à l'état macroscopique dans d'autres gisements français (fig. 24 à 26). Dans la même collection se trouvent des cristaux provenant du volcan du Coupet près Saint-Eble et ayant $2^{cm}5$ suivant l'axe vertical. Ils présentent la forme de la fig. 9, avec en outre a_3 ($\bar{2}11$).

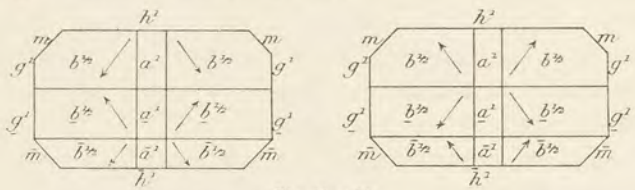


Fig. 24 et 25.

Projection, sur un plan perpendiculaire à l'axe vertical, d'une macle triple, suivant h^1 (100), d'augite des environs du Puy.

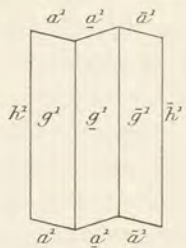


Fig. 26.

Projection sur g^1 de la macle représentée par les figures 24 et 25.

Cantal. L'augite se trouve en beaux cristaux dans le basalte porphyroïde de la vallée de Mandailles, dans celui de Thiézac. On peut citer notamment : en premier lieu, le basalte porphyroïde de Loubéjac, à l'O. de Saint-Chamant, qui fournit une énorme quantité de cristaux de 2 à 3^{cm}, vendus sous le nom de « pyroxène d'Auvergne »; les tufs de projection du basalte porphyroïde de Triboulan à la cascade de Faillitoux près Thiézac. Les cristaux de cette localité sont souvent creusés de nombreuses cavités et enduits de verre noir : ils présentent les faces m (110), h^1 (100), g^1 (010), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) avec rarement p (001); les macles suivant h^1 (100) sont fréquentes. On peut indiquer encore, comme gisements intéressants : Combourieu au S. de Saint-Chamant, Tournemire, plateau des environs d'Aurillac, environs de Boussac, de Bouygues, de Liourmies, de La Bastide, de la Font des Vaches au pied du puy Griou, du pied du puy Mary, le plateau de Donne; les tufs basaltiques de Maillargues près Allanches avec beaux cristaux d'olivine[1]. L'augite se trouve aussi en beaux cristaux au volcan d'Autrac, au N.-E. de Leyvaux, au volcan de Fauvat dans la même région.

1. Ce gisement d'olivine est à ajouter à ceux que j'ai décrits p. 179. M. Gonnard a, en effet, signalé (*C. R.* CXVII. 864. 1893) de très nombreux cristaux atteignant 18^{mm}; les combinaisons observées sont $g^3 g^1 e^1 e^{1/2}$; $g^3 g^1 e^1 e^{1/2} a^1$; $g^3 g^1 e^1 e^{1/2} a^1 b^{1/2}$;

Puy-de-Dôme. Le gisement qui fournit la plupart des cristaux d'augite désignés dans les collections sous le nom d'augite d'Auvergne est le puy de la Rodde près du lac d'Aydat (versant Est). Les cristaux y sont extrêmement abondants dans les scories basaltiques ; leurs formes sont banales (voir l'analyse *a*).

Les cristaux du puy de Corent sont caractérisés par leur association constante avec la magnétite formant parfois de gros octaèdres à faces creuses; aussi les cristaux de ce gisement sont-ils presque toujours magnétiques. M. Gonnard y a signalé récemment (*B. S. M.* XVIII. 101. 1895) les combinaisons de formes suivantes : m (110), h^1 (100), g^1(010), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) avec parfois e^1(011), p (121) ; $p\ m\ h^1\ g^1\ b^{1/2}\ e^{1/2}$; $m\ h^1\ g^1\ b^{1/2}\ e^{1/2}\ a_3$ ($\bar{2}11$) = α (fig. 27, d'après M. Gonnard) ; $m\ h^1\ g^1\ b^{1/2}\ b^{1/4}$ ($\bar{2}21$). La face e^1 (011) m'a été signalée par M. Gonnard comme rectification des faces $b^{1/2}$ de la fig. 1 de son mémoire précité.

Le puy de Charade a fourni aussi de gros cristaux de la combinaison $m\,h^1\,g^1\,b^{1/2}\,e^{1/2}$; M. Gautier m'a remis de petits cristaux très nets de la même forme, parfois maclés suivant h^1 (100) : ils proviennent du puy Noir près du puy de la Vache.

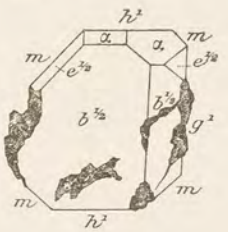


Fig. 27.
Projection, sur un plan perpendiculaire à l'axe vertical, d'un cristal d'augite du puy Corent.

Enfin les laves basaltiques du puy de la Vache et de Lasollas renferment des cristaux d'augite fort nets, qui, ainsi que la roche qui les contient, ont été décomposés par des vapeurs acides; ils sont devenus jaunes ou blancs, ils sont très fragiles et accompagnés d'hyalite fibreuse. Au microscope, j'ai pu constater que ces cristaux sont transformés en une masse colloïde généralement incolore, mais parfois colorée en jaune d'or.

Les basaltes porphyroïdes du Puy-de-Dôme, de même que le basalte semi-ophitique (basalte demi-deuil) de la Croix-Morand et de la Banne d'Ordenche au mont Dore, renferment aussi de l'augite (titanaugite) en gros cristaux. Les cristaux d'augite de ce dernier gisement présentent la particularité d'être associés ophitiquement avec du labrador. Les deux minéraux sont englobés dans le magma microlitique. Ces

les cristaux les plus abondants ont la forme des fig. 7 et 10 (p. 179). Sur une centaine de cristaux que j'ai eus entre les mains, j'en ai trouvé trois allongés suivant l'axe vertical (fig. 11, page 179). Quelques cristaux d'un jaune foncé possèdent sur les faces e^1 et $e^{1/2}$ un éclat soyeux rappelant celui de l'œil-de-chat.

cristaux sont fréquemment aplatis suivant h^1 (100) et présentent les macles cruciformes suivant ($\bar{1}22$), surtout abondantes à Mareuges.

Notons, en terminant, que la néphélinite porphyroïde du puy de Saint-Sandoux (Barneire) est riche en titanaugite parfois associée à la néphéline en pegmatite graphique (fig. 11, p. 576).

Algérie. — *Oran*. M. Gentil m'a signalé des cristaux d'augite dans les tufs de leucotéphrites de la région d'Aïn-Témouchent et notamment dans le cratère intact du lac Ben Ganah. Ils ont des formes habituelles. Quelques-uns d'entre eux sont aplatis suivant une face m (110) (fig. 28) et parfois en outre allongés suivant une arête $b^{1/2}\,b^{1/2}$. Ils sont accompagnés de jolis cristaux a^1 (111), b^1 (110) de spinelle noir et de cristaux de sphène brun ; ces associations rappellent celles des sables du Riou Pezzouliou au Puy.

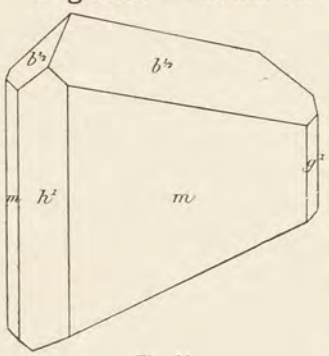


Fig. 28.
Augite aplatie suivant m (110) du cratère de Ben-Ganah.

Madagascar. — L'augite se trouve dans les tufs basaltiques de divers gisements volcaniques de Madagascar (massif d'Ankaratra, etc.).

La Réunion. — L'augite abonde dans les basaltes et les scories des projections volcaniques de l'île. J'ai décrit (*B. S. M.* VII. 173. 1884) de très jolis cristaux qui ont été recueillis par M. Vélain à la plaine des Sables en même temps que les cristaux d'olivine étudiée p. 179. Ils n'ont guère plus de 5^{mm} de plus grande dimension, mais les faces sont très nettes. Ils sont simples ou maclés suivant h^1 (100) ; quelques cristaux présentent $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$) (fig. 9) et $e^{1/2}$ (021) (fig. 2 à 4).

Ile Saint-Paul. — M. Vélain a observé des cristaux nets d'augite (formes communes) dans les tufs basaltiques dont il est question plus loin au sujet de l'anorthite.

Antilles. — Les tufs volcaniques de la Guadeloupe et de la Martinique renferment de beaux cristaux libres d'augite présentant toutes les formes de ceux d'Auvergne ; les faces p (001) et a^1 ($\bar{1}01$) sont, en outre, fréquentes, mais souvent arrondies.

Nodules à olivine. On a vu, aux articles *bronzite* et *olivine*, que les nodules à olivine des tufs basaltiques sont riches en diopside chromifère identique à celui des lherzolites.

β) Dans les andésites et les trachytes.

L'augite se rencontre en cristaux intratelluriques macroscopiques dans un grand nombre de trachytes et d'andésites du Plateau Central. Tantôt elle y est accompagnée de biotite et de hornblende, tantôt elle est le seul silicate ferrugineux de première consolidation.

Elle y présente les mêmes formes simples que dans les basaltes, mais ne constitue pas d'aussi grands cristaux que dans ces dernières roches. Toutefois dans un grand nombre d'andésites du Cantal (env. de Murat, etc.), il n'est pas rare d'y trouver des cristaux nets atteignant 4 ou 5^{mm}. Dans les trachytes et andésites à hypersthène signalés plus haut, l'augite est souvent intimement associée au pyroxène rhombique.

L'augite se présente aussi en microlites dans les plus basiques de ces mêmes roches (trachytes et andésites augitiques).

Je ne cite que pour mémoire ici les enclaves homœogènes des trachytes et andésites (*sanidinites* et *ségrégations basiques*) qui contiennent les mêmes pyroxènes que les roches volcaniques elles-mêmes, mais qui ne m'ont présenté aucun caractère spécial.

γ) Dans les phonolites et dans leurs enclaves homœogènes.

L'ægyrinaugite est le pyroxène dominant des phonolites du Plateau Central et particulièrement des phonolites néphéliniques où elle est accompagnée d'ægyrine. Elle s'y rencontre en grands cristaux intratelluriques et en microlites. On peut constater souvent que l'ægyrinaugite forme la périphérie de cristaux d'augite brunâtre. Souvent même l'ægyrinaugite est bordée par une mince zone d'ægyrine proprement dite.

L'ægyrinaugite existe dans les mêmes conditions comme élément des enclaves homœogènes de ces phonolites et des syénites néphéliniques.

Dans les phonolites vacuolaires de la maison forestière du Mézenc, en même temps que les cristaux de néphéline (voir page 500), M. Boule m'a signalé de petits cristaux nets d'ægyrinaugite présentant la forme commune (fig. 19) avec aplatissement très marqué suivant h^1 (100).

2° *Dans les météorites.*

Les pyroxènes monocliniques sont plus rares dans les météorites que les pyroxènes rhombiques. Ils forment l'un des éléments essen-

tiels des *eucrites*, dont un des meilleurs types est constitué par les météorites de Juvinas (*Ardèche*) et de Jonzac (*Charente-Inférieure*).

Ces roches sont microlitiques (Juvinas) ou diabasiques (Jonzac). G. Rose en a extrait un cristal présentant les formes h^1 (100), m (110), g^1 (010), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$) (fig. 9) (*P. A.* IV. 174. 1825) et offrant l'aspect de l'augite volcanique.

M. Tschermak a extrait de la même météorite un cristal offrant un tout autre aspect et représenté par la fig. 29 (*in* Cohen, *Meteoritenkunde*, I. 292. 1894); il a l'apparence du diopside avec les faces h^1 (100), $h^{3/2}$ (510), h^2 (310), p (001), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$). D'après ce savant, l'angle d'extinction dans g^1 (010) est de 52°10 : les plans de séparation suivant p (001) correspondent sans doute à des macles. Il existe dans p des inclusions noires ou brunes, souvent extrêmement fines (inclusions vitreuses). Le minéral renferme aussi des inclusions allongées suivant l'axe vertical. M. Cohen incline à penser que la météorite de Juvinas renferme deux pyroxènes dont l'un serait une augite et l'autre un diopside. L'analyse de ce pyroxène n'a pas été faite, mais l'analyse suivante de la partie de la météorite non attaquée par les acides (déduction faite de 2,13 °/₀ de chromite et de 0,16 °/₀ de Ti O^2) laisse à penser que le pyroxène dont il s'agit n'est pas de l'augite normale, la proportion d'alumine étant presque nulle :

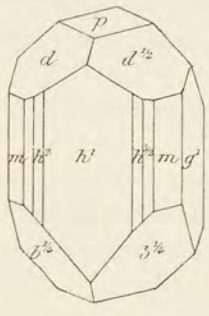


Fig. 29.
Pyroxène de la météorite de Juvinas.

$Si O^2$	$Al^2 O^3$	Fe O	Ca O	Mg O	alcalis	
52,50	0,24	31,06	5,73	10,06	0,41	= 100

Dans l'échantillon de l'eucrite de Jonzac que j'ai examiné grâce à l'obligeance de M. Stan. Meunier, l'augite est remarquable par la fréquence des plans de séparation suivant p (001) : les macles suivant h^1 (100) sont fréquentes.

3° *Dans les roches sédimentaires métamorphisées au contact des roches éruptives.*

a) *Contact des granites et des granulites, diorites, diabases, gabbros.*

Le pyroxène est presque constant dans les calcaires métamorphisés par le granite, la granulite, les diorites, les diabases et les gabbros. Il

est constitué soit par de la malacolite, soit par une augite plus ou moins ferrifère. Quand le minéral est peu ferrifère, il est d'un vert clair et le plus souvent incolore en lames minces. C'est sous cette forme qu'on le trouve notamment dans les cornéennes de Dielette (*Manche*) et de divers gisements du Plateau Central et des Vosges.

Je ne citerai que les gisements qui se recommandent par la grande taille des pyroxènes que l'on y rencontre en échantillons *macroscopiques*.

Pyrénées. — Tous les gisements de contact du granite et des calcaires paléozoïques cités à l'article *grossulaire* (page 219) renferment des pyroxènes pouvant atteindre plusieurs millimètres. Ils sont en général dépourvus de formes déterminables autres que celles de la zone prismatique.

Au-dessous de l'observatoire du pic du Midi de Bigorre, on rencontre de très gros blocs d'un pyroxène vert, plus ou moins foncé, opaque; il est accompagné d'idocrase, de grenat grossulaire, de blende, etc. Il forme souvent des masses de la grosseur de la tête, clivables suivant m (110) et présentant des plans de séparation suivant p (001); ce pyroxène contient une forte proportion d'alumine : c'est donc une augite.

Haute-Garonne. C'est probablement à un genre de gisement analogue qu'il y a lieu de rapporter un pyroxène d'un blanc laiteux provenant de Castel Vieil près Luchon, des environs du lac d'Oo, etc.; il se présente en masses lamellaires avec parfois des faces m (110) distinctes. Ce pyroxène, difficilement fusible au chalumeau, se trouve dans beaucoup de collections sous les noms inexacts de *wollastonite*, de *wernerite* des environs de Luchon.

b) *Contact de la lherzolite.*

On verra, à l'article *dipyre* (tome II), qu'il y a une grande analogie minéralogique entre les phénomènes métamorphiques que j'ai observés dans les calcaires secondaires au contact des lherzolites ou des ophites des Pyrénées (*B. C. F.* 4° 2. 1895). Il existe cependant des différences entre les roches métamorphiques formées dans ces conditions; dans les calcaires modifiés par les ophites, je n'ai pas constaté la production de pyroxène, minéral qui au contraire abonde dans les contacts de lherzolite.

Le pyroxène formé à proximité de la lherzolite est le plus souvent du diopside, fréquemment alumineux; il est en général peu ferrifère, vert clair ou brun noirâtre en masse, incolore en lames minces. Je l'ai

observé dans toutes les roches métamorphiques, calcaires, cornéennes, schistes micacés, qui seront étudiées plus loin (Voir *dipyre*), tantôt formant un élément *microscopique*, englobé par la biotite, le dipyre, l'amphibole (*structure pœcilitique*, plus rarement *structure pegmatoïde*), tantôt (Bois du Fajou) constituant des masses laminaires de plusieurs centimètres de côté. Celles-ci possèdent des plans de séparation faciles et de fines macles suivant p (001) et suivant h^1 (100).

Le plus souvent ces pyroxènes sont arrondis et dépourvus de formes nettes; cependant, j'ai observé des cristaux très distincts dans de petites géodes formées, dans les schistes micacés à dipyre de l'Escourgeat (forêt de Freychinède), par la dissolution de la calcite qui les remplissait originellement. Ils sont d'un vert d'herbe, allongés suivant l'axe vertical, et présentent les faces m (110), h^1 (100), g^1 (010), p (001), avec parfois des faces arrondies qui paraissent être $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) et $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$). Les plans de séparation suivant p (001) sont fréquents, sinon constants.

c) *Dans les enclaves énallogènes de roches volcaniques.*

α) Dans les enclaves calcaires.

Plateau Central. — *Ardèche*. Le pyroxène est, avec la wollastonite et le grenat grossulaire, l'un des éléments métamorphiques constants des calcaires enclavés par les basaltes.



Fig. 30.

Lame mince de basalte renfermant une enclave de calcaire entièrement transformée en augite, disséminée dans de l'anorthite et de la thomsonite sphérolitique (48). (Nicols à 45°.)

Les gisements français que j'ai étudiés (*Les encl. des roches volc.*) sont peu nombreux : environs d'Aubenas (*Ardèche*), Gravenoire (*Puy-de-Dôme*), Essey-la-Côte (néphélinite) (*Vosges*). Ce pyroxène y forme de petits cristaux allongés suivant l'axe vertical, dont la fig. 30 donne une idée assez exacte; il est toujours *microscopique* et parfois incolore en lames minces.

β) Dans les enclaves des roches siliceuses et quartzo-feldspathiques.

Lorsqu'un fragment de quartz d'une roche quartzofeldspathique est englobé par une roche volcanique fondue (basalte, labradorite, andésite augitique, trachyte-andésite), il se forme autour d'elle une couronne de petites baguettes d'augite implantées perpendiculairement à leur paroi : elles sont englobées par le verre résultant de la fusion de l'enclave.

Quand le fragment est de petite taille, il est souvent résorbé et sa place est occupée dans la roche par un petit globule ou œillet formé par des cristaux enchevêtrés d'augite (fig. 31).

Quand les enclaves sont de taille macroscopique et qu'elles sont en partie résorbées, elles laissent dans la roche volcanique leur empreinte, sur les parois de laquelle se distinguent souvent à l'œil nu les cristaux d'augite dont il vient d'être question. Ils se présentent sous la forme d'un enduit ou d'aiguilles vert foncé. Cette variété d'augite a été appelée *porricine*. Au microscope, on constate qu'elle est d'un vert plus foncé que celle qui existe normalement dans la roche volcanique; elle se transforme fréquemment à sa périphérie en ægyrine.

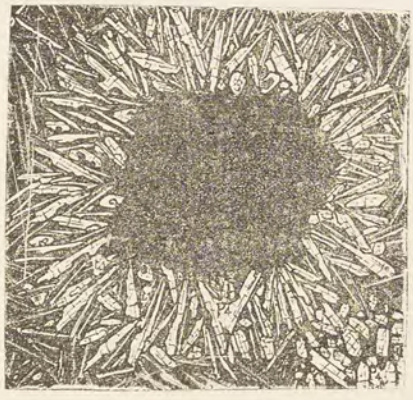


Fig. 31.

Lame mince d'une labradorite de Queyrières (Hte-Loire), montrant un grain de quartz fondu et entouré d'une couronne d'augite et de feldspath néogène. (Lumière naturelle.)

Dans les fragments de gneiss ou de granite englobés dans les trachytes ou les andésites, on trouve souvent des cristaux drusiques de pyroxènes, ce sont le plus généralement des hypersthènes; cependant, dans quelques gisements [Menet (*Cantal*)], j'ai observé de l'augite dans de semblables conditions.

Je renvoie à mon travail sur *Les enclaves des roches volcaniques* pour les multiples cas de production d'augite aux dépens de minéraux préexistants des enclaves énallogènes des roches volcaniques du Plateau Central, gisements dans lesquels l'augite est le plus souvent *microscopique*.

γ) Dans les enclaves homœogènes, comme élément néogène.

On verra aux articles *biotite*, *pyroxènes orthorhombiques* et *hornblende*, que l'augite se produit fréquemment dans les enclaves homœogènes des roches volcaniques par fusion et recristallisation de ces minéraux. Elle constitue alors des microlites allongés, groupés à axes parallèles pour former des squelettes de grands cristaux souvent orientés sur leur hôte. Ils sont mélangés à du verre et à de la magnétite. Des transformations analogues s'observent aux dépens des cristaux intratelluriques de biotite et de hornblende des roches volcaniques.

δ) Dans les enclaves de roches volcaniques.

Dans toutes les enclaves qui viennent d'être étudiées, le pyroxène constitue un élément qui n'est que rarement drusique. Dans les blocs de roches volcaniques englobées par des roches volcaniques plus récentes, au contraire, le pyroxène ne se trouve qu'en cristaux distincts formés dans les cavités. Il est inutile de revenir ici sur les considérations développées page 563 au sujet de la production de l'hypersthène dans de semblables conditions et dans les mêmes gisements.

Dans les cavités des andésites diabasiques enclavées dans le trachyte du Capucin, j'ai trouvé (*Les encl. des roches volc.* 243), en outre des cristaux de zircon, d'orthose, de tridymite et d'hypersthène connus depuis longtemps, de petits cristaux d'augite d'un vert plus ou moins clair ne se distinguant de l'hypersthène que par leurs propriétés optiques et parfois par leurs formes géométriques. Ces cristaux sont toujours aplatis suivant h^1 (100). Ils se présentent sous forme de lamelles rectangulaires p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010) ou de lamelles m h à pointement obtus $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $m\ h^1\ p\ e^{1/2}$ (021), $m\ h^2\ g^1\ p\ e^{1/2}\ b^{1/2}$. La macle h^1 (100) est fréquente. On peut bien se représenter leurs formes, en les comparant aux figures 17, 19 et 29, dont l'aplatissement suivant h^1(100) serait poussé à l'extrême.

Dans les trachytes et dans les andésites enclavés dans les trachytes du Riveau Grand, l'augite vert pâle ou jaune est fréquemment associée à l'hypersthène, la magnétite, l'oligiste, la sanidine et la tridymite. Le pyroxène se trouve souvent avec sanidine dans des cavités formées aux dépens de cristaux anciens de sanidine de l'enclave; il existe aussi une grande quantité d'enclaves d'un trachyte gris dont les nombreuses soufflures atteignant plusieurs centimètres de diamètre sont tapissées de hornblende brune et de biotite. J'ai trouvé parfois sur ces cristaux de

petites cupules légères formées de sanidine et de pyroxène jaune pâle.

Dans une andésite diabasique englobée par la dômite du sommet du Puy-de-Dôme, j'ai observé de jolis cristaux d'augite jaune semblables à ceux du Capucin et associés à de l'oligiste.

Au roc de Cuzeau (Mont Dore) se rencontrent des enclaves trachytiques séparées du trachyte qui les englobe par une zone miarolitique de plusieurs centimètres d'épaisseur, constituée par l'enchevêtrement de cristaux d'orthose, d'anorthose, de magnétite et d'augite d'un vert foncé présentant la forme m (110) h^1 (100) $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) avec aplatissement suivant h^1 (100). Ces cristaux, qui atteignent 1 à 2 ^{mm}, sont généralement transformés en ægyrine à leur périphérie.

4° *Dans les roches houillères fondues par les incendies souterrains.*

L'augite microlitique est un des éléments les plus abondants des roches produites par fusion des schistes des houillères embrasées (Voir page 531). Elle s'y présente en microlites semblables à ceux des roches volcaniques ; ils se sont produits par fusion ignée comme dans les expériences de laboratoire. Les gisements à citer sont : Cransac (*Aveyron*), Commentry (*Allier*), Épinac (*Saône-et-Loire*).

5° *Dans les schistes cristallins.*

Le pyroxène se rencontre en assez grande abondance dans les schistes cristallins. On le trouve comme accident dans les gneiss normaux; enfin, il devient essentiel dans les éclogites et dans une catégorie de gneiss grenus souvent associés aux cipolins. Ces gneiss à pyroxène renferment parfois du dipyre ; ils ont été appelés «pyroxénites» par beaucoup de géologues. Dans la monographie de ces roches que j'ai publiée il y a quelques années (*B. S. M.* XII. 1889), j'ai proposé de réserver ce nom de *pyroxénites* aux roches de la série des schistes cristallins dépourvus de feldspath et de désigner les roches qui nous occupent sous le nom de « gneiss à pyroxène ».

Enfin le pyroxène abonde dans les cipolins eux-mêmes.

Dans les gneiss (*gneiss amphiboliques*), le pyroxène dominant est une malacolite, présentant souvent des plans de séparation suivant p (001), plus rarement suivant h^1 (100). Dans les gneiss à pyroxène grenus, qui, en France, se trouvent surtout à la partie supérieure de

l'étage des gneiss associés à des amphibolites et à des micaschistes feldspathisés, le pyroxène appartient soit à la malacolite, soit à des variétés d'augite pauvres en fer, en alumine et contenant un peu de soude; elles établissent le passage entre le diopside et les augites proprement dites. Ces pyroxènes sont souvent associés à la hornblende.

Les *éclogites* se trouvent au milieu des micaschistes; ce sont des roches très denses, essentiellement constituées par du pyroxène et du grenat avec de nombreux minéraux accessoires (mica, disthène, actinote, rutile, quartz, etc.); le pyroxène est de l'omphazite. Ce minéral est allongé suivant l'axe vertical, dépourvu de formes géométriques; sa couleur varie du gris au vert vif en passant par différentes nuances de vert; il possède parfois une structure fibreuse. Il est fréquemment associé à une amphibole verte (smaragdite), qui, dans les gisements français, est presque toujours secondaire. Ce pyroxène est parfois très sodique, il passe à la jadéite, et c'est certainement dans ce genre de gisement qu'il y a lieu de chercher le gîte originel de la jadéite et de la chloromélanite étudiées page 613.

Les *pyroxénites* sont très variées d'aspect : tantôt elles dérivent des amphibolites par appauvrissement graduel de la roche en hornblende, tantôt elles forment des roches tout à fait indépendantes. C'est ce qui a lieu notamment à la partie supérieure des gneiss dans la zone riche en gneiss à pyroxène grenu. A ce niveau se rencontrent parfois (Bretagne, Ardèche) des roches à omphazite tout à fait remarquables.

Dans les cipolins, on trouve tous les pyroxènes possibles, depuis le diopside dépourvu de fer jusqu'à l'hédenbergite et l'augite très ferrifère. Ils y forment parfois des cristaux de grande taille, mais ceux-ci ont toujours leurs angles arrondis et par suite les mesures précises sont impossibles.

Je ne citerai ici que les gisements présentant quelque particularité intéressante.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*, *Finistère*. Les gneiss pyroxéniques de Saint-Énogat (*Côtes-du-Nord*), de Saint-Keréobret en Saint-Fregant, de Front Pella en Guisseny, de Brundaonez en Guisseny (*Finistère*), renferment en abondance un pyroxène grenu vert clair. La fig. 32 de la page 243, représentant une lame mince de l'éclogite de Gerscao en Plounevez, montre la transformation périphérique de l'omphazite en smaragdite.

Morbihan. Il en est de même des nombreux gneiss à pyroxène des îles et des côtes du golfe du Morbihan ; quelques-uns d'entre eux sont très riches en pyroxène (Roguédas près Vannes, île d'Arz, Taulindac en Baden, etc.). Ce minéral, d'un vert plus ou moins foncé, peut même former à lui seul des masses assez considérables.

Les échantillons de cette région que j'ai examinés récemment, grâce à l'obligeance de M. de Limur, doivent être considérés comme se rapprochant plus de l'omphazite que du diopside ; ils sont, en effet, assez riches en alumine et contiennent de petites quantités de soude ; ils sont d'un vert d'herbe plus ou moins vif ; leurs petites baguettes allongées constituent des roches très cristallines s'émiettant sous le choc du marteau.

Loire-Inférieure. C'est au groupe du diopside (malacolite et salite) qu'il y a lieu de rapporter les pyroxènes des cipolins de Ville ès Martin et des environs de Saint-Brévin. Ils renferment cependant fort souvent un peu d'alumine et de soude. Les plans de séparation suivant p (001) et h^1 (100) ainsi que les macles sont peu fréquents.

En attaquant par un acide une veine calcaire des gneiss à dipyre de la carrière de l'Étang près Saint-Nazaire, j'ai pu isoler de petits cristaux rectangulaires à sommets arrondis avec les faces h^1 (100), g^1 (010) dominantes, m (110), a^1 ($\bar{1}01$), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$)[1]. Ils sont très allongés suivant l'axe vertical.

On trouve aussi quelquefois des cristaux nets microscopiques en inclusions dans le dipyre et le feldspath ; ils sont raccourcis, aplatis suivant h^1 (100) et offrent l'aspect de l'augite volcanique.

De magnifiques éclogites sont abondantes dans la Loire-Inférieure et les départements limitrophes (*Maine-et-Loire*, *Vendée*). J'ai fait voir (*Bull. Soc. nat. de l'Ouest*, I. 81. 1891) qu'elles constituent au milieu des micaschistes deux bandes (N.-E. S.-O.) : l'une au nord de la Loire [Cambon, Bouvron, Fay, Héric, Saint-Mars-du-Désert, Le Cellier ; il faut y joindre Liré (*Maine-et-Loire*), qui se trouve cependant sur la rive gauche de la Loire], l'autre au sud de la Loire [Saint-Philbert de

1. Dans mon mémoire du *B. S. M.* XII. 93. 1889, il s'est glissé une faute d'impression $b^{1/2}$ (221), qu'a relevée M. Hintze (*Handb. d. Miner.* 1066. 1893) en corrigeant par $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$) : c'est $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) qu'il faut lire. Cette rectification a été faite, du reste, dans la réimpression de mon travail (*Bull. Soc. sc. nat. de l'Ouest*, I. 181. 1891).

Grandlieu (à Chiron et Piedpain), Saint-Colombin, Saint-Étienne-de-Corcoué, et, dans la *Vendée*, Rocheservière, La Chevrottière en Saint-André-Treize-Voies]. Plus au sud, à Saint-Denis-la-Chevasse, les éclogites prennent un grand développement.

Le type le plus commun de ces roches (Chevrottière, Chiron, Bouvron, Fay) consiste en une roche composée de grenats rouges atteignant 3 ou 4 mm de diamètre disséminés dans de l'omphazite d'un vert clair en petites baguettes allongées ; la teinte du pyroxène est plus ou moins foncée suivant les échantillons (ouralitisation). La roche est rubanée, mais non fissile, très tenace et très homogène; seule la dimension des éléments constituants est variable. A Fay et au Cellier se trouve une variété dans laquelle le grenat forme des cristaux nets b^1 (110) ; le pyroxène est d'un vert bleuâtre. Dans certains échantillons du Cellier, la roche est compacte et renferme des masses ou des cristaux porphyroïdes de pyroxène vert foncé, de muscovite et d'amphibole.

Enfin, à Piedpain en Saint-Philbert de Grandlieu, l'éclogite est à grands éléments, les grenats en cristaux b^1 très nets atteignent 1 cm de diamètre et sont englobés dans une masse de pyroxène et de zoïsite lamellaire d'un blanc grisâtre. Quant à celle de Saint-Denis-la-Chevasse, elle présente les plus grandes analogies avec l'éclogite bien connue de la Saualp.

Ces éclogites sont fréquemment associées à des amphibolites ; il y a rarement des passages entre ces deux roches. En outre des minéraux qui viennent d'être énumérés, l'examen microscopique permet de déceler dans les éclogites de cette région le disthène, la muscovite, le rutile, l'ilménite, le sphène, l'épidote, l'amphibole, l'apatite, le quartz et parfois des feldspaths.

J'ai signalé plus haut les intéressants phénomènes de transformation en amphibole des pyroxènes de ces éclogites bretonnes. Pour plus de détails, je renvoie à mon mémoire précité, qui renferme des planches.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Tous les cipolins du Labourd renferment du pyroxène plus ou moins ferrugineux en petits grains arrondis. Dans le tunnel de Cambô, j'ai recueilli des pyroxénites formées par un diopside laminaire gris ou vert clair. Dans ses cavités se sont formés de beaux cristaux de diverses zéolites.

Hautes-Pyrénées. Du pyroxène laminaire ou grenu se rencontre à la montée du lac Bleu (massif du pic du Midi de Bigorre) dans les cipolins et les gneiss ; il est associé à de l'épidote et à de l'amphibole.

Ariège. C'est sous la forme grenue que le pyroxène se trouve dans tous les cipolins de l'Ariège (massif du Saint-Barthélemy, Arnave, Cazenave, etc), du pic des Trois-Seigneurs, du sud d'Ax.

Dans les cipolins de la montée du lac Naguille coupés par le sentier au-dessus de la traversée du ruisseau de Gnoles, j'ai trouvé en grande abondance un pyroxène incolore ou blanc laiteux avec parfois une teinte verdâtre. Il forme des masses lamellaires très allongées suivant l'axe vertical, dans les cavités desquelles se présentent fréquemment des cristaux à faces arrondies.

Pendant la mise en pages de cette feuille, j'ai pu isoler cependant quelques cristaux ou fragments de cristaux : dans la zone verticale, ils présentent les formes m (110), g^1 (010), h^2 (310), h^1 (100), cette face étant parfois très développée. Ils sont terminés par $d^{1/2}$ (111) et a_2 ($\bar{3}12$) très larges, avec en outre $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$), p (001), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/3}$ ($\bar{3}01$).

Les plans de séparation suivant p (001) sont fréquents. Ce pyroxène est un diopside dépourvu de fer, ne contenant que des traces d'alumine.

A Cabre, près Vicdessos, on exploite, sur le bord de la route, une roche curieuse presque essentiellement constituée par de l'épidote. Elle appartient à une série de couches que l'on doit peut-être considérer comme des assises paléozoïques métamorphisées par le granite plutôt que comme des gneiss. J'ai recueilli dans une vieille carrière des blocs de plus d'un mètre cube entièrement constitués par des masses de pyroxène laminaire gris verdâtre à éléments atteignant un décimètre (diopside peu alumineux et peu ferrifère) : il est très allongé suivant l'axe vertical; des cristaux à formes déterminables se trouvent parfois engagés dans du quartz : ils présentent la forme de la fig. 17, avec, parfois, en outre, la face a^1 ($\bar{1}01$) autant développée que p (001) : les faces m (110) sont tantôt larges, tantôt absentes; dans ce dernier cas les cristaux sont lamellaires suivant h^1 (100).

Plateau Central. — *Ardèche*. Aux environs de Saint-Félicien et sur le chemin conduisant à un moulin, se rencontre, au milieu des gneiss normaux, un gneiss grenu à pyroxène tout à fait comparable à ceux de Bretagne; il est à grands éléments. Le pyroxène en grains arrondis est souvent englobé par l'anorthite (structure pœcilitique).

Les environs de Saint-Félicien fournissent, en outre, des pyroxènes verts très analogues à l'omphazite de l'île d'Arz (*Morbihan*); ils sont

ferrifères, un peu alumineux et sodiques. Ils constituent de grosses masses schisteuses, formées par de petits cristaux allongés suivant l'axe vertical et dépourvus de formes géométriques. Les échantillons que j'ai étudiés m'ont été obligeamment donnés par le frère Euthyme.

Puy-de-Dôme. Un gneiss pyroxénique à anorthite analogue à celui de Saint-Félicien se rencontre à Saint-Clément (voir *anorthite*). M. Gonnard m'a signalé une éclogite à la côte de la Pinnatelle près Ardes.

Loire, Rhône. A Duerne (*Rhône*), à Saint-Denis-le-Courreau et près de Montbrison (*Loire*) se trouvent aussi des gneiss grenus très pyroxéniques. Ceux du dernier de ces gisements ont été trouvés, par M. de Chaignon, en blocs épais dans les champs bordant la route de Montbrison à Bar : la structure pœcilitique y est remarquablement nette.

Alpes. — *Massif du mont Blanc*. — *Haute-Savoie*. Des éclogites se rencontrent au milieu des amphibolites du massif du mont Blanc (Trient, Greppau) (voir Duparc et Mrazec, *Arch. Soc. ph. et nat. Genève*, XXX. 1893).

Algérie. — *Constantine*. Les gneiss schisteux du massif de l'Edough près Bône renferment des intercalations de pyroxénites très tenaces associés à des minerais de fer (magnétite) dont la situation stratigraphique a été étudiée par M. Parran (*B. S.G.* XI. 503. 1883). Berthier avait reconnu que cette roche est constituée par un mélange de grenat et d'un pyroxène ferrifère (*A. M.* II. 493. 1842); il la considérait comme une lherzolite grenatifère (la lherzolite étant alors regardée comme du pyroxène en roche) et c'est sous ce nom que je l'ai trouvée dans plusieurs collections. H. Fournel (*Richesse minérale de l'Algérie*. Paris, 1849) lui conserva ce nom.

Coquand (*Mém. Soc. géol.* V. 39. 1854) a donné l'analyse *b*) et montré que ce pyroxène devait être rapporté à l'hédenbergite. Ce minéral est d'un vert foncé légèrement pléochroïque en lames minces ; il est associé à du grenat rouge, à de la hornblende.

Madagascar. — Les gneiss amphiboliques, les amphibolites et les cipolins de l'Imérina paraissent riches en pyroxène. Les cipolins de la même région renferment un diopside peu ou pas ferrugineux et inco-

lore. J'ai trouvé ce minéral dans un échantillon provenant d'Ibity que je dois à la bienveillance de M. Grandidier. Le diopside y présente des altérations serpentineuses.

Le même minéral forme de grosses masses saccharoïdes blanches dans des cipolins recueillis par M. Catat et conservés au Muséum sans indication précise de gisement. Ce pyroxène d'un beau blanc ne se distingue pas, au premier abord, de la calcite qui l'accompagne. C'est un diopside dépourvu de fer et ne contenant que des traces d'alumine. D'après les autres échantillons de la même collection, il semble probable qu'il provient soit des gisements situés au sud de Tananarive, soit des environs d'Ambohimanga Atsimo (capitale des Tanalas soumis). Ces échantillons renferment de la trémolite, qui existe en abondance dans ce dernier gisement.

Au sud de l'île et au N.-O. de Fort Dauphin, M. E. Gautier a recueilli au col de Helakelaka des cipolins associés à des gneiss à pyroxène. Le pyroxène est un diopside très ferrifère qui forme, dans les cipolins, des cristaux globuleux arrondis, rappelant la *coccolite* d'Arendal; il constitue aussi des masses lamellaires. Dans les gneiss à pyroxène il est associé à de la scapolite, de la wollastonite; tous ces minéraux sont moulés par de l'orthose.

4° *Dans les scories de diverses opérations industrielles.*

Le diopside se produit fréquemment dans les fours des verreries; il se présente parfois alors en énormes cristaux d'un beau blanc très allongés suivant l'axe vertical. Plus rarement, on le trouve dans les incuits des fours à chaux en masses cristallines à structure miarolitique dont les cavités sont hérissées de cristaux [cristaux jaunes (m (110), h^1 (100), g^1 (010), $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$)) accompagnant la mélilite dans des résidus de fours à chaux d'Arthon (*Loire-Inférieure*)].

M. Vélain a signalé l'augite dans des produits de fusion d'un four à chaux de Saint-Jean-Pied-de-Port (*Basses-Pyrénées*); la roche artificielle qui renferme ce minéral possède la composition et la structure d'une labradorite; elle est très analogue à celle des roches provenant des houillères embrasées de Commentry et étudiées page 531.

Enfin l'augite se rencontre aussi dans les scories de hauts fourneaux, mais plus rarement que la fayalite.

ÆGYRINE

$Na\ Fe'''\ Si^2\ O^6$

Monoclinique. $mm = 87°4'$.

$b : h = 1000 : 404{,}720$. $D = 673{,}501$. $d = 739{,}187$.

angle plan de $p = 84°40'32''$;

angle plan de $m = 102°22'29''$.

[$a : b . c = 1{,}09753 : 1 : 0{,}60092$. (Brögger.)

$z\,x = 73°9$.]

Formes observées. m (110), h^1 (100), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

Les cristaux d'ægyrine dont j'ai à m'occuper ici sont microscopiques ; je n'ai pu mesurer que des angles plans, très voisins de ceux de l'augite.

La forme primitive adoptée est celle qui a été proposée par M. Brögger : elle diffère de celle adoptée par M. des Cloizeaux (*op. cit.* I.) en ce que p (001) = a^1 ($\bar{1}01$) (Dx.) et $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) = e^1 (011) (Dx.). Les faces de la zone prismatique conservent la même notation.

Macles. Macles h^1 (100).

Faciès des cristaux. Les cristaux d'ægyrine sont allongés suivant l'axe vertical et quelquefois aplatis suivant h^1 (100).

Clivages. Clivages m (110) plus faciles que dans l'augite, parfois assez facile suivant g^1 (010) : plans de séparation parallèles à p (001).

Dureté. 6 à 6,5.

Densité. 3,5 à 3,55.

Coloration. Vert foncé. L'intensité de la coloration en lames minces est variable. L'ægyrine des granulites de Corse est d'un vert pâle, celle des gisements volcaniques du Plateau Central est d'un vert foncé.

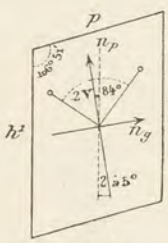


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Éclat vitreux ou peu résineux. Transparente en lames minces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). La bissectrice aiguë *négative* n_p fait un angle très faible (5° en moyenne) avec l'axe vertical dans l'angle obtus de ph^1 (001) (100) (Brögger). $\rho < \nu$.

Pour l'ægyrine de Norwège, M. Wülfing a obtenu :

		Na	Tl
n_g	=	1,8126	1,8238
n_m	=	1,7990	1,8096
n_p	=	1,7630	1,7714
$n_g - n_p$	=	0,0486	0,0524
2 V	=	62°13′	61°44′

Mesure directe (Ml et Lx) pour la lumière blanche : 0,051 à 053.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense même en lames minces et d'autant plus grand que le minéral est plus coloré : dans les ægyrines françaises on observe :

n_g = vert jaune ;
n_m = vert olive ;
n_p = vert d'herbe foncé.

Composition chimique. La composition théorique exigée par la formule donnée plus haut est la suivante :

SiO^2.....	52,0
Fe^2O^3.....	34,6
Na^2O	13,4
	100,0

Il existe toujours de la chaux et de la magnésie et souvent du protoxyde de fer.

Essais pyrognostiques. Facilement fusible en un globule noir magnétique en colorant la flamme en jaune foncé. Faiblement attaquée par les acides.

Diagnostic. L'ægyrine ne peut être confondue qu'avec les pyroxènes verts ; elle s'en distingue par sa facile fusibilité, sa densité plus élevée et surtout par ses propriétés optiques : angle très faible d'extinction, signe négatif de son allongement et biréfringence élevée.

Elle a été confondue longtemps avec l'amphibole ; l'angle des clivages et les propriétés optiques constituent un bon caractère distinctif de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'ægyrine n'est pas très rare en France ; elle se rencontre dans les quatre genres de gisements suivants :

1° Dans les granulites sodiques ;

2° Dans les syénites néphéliniques ;

3° Dans les phonolites, dans leurs enclaves homœogènes et dans celles des trachytes;

4° Dans les enclaves énallogènes des roches volcaniques.

1° *Dans les granulites sodiques.*

Corse. — Je dois à l'obligeance de M. Nentien la communication d'aplites à riebeckite, riches en ægyrine; elles proviennent du Haut-Niolo près du village de Calasima, des Calangues de Piana, etc. (Voir à *riebeckite*). L'ægyrine y forme de petits cristaux atteignant un ou deux millimètres; ils se distinguent, à l'œil nu, par leur couleur vert clair, de la riebeckite noire qu'ils accompagnent. En lames minces on constate que leur couleur est le vert très clair. Ils présentent, avec la riebeckite, des associations intimes qui sont décrites plus loin.

2° *Dans les syénites néphéliniques.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* L'ægyrine, qui est le pyroxène dominant des syénites néphéliniques de beaucoup de régions, ne se trouve que comme élément accessoire dans celles de Pouzac; elle n'y constitue même pas de cristaux indépendants, mais elle forme la partie périphérique de l'augite.

3° *Dans les phonolites, dans leurs enclaves homœogènes et dans celles de quelques trachytes.*

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Les phonolites néphéliniques sont surtout abondantes dans les massifs du Mézenc et du Mégal (Termier *B.C.F.* n° 13, et Boule : *B. C. F.* n° 28. 153. 1892). L'ægyrine y forme l'extérieur de grands cristaux d'ægyrinaugite et surtout des microlites accompagnant ou remplaçant ce dernier pyroxène. Ces microlites moulent souvent la néphéline et même le feldspath; ils sont fréquemment accompagnés de låvenite.

L'ægyrine est fréquente en grands cristaux dans les enclaves grenues de la phonolite du Pertuis, enclaves ayant la composition et la structure des syénites néphéliniques. L'ægyrine n'a souvent pas de formes propres; elle est alors postérieure à l'orthose, avec laquelle elle se dispose sous forme ophitique.

Madagascar. — L'ægyrine abonde dans la phonolite néphéli-

nique de Diego-Suarez et y présente les mêmes particularités que dans celles du Mézenc.

4° *Dans les enclaves des roches volcaniques.*

Dans mon mémoire sur les enclaves des roches volcaniques, j'ai fait remarquer que l'augite qui se forme dans des enclaves énallogènes (granite, gneiss, quartz, etc.) des roches volcaniques les plus variées (basalte, andésite, trachyte, etc.) ou autour d'elles est souvent verte sur les bords et plus ou moins transformée en ægyrine.

Dans les enclaves des phonolites, l'ægyrine est le minéral qui se présente le plus fréquemment en cristaux pouvant atteindre un millimètre [Valette près Trizac (*Cantal*), Pertuis (*Haute-Loire*)].

Tout récemment, M. Gonnard m'a communiqué des fragments de phonolite de Montcharret en La Prade (*Haute-Loire*), renfermant des cavités produites par la résorption d'enclaves. On y voit de petits cristaux d'ægyrine d'un vert noir avec des formes très nettes m (110), h^1 (100), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$); ils sont aplatis suivant h^1 (100) et accompagnés de sphène, de quartz, de chabasie, etc. J'ai trouvé des aiguilles d'ægyrine analogues dans les druses des enclaves des granulites des trachytes de Menet (*Cantal*).

JADÉITE

$$Na\ Al\ Si^2\ O^6$$

Monoclinique. $mm = 85°20'$ (Dx.).

M. Arzruni considère la jadéite comme triclinique (*Z. f. Ethnol.* 1883. 186), en se basant sur l'inégale facilité des clivages prismatiques et sur les propriétés optiques (voir plus loin); les échantillons que j'ai examinés me paraissent monocliniques ; la question est, du reste, difficile à trancher, le minéral ne se présentant qu'en masses fibreuses grenues ou compactes.

Clivages. m (110). Plans de séparation difficiles suivant h^1 (100) (Dx).

Dureté. 6 à 7. Très tenace.

Densité. 3,3 à 3,5. M. Damour a donné (*C. R.* LXI. 336. 1865) la densité d'un grand nombre de haches en jadéite trouvées en France.

Coloration et éclat. Incolore, blanc jaunâtre ou verdâtre, vert clair, vert émeraude.

Éclat vitreux faible, un peu nacré suivant le clivage. Translucide, transparente en lames minces.

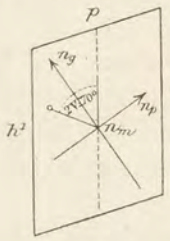


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). La bissectrice aiguë *positive* fait un angle de 31° à 35° avec l'axe vertical.

$2\,\mathbf{V} = 70°$ environ avec $\rho > \nu$.
$\mathbf{n_g} - \mathbf{n_p} = 0{,}029$.

D'après M. Arzruni, l'extinction des sections perpendiculaires à l'axe vertical serait très dissymétrique et le minéral par suite triclinique.

Composition chimique.

a) Composition correspondant à la formule $Na\,Al\,Si^2\,O^6$;

b) Analyse d'une hache en jadéite du Morbihan, par M. Damour (*C. R.* LXI. 360. 1885);

c) Analyse d'une hache en jadéite de la forêt de Sénart (*Seine-et-Oise*) (id.);

d) Analyse d'une hache en jadéite vert d'herbe provenant de France, sans indication plus précise, par M. Damour (*B. S. M.* IV. 161. 1881).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
SiO^2.....	59,4	58,62	58,92	57,99
Al^2O^3.....	25,2	21,77	18,98	20,61
Na^2O.....	15,4	11,64	11,05	9,42
CaO.....	»	3,85	6,04	4,89
MgO.....	»	2,23	4,33	3,33
FeO.....	»	1,86	0,98	2,84[1]
MnO	»	0,28	»	1,50[2]
	100,0	100,25	100,30	100,58
Densité	»	3,344	3,352	3,16

Il y a lieu de faire remarquer que les haches étudiées n'étaient peut-être pas tout à fait homogènes et que les variations de composition indiquées par les analyses données ci-dessus peuvent ainsi s'expliquer.

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau en un verre

1. Fe^2O^3. — 2. K^2O.

jaune ou grisâtre demi-transparent. Non attaqué par les acides. Après fusion, le minéral, réduit en poudre impalpable et mis en digestion à + 70° avec de l'acide chlorhydrique, s'attaque complètement avec résidu de silice pulvérulente. Cette propriété a été utilisée par M. Damour pour l'analyse du minéral (*B. S. M.* XVI. 59. 1893).

Diagnostic. La jadéite se distingue facilement du jade (trémolite ou actinote compacte) par sa densité plus forte, sa fusibilité plus grande, par l'angle de ses clivages et ses propriétés optiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La jadéite n'a jamais été rencontrée *in situ* en Europe, bien qu'on l'ait citée en divers points, et notamment au mont Viso, d'après des échantillons conservés dans des collections.

Par contre, elle existe en abondance sur le sol français sous forme de haches de l'époque de la pierre polie.

M. Damour, qui a décrit le premier la jadéite en la distinguant du jade (*C. R.* LVI. 861. 1863, LXI. 364. 1865, *B. S. M. op. cit.*), a cité un grand nombre de localités ayant fourni des haches en jadéite; elles sont distribuées dans toute la France et particulièrement dans le Morbihan.

Comme ce minéral n'est connu en place que dans le Thibet et la Birmanie, on comprend quelles questions importantes soulève au point de vue ethnographique l'absence de la jadéite dans notre pays et quel intérêt il y aurait à en découvrir des gisements.

Il semble que cette recherche doive être faite particulièrement dans les régions gneissiques. En effet, dans la Loire-Inférieure et notamment à Fay, il existe des éclogites renfermant des pyroxènes vert clair sodiques (omphazites), dont M. Damour a donné l'analyse déjà citée page 578 :

SiO^2	54,53
Al^2O^3	14,25
Fe^2O^3	3,29
MgO	7,50
CaO	12,40
Na^2O	6,21
H^2O	traces
	98,18
Densité	3,31

Cette composition est un peu différente de celle de la jadéite, mais

il n'est pas bien sûr que le pyroxène analysé ait été parfaitement pur. Ce minéral est très fusible et il présente avec la jadéite une analogie suffisante pour qu'on puisse supposer qu'il établit un passage entre la jadéite et l'omphazite.

CHLOROMÉLANITE

Ce nom a été donné par M. Damour (*C. R.* LXI. 364. 1865) à une substance d'un vert foncé presque noir constituant de nombreuses haches de la période de la pierre polie. Elle forme l'élément prédominant d'éclogites, car très souvent elle englobe des grenats rouges, qui suivant leur abondance font osciller la densité des échantillons entre 3,35 et 3,60.

Les analyses suivantes montrent que la chloromélanite est une jadéite très ferrugineuse. Elle en possède, du reste, toutes les propriétés optiques.

Analyses, par M. Damour, de haches en chloromélanite trouvées :

a) à Excideuil (*Dordogne*) (*C. R., op. cit.*);

b) à Mané-er-h'roek (*Morbihan*) (id.);

c) à Lyon (*B. S. M.* XVI. 58. 1893);

d) à Carcassonne (id.).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
SiO^2.....	56,40	56,12	56,00	57,75
TiO^2	»	0,19	»	»
Al^2O^3....	14,76	14,96	13,19	14,85
Fe^2O^3....	3,27	3,34	13,90	9,52
FeO	6,06	6,54	»	»
MnO.....	0,66	0,47	»	»
CaO.....	5,49	5,17	3,71	3,15
MgO	1,82	2,79	1,88	1,84
Na^2O	11,20	10,99	10,75	11,76
K^2O	traces	»	»	»
	99,66	100,57	99,43	98,87
Densité	3,413	3,410	3,43	3,40

La chloromélanite, fréquente dans de nombreux points de la France, n'a pas encore été trouvée en place. On peut faire au sujet de son gisement probable la même observation que pour la jadéite.

TRIPHANE

$Li\ Al\ Si^2\ O^6$

Monoclinique. $mm = 87^o$ (Dx).

$b : h = 1000 : 422,44$. $D = 664,756$. $d = 747,06$.

angle plan de $p = 83^o 19' 38''$

angle plan de $m = 105^o\ 2' 45''$

$[a : b : c = 1,12381 : 1 : 0,63548]$

$z\,x = 69^o 40'$

Macles. Macle suivant h^1 (100).

Faciès. Le triphane dont il est parlé plus loin ne présentait aucune forme géométrique.

Clivages. Clivage facile suivant m (110), moins facile suivant g^1 (010); plans de séparation suivant h^1 (100).

Dureté. 6 à 7. Fragile.

Densité. 3,1 à 3,2.

Coloration et éclat. Blanc, blanc laiteux, jaune plus ou moins verdâtre, vert émeraude (*hiddenite*), rose.

Éclat vitreux, un peu nacré sur le clivage facile. Transparent ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). La bissectrice aiguë *positive* (n_g) fait un angle d'environ 26° avec l'axe vertical dans l'angle obtus ph^1 (001) (100).

$2\,V = 60^o$ environ

$n_g = 1,676$ Ml et Lx (Na) (Brésil);

$n_m = 1,666$;

$n_p = 1,660$;

$n_g - n_p = 0,016$.

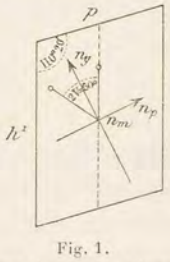


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Pléochroïsme. Pléochroïsme très faible dans les cristaux épais.

Composition chimique. La formule donnée plus haut correspond à la composition suivante :

SiO^2..... =	64,5
Al^2O^3..... =	27,4
Li^2O ..... =	8,1
	100,0

Une petite quantité de lithine est généralement remplacée par de la soude.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau blanchit, devient opaque, se brise, puis fond en un verre incolore ou blanc et colore la flamme en rouge pourpre (Li). La présence de la lithine peut être mise en évidence d'une façon très nette en fondant le minéral dans un creuset de platine avec un mélange de bisulfate de potassium et de fluorine.

Inattaquable par les acides.

Altérations. MM. Brush et Dana ont décrit (*Amer. J. of Sc.* XX. 257. 1880) de remarquables altérations de triphane. Le minéral se transforme d'abord en une masse fibreuse composée par une association micropegmatoïde d'*eucryptite* et d'*albite*. Quand l'altération est poussée plus loin, l'eucryptite se transforme en muscovite; ce produit d'altération a été décrit sous le nom de *cymatolite*. Ces transformations peuvent se représenter par les équations suivantes; elles s'expliquent par le remplacement de Li par Na ou K.

$$\underset{\text{triphane}}{2\,(\mathrm{Li\,Al\,Si^2\,O^6})} = \underset{\text{eucryptite}}{\mathrm{Li\,Al\,Si\,O^4}} + \underset{\text{albite}}{\mathrm{Na\,Al\,Si^3\,O^8}}$$

$$= \underset{\text{muscovite}}{(\mathrm{K\,H})\,\mathrm{Al\,Si\,O^4}} + \underset{\text{albite}}{\mathrm{Na\,Al\,Si^3\,O^8}}$$

$$+ \underset{\text{microcline}}{\mathrm{K\,Al\,Si^3\,O^8}}$$

Diagnostic. La présence de la lithine permet aisément de distinguer le triphane des autres pyroxènes.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar.—Le triphane est un minéral des granulites et des pegmatites. M. Damour a trouvé des fragments transparents de triphane rougeâtre dans un lot de béryl rose, de quartz et de tourmaline provenant de Farafatrana sur la côte orientale de l'île (*B. S. M.* IX. 154. 1886).

ANNEXE AUX PYROXÈNES MONOCLINIQUES

WOLLASTONITE

Ca Si O^3

Monoclinique. $mm = 95°35'$ (Dx).
$b : h = 1000 : 801,113$. $D = 719,063$. $d = 694,944$.

angle plan de $p = 91°57'16''$
angle plan de $m = 103°53'\ 4''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0,96646 : 1 : 1,11411 \\ z\ x = 69°48' \end{array}\right]$$

Beaucoup d'auteurs, et en particulier vom Rath, MM. Dana, Hintze, ont pris une forme primitive différente, telle que :

p (001) devient h^1 (100);
$a^{1/2}$ ($\bar{2}$01) — p (001);
e^1 (011) — m (110).

Faciès des cristaux. Je n'ai observé, dans aucun gisement français, de cristaux distincts de wollastonite; ce minéral y forme des masses fibreuses ou fibrolamellaires allongées suivant ph^1 (001) (100).

Macles. Macles parallèles à p (001).

Clivages. Clivage facile suivant p (001), $o^{1/2}$ (201), h^1 (100), moins facile suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01). Cassure inégale.

Dureté. 4,5 à 5. Fragile.

Densité. 2,8 à 2,9.

Coloration. Blanche, grise, rarement jaune ou rougeâtre. Éclat vitreux, nacré sur les lames de clivage. Translucide, transparente en lames minces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). La bissectrice aiguë *négative* n_p fait un angle de 78° avec h^1 (100) dans l'angle obtus ph^1 (001)(010). Dispersion des axes faible, avec dispersion inclinée.

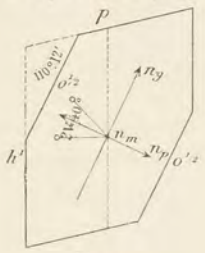


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

$\mathbf{n_g} = 1{,}635$ Ml et Lx (Cziklowa) (Na);
$\mathbf{n_m} = 1{,}633$;
$\mathbf{n_p} = 1{,}621$;
$\mathbf{n_g} - \mathbf{n_p} = 0{,}014$.
$2\,\mathbf{E} = 73°$ environ; $\mathbf{V} = 40°$ environ.

Composition chimique. La composition théorique de la wollastonite est donnée en *a*);
b) Analyse de la wollastonite de la mine des Argentières (Lx).

	a)	*b*)
SiO^2.....	51,75	51,42
CaO.....	48,25	47,88
MgO.....	»	0,25
FeO.....	»	0,50
	100,00	100,05

Essais pyrognostiques. Fusible au chalumeau, cristallise par refroidissement. Attaquée par les acides en faisant gelée.

Altérations. La wollastonite est fréquemment plus ou moins transformée en calcite.

Diagnostic. La wollastonite fibreuse ou fibrolamellaire se distingue de la trémolite par ses clivages et sa facile attaque par les acides. Les propriétés optiques sont très caractéristiques : allongement habituel suivant ph^1 (001) (100) transversal au plan des axes optiques; extinction longitudinale, dans la zone d'allongement de signe variable; biréfringence et écartement des axes faibles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La wollastonite se rencontre dans divers modes de gisements. Je l'ai observée dans les suivants :

1° Dans les calcaires sédimentaires métamorphisés au contact des roches éruptives;

2° Dans les enclaves calcaires de roches volcaniques;

3° Dans les gneiss à pyroxène.

1° *Dans les calcaires sédimentaires métamorphisés au contact des roches éruptives.*

Tous les gisements de ce genre que j'ai à signaler se trouvent dans les Pyrénées. La wollastonite s'y rencontre exclusivement au contact du granite et de la granulite. Je ne l'ai jamais rencontrée dans les calcaires secondaires métamorphisés par la lherzolite et les ophites.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* La wollastonite n'est pas rare au pic de Péguères de Cauterets. J'ai pu voir, l'année dernière, le contact immédiat du granite et des calcaires à grenat et idocrase décrits pages 222 et 163. Il a lieu au-dessus de la Glacière, dans la partie horizontale du chemin forestier en voie de construction. La wollastonite se recueille plus facilement en blocs éboulés dans le cône de déjection de la Glacière. Elle forme des masses compactes ou fibrolamellaires, blanches, à éclat nacré, souvent mélangées de grenat, de pyroxène et parfois d'idocrase verte. La wollastonite se trouve plus rarement disséminée dans le calcaire. Le même minéral se rencontre dans les contacts granitiques des pics d'Arbizon et de Montfaucon : il a été trouvé en blocs éboulés à Héas.

Haute-Garonne. Aux environs de Bagnères-de-Luchon, M. Gourdon a trouvé des masses fibrolamellaires de wollastonite.

Ariège. Sur le versant ouest du port de Saleix (mine des Argentières), j'ai recueilli des masses fibrolamellaires du même minéral (*B. S. M.* XII. 524. 1889) pesant plusieurs kilogrammes. Cette wollastonite accompagne le grenat et l'idocrase dans les calcaires paléozoïques métamorphisés par le granite.

La wollastonite est rare dans les contacts granitiques du port de Paillières, du pic de Ginevra et du roc Blanc dans le canton de Quérigut.

2° *Dans les enclaves des roches volcaniques.*

Dans mon mémoire sur les enclaves des roches volcaniques, je n'ai décrit que peu d'échantillons de calcaires englobés par des roches volcaniques françaises. Tous renferment de la wollastonite *microscopique* associée à du grenat et du pyroxène (*op. cit.* 145).

Plateau Central. — *Ardèche.* Les basaltes d'Aubenas sont, par places, riches en petites enclaves anguleuses de calcaire qui ont été

entièrement silicatées; la wollastonite et le pyroxène y sont accompagnés d'anorthite.

Ces enclaves sont riches en zéolites secondaires (mésotype et thomsonite).

Puy-de-Dôme. Dans des enclaves calcaires de Gravenoire près Clermont, j'ai observé une formation analogue de wollastonite et de grenat.

Vosges. — *Vosges.* Dans les enclaves calcaires (calcaires à gryphées), la wollastonite est accompagnée de pyroxène, de magnétite, d'anorthite et de scapolite.

2° *Dans les gneiss à pyroxène.*

Bretagne. — *Morbihan.* Les gneiss à pyroxène de Roguédas près Vannes renferment de beaux échantillons de wollastonite fibreuse (fig. 2)



Fig. 2.
Lame mince du gneiss à pyroxène de Roguédas. L'anorthite a été entièrement transformée en wollastonite (47), qui entoure du pyroxène (20) et du sphène (14).

qui, en partie du moins, s'est formée aux dépens de l'anorthite de la roche (W. Cross : *Tscherm. Min. Mittheil.* N. F. III. 374. 1881; Lx : *B. S. M.* XII. 1889).

Plateau Central. — *Ardèche.* C'est dans les mêmes conditions que la wollastonite se rencontre à Saint-Félicien, dans le gneiss à pyro-

xène qui est coupé par un petit chemin conduisant à un moulin (les beaux échantillons peuvent être recueillis dans les murs). La wollastonite y forme des fibres dépassant 5^{cm}. Il est possible qu'une partie au



Fig. 3.

Lame mince du gneiss pyroxénique de Saint-Clément, riche en wollastonite (47) accompagnant l'anorthite (8), le pyroxène (20), le sphène (14) et la calcite. Ce dernier minéral enveloppe la wollastonite. (Lumière polarisée.)

moins de cette wollastonite soit primordiale et formée directement dans le calcaire dont le gneiss à pyroxène est le produit de transformation complète.

Puy-de-Dôme. La wollastonite du gneiss à pyroxène de Saint-Clément (voir à *anorthite*, Tome II) est tout à fait identique à celle de Saint-Félicien comme aspect et comme mode de formation (fig. 3).

Madagascar. — J'ai trouvé de la wollastonite dans les calcaires et dans les gneiss à pyroxène recueillis par M. E. Gautier au col de Helakelaka, au N.-O. de Fort-Dauphin. La wollastonite y est postérieure à la scapolite et au pyroxène ; elle est englobée par de l'orthose sodique.

Ca Si O^3 ARTIFICIELS.

Dans les verreries, on constate fréquemment la formation de produits cristallisés dont la composition est celle de la wollastonite. Ils sont distribués d'une façon quelconque dans le verre, formant une sorte

de roche d'un blanc de lait ou sont agrégés pour former des sphérolites très réguliers dépassant parfois un décimètre de diamètre. Ils sont régulièrement fibreux du centre à la périphérie.

Ces produits peuvent être rattachés à deux espèces : l'une est la *wollastonite* présentant les propriétés de la wollastonite naturelle (elle est plus fréquente, au moins dans les produits des verreries françaises, que ne semblent le croire les auteurs qui ont écrit récemment sur ce sujet); l'autre (*pseudowollastonite*) est un produit dimorphe de la wollastonite, hexagonal ou pseudohexagonal. Ce dernier minéral est aplati suivant la base et présente souvent des groupements cristallitiques à symétrie hexagonale rappelant ceux de la neige. Les sections perpendiculaires à la base montrent une série de baguettes très biréfringentes à axes parallèles simulant le squelette d'un grand cristal. Le minéral est noyé dans un excès de verre; il se présente parfois en cristaux libres dans les cavités du verre.

La pseudowollastonite est à un axe *positif*; on constate parfois, en lumière convergente, une légère dislocation de la croix noire.

La biréfringence maximum est élevée et voisine de celle de la muscovite; ce caractère permet aisément de distinguer cette substance de toutes celles qui l'accompagnent.

Ce minéral a été pour la première fois reproduit par M. Bourgeois (*B. S. M.* V. 13. 1882). Il a été beaucoup étudié depuis par MM. Doelter et H. J. Vogt.

Il se forme dans toutes les verreries; j'en ai observé de beaux exemples dans des produits provenant de celles d'Aniches (*Nord*), de Saint-Gobain (*Aisne*), de Givors (*Rhône*), etc.

J'ai observé le même minéral avec diopside et mélilite dans les incuits d'un four à chaux à Arthon en Retz (*Loire-Inférieure*), dans des scories produites par la fusion des parois du fourneau d'une machine à vapeur chauffée au bois (Paris, rue Broca). Dans ces dernières, le silicate de chaux est associé à un minéral qui paraît être de la *babingtonite*.

LÅVENITE

(Mn, Ca, Fe) (O, F) Zr Na ($Si\,O^3$)^2

Monoclinique. $mm = 88°24'$.

$b : h = 1000 : 500{,}443$. $D = 699{,}833$. $d = 767{,}327$.

angle plan de $p = 84°\ 22'\ 11''$

angle plan de $m = 104°\ 51'\ 7''$

$[a : b : c = 1{,}0963 : 1 : 0{,}71509$ (Brögger)$]$

$z\,x = 69°42'$

Macles. Macle suivant h^1 (100) fréquente, semblable à celle des pyroxènes.

Faciès des cristaux. Je n'ai observé la låvenite que comme élément *microscopique* de roches. Les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical et souvent cristallitiques. Ils se présentent dans les lames minces sous la forme de baguettes à axes parallèles, réunies par des anastomoses irrégulières. Dans les quelques cas où j'ai pu observer des formes distinctes, les cristaux avaient des pointements obtus semblant être constitués par les faces $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

Clivages. Clivage h^1 (100).

Dureté. 6.

Densité. 3,5.

Coloration. Brun rouge plus ou moins foncé, jaune clair ou même incolore (variété riche en sodium ainsi qu'en calcium et pauvre en manganèse). Éclat vitreux, translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). La bissectrice aiguë *négative* n_p fait avec l'axe vertical dans l'angle aigu $p\,h^1$ (001) (100) un angle d'environ 20°. Dispersion très faible.

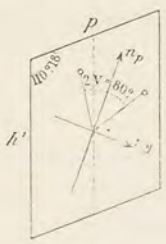


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

$2\,\mathbf{V} = 79°46'$ $\quad \mathbf{n}_m = 1{,}750$ Brögger (Na) ;

$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}03$ (Ml et Lx).

Pléochroïsme. L'intensité du pléochroïsme est d'autant plus grande que le minéral est plus coloré ; généralement il est encore

très sensible en lames minces. On observe alors (Auvergne) :

$$\mathbf{n}_g = \text{jaune d'or};$$
$$\left.\begin{matrix}\mathbf{n}_m = \\ \mathbf{n}_p =\end{matrix}\right\} \text{incolore.}$$

Composition chimique. La låvenite est un silicozirconate (avec acides titanique et tantalique) de sodium, de calcium, de manganèse et de fer de formule complexe (Voir Brögger : *Z. K.* XVI. 1890).

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fusible en une scorie noire. Difficilement attaquée par l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Les propriétés optiques de la låvenite sont caractéristiques et permettent de la distinguer notamment de l'épidote, qui est parfois de la même couleur, ainsi que de la rinkite et de la wölherite, incolores en lames minces et moins biréfringentes.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La låvenite est un minéral rare, existant comme élément *microscopique* dans les roches françaises suivantes :

1° Dans les phonolites néphéliniques et dans leurs enclaves homœogènes;

2° Dans les syénites néphéliniques.

1° *Dans les phonolites néphéliniques et dans leurs enclaves homœogènes.*

Plateau Central. — *Haute-Loire.* J'ai trouvé pour la première fois la låvenite dans les phonolites néphéliniques du Suc de Montusclat, de Lardeyrols, d'Ardennes (*B. S. M.* XIV. 15. 1891). M. Boule l'a depuis rencontrée dans un grand nombre de roches similaires du Velay.

La låvenite y est parfois très abondante; ses cristaux ne dépassent guère $0^{mm}25$ suivant l'axe vertical; ils sont souvent cristallitiques et constituent le squelette de grands cristaux. Le minéral s'est produit exclusivement dans le second temps de consolidation.

Dans les enclaves homœogènes des phonolites néphéliniques du Pertuis qui ont la composition et la structure de syénites néphéliniques, j'ai retrouvé (*Les encl. des roches volc.*, 418) la låvenite en cristaux encore microscopiques, mais plus gros cependant et se prêtant

mieux à la détermination de toutes leurs propriétés optiques que ceux des phonolites elles-mêmes; ils ont parfois des formes nettes : leur couleur est d'un beau jaune d'or.

Je n'ai eu à ma disposition qu'un très petit nombre de ces enclaves; je suis persuadé qu'avec des recherches minutieuses on arriverait à trouver des échantillons renfermant des cristaux macroscopiques de låvenite.

2° *Dans les syénites néphéliniques.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Dans la syénite néphélinique de Pouzac, la låvenite est rare en petits cristaux *microscopiques* (*B. S. G.* XVIII. 513. 1890).

WÖHLERITE

$$Ca^{10}\ Na^{5}\ Si^{10}\ Zr^{3}\ Nb^{2}\ O^{42}\ F^{3}$$

Monoclinique. $mm = 90°\ 14'$ (Dx[1]).

$b : h = 1000 : 487{,}8112$. $D = 687{,}8636$. $d = 725{,}7450$.

angle plan de $p = 86°56'\ 17''$;

angle plan de $m = 103°50'\ 37''$.

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 1{,}0551 : 1 : 0{,}7092 \\ z\,x = 70°45' \end{array}\right]$$

Faciès des cristaux. Les cristaux que je crois pouvoir rapporter à la wöhlerite sont *microscopiques*, peu allongés suivant leur axe vertical et aplatis suivant h^1(100).

Macles. Macle polysynthétique suivant h^1 (100).

Clivages. Clivages distincts suivant g^1 (010), très difficiles suivant h^1 (100) et m (110).

Dureté. 6.

Densité. 3,4.

Coloration. Jaune de diverses nuances. Éclat vitreux, un peu résineux. Translucide, transparente en lames minces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à

1. *Op. cit.* II, p. XXIV. 1874.

g^1 (010) et sensiblement parallèle à o^1 (101). La bissectrice aiguë *négative* fait avec h^1 (100) un angle d'environ 45° dans l'angle aigu ph^1 (001) (100).

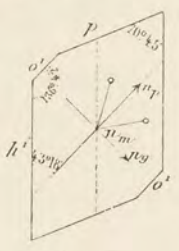


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

$$2V = 71°26' \text{ à } 76°10' \text{ (Dx.)}$$

Dispersion notable $\rho < v$, avec dispersion horizontale faible autour de n_p.

$n_g = 1{,}726$ (Na) (Ml et Lx);
$n_m = 1{,}716$;
$n_p = 1{,}700$;
$n_g - n_p = 0{,}026$.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est faible dans les lames épaisses, nul dans les lames minces qui sont transparentes.

Composition chimique. La wöhlerite est essentiellement un silicozirconiobate de calcium et de sodium.

Essais pyrognostiques. Fusible à haute température en un verre jaune. Décomposée par l'acide chlorhydrique chaud avec dépôt de SiO^2 et de Nb^2O^5.

Diagnostic. Voir à *låvenite*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Je n'ai trouvé la wöhlerite qu'en petits cristaux de $0^{mm}5$ dans les enclaves homœogènes de la phonolite néphélinique du Pertuis dont il a été question plus haut au sujet de la låvenite.

RINKITE

$$Ce^2\ Ca^4\ Na^3\ (Si\ Ti)^6\ O^{19}\ F^3$$

Monoclinique. $mm = 65°2'$.

$b : h = 1000 : 157{,}062$. $D = 537{,}514$. $d = 843{,}254$.
angle plan de $p = 65°\ 1'46''$;
angle plan de $m = 91°\ 1'33''$.
$[a : b : c = 1{,}5688 : 1 : 0{,}2922$ (Lorenzen)
$z\,x = 88°47'.]$

Faciès des cristaux. Je n'ai rencontré la rinkite que comme élément rare accompagnant la låvenite; elle y forme des baguettes allongées

suivant l'axe vertical. Les cristaux sont toujours très petits et n'ont pu être déterminés que par leurs propriétés optiques.

Macles. Macle polysynthétique suivant h^1 (100).

Clivages. Clivage facile suivant h^1 (100).

Dureté. 5.

Densité. 3,46.

Coloration. Jaune brun. Éclat vitreux, gras dans la cassure. Transparente en lames minces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^4 (010). La bissectrice aiguë *positive* n_g fait un angle de 7° environ avec l'axe vertical [dans l'angle (aigu? ou obtus?) ph^1]. J'ai mesuré l'angle des axes sur une plaque taillée dans un cristal du Groenland que je dois à l'obligeance de M. Ussing (Na) :

$$2\,\mathbf{E} = 82°\text{ environ.}\quad 2\,\mathbf{V} = 46°19'.$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}6682\text{ (jaune) Osann, } \textit{in}\text{ Rosenbusch.}$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}016\text{ (calc.).}$$

Pléochroïsme. Dans les plaques épaisses, le minéral est pléochroïque dans les teintes jaunes, avec maximum d'absorption suivant n_g; il est incolore en lames minces.

Composition chimique. La rinkite est un silicotitanate fluorifère de calcium, de sodium et des terres de la famille du cérium (Voy. Brögger : *Z. K.* XVI. 1890).

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond facilement en une perle noire brillante avec dégagement de fluor. Donne avec les flux les réactions du titane. Attaquée par les acides avec dépôt de silice et d'acide titanique.

Diagnostic. Voir à *låvenite.*

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Loire.* La rinkite accompagne la låvenite dans les phonolites néphéliniques de la Haute-Loire; elle y constitue un élément *microscopique* très rare.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Dans quelques préparations *microscopiques* de la syénite néphélinique de Pouzac, j'ai trouvé un

minéral que je crois être de la rinkite; je n'ai pu trouver de sections suffisamment convenables pour pouvoir faire une démonstration irréprochable.

PYROXÈNES TRICLINIQUES[1]

RHODONITE

$Mn\,Si\,O^3$

Triclinique. $mt = 87°32'$.

$b : c : h = 1000 : 864{,}287 : 395{,}964$. $D = 637{,}243$. $d = 683{,}684$.

angle plan de $p = 85°55'42''$;
angle plan de $m = 111°29'$;
angle plan de $t = 94°51'\ 2''$.

$a : b : c = 1{,}07285 : 1 : 0{,}62127$ (Flink, *in* Dana 1892)
$yz = 103°18'\ 7''$; $zx = 108°44'\ 8''$; $xy = 81°39'16''$.
$X = 101°17'30''$; $Y = 107°23'30''$; $Z = 85°34'$.

Formes observées. La rhodonite des gisements français se présente exclusivement en masses lamellaires ou fibrolamellaires; la *bustamite* forme des masses fibrolamellaires très allongées suivant l'axe vertical.

Clivages. Clivages m $(1\bar{1}0)$, t (110) parfaits, p (001) facile. Les cristaux sont fragiles; les variétés massives sont très tenaces.

Dureté. 5,5 à 6,5.

Densité. 3,4 à 3,68.

Coloration et éclat. Rouge brun clair, rose plus ou moins foncé, gris jaune ou verdâtre (*bustamite*); devient noire par exposition à l'air.

Éclat vitreux, nacré sur les lames de clivage. Poussière blanche. Transparente ou translucide, parfois seulement en lames minces.

1. La *babingtonite* a été trouvée dans des scories d'un fourneau d'usine dont il est question page 624. Son étude n'était pas achevée au moment du tirage de cette feuille.

Propriétés optiques. D'après M. Flink (*Z. K.* XI. 449. 1886) (rhodonite de Pajsberg), le plan des axes optiques fait des angles de 63° avec m ($1\bar{1}0$) et de 38°30′ avec p (001). La bissectrice aiguë est *négative* et perpendiculaire à un plan faisant un angle de 51°40′ avec p (001) et de 51°47′ avec m ($1\bar{1}0$); la bissectrice obtuse est perpendiculaire à un plan faisant 86°55′ avec p (001) et 50°7′ avec m ($1\bar{1}0$) : l'axe n_m est presque parallèle à p (001).

$$2\mathbf{V} = 72°12' \text{ (Na)};$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}73.$$

Pléochroïsme. Le minéral est incolore en lames minces, mais le pléochroïsme est net en plaques épaisses; on a alors :

$\mathbf{n}_g$ = rouge rose clair;
$\mathbf{n}_m$ = rouge rose;
$\mathbf{n}_p$ = jaune rougeâtre clair.

Composition chimique. *a*) Composition exigée par la formule $MnSiO^3$. Une quantité variable de MnO peut être remplacée par FeO, CaO ou MgO.

Les variétés renfermant de 9 à 29 % de CaO sont désignées sous le nom de *bustamite*.

b) Analyse de la rhodonite de Bou-Zaréah, par Ebelmen (*A. M* VIII. 3. 1845).

	a)	*b*)
SiO^2.....	45,9	45,49
MnO	54,1	39,49
FeO	»	6,42
CaO...,.	»	4,66
MgO...,.	»	2,60
	100,0	98,63

Altérations. La rhodonite des gisements français, en s'altérant à l'air, brunit, noircit, puis donne naissance à de la pyrolusite. Elle est parfois aussi altérée en diallogite qui se transforme elle-même en pyrolusite. On rencontre dans les gisements cités plus loin toutes les étapes de ces diverses transformations. Je n'y ai trouvé aucun des silicates hydratés de manganèse qui ont été observés dans d'autres régions.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, noircit et fond en se boursouflant légèrement en un verre noir. Donne avec le borax et le sel de

phosphore les réactions du manganèse. Peu attaquée par les acides.

Diagnostic. Le diagnostic différentiel de la rhodonite et des autres pyroxènes réside dans son système cristallin triclinique et dans sa richesse en manganèse.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Bretagne. — *Morbihan.* M. de Limur m'a remis de petits fragments de rhodonite d'un rose jaunâtre qu'il a recueillis à l'île de Groix. Je n'ai pas de renseignements précis sur la nature géologique de son gisement.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* La pyrolusite résultant de la décomposition superficielle de rhodonite qui imprègne les roches siliceuses du dévonien (Beaugey : *B. S. G.* XVII. 297. 1889) a été autrefois exploitée dans les concessions de Germ, de Loudervielle et de la Serre d'Azet. Deux sont situés sur la montagne de Balestas et de Pène-de-Sendiès près du col de Peyresourde (route thermale de Bagnères-de-Luchon à Arreau) ; les autres se rencontrent sur la montagne de la Serre d'Azet qui sépare la vallée de la Neste de Louron de celle de la Neste d'Aure, entre les villages d'Adervielle et d'Azet.

Les exploitations se sont arrêtées après l'enlèvement de la couche de pyrolusite produite par l'altération superficielle des gîtes. La rhodonite rose est accompagnée de *friedelite*, de *diallogite*, plus rarement de *hübnerite* et d'*alabandine*. Elle s'isole parfois, dans les fentes des roches imprégnées, en masses fibrolamellaires.

Algérie. — *Alger.* Des tentatives d'exploitation ont été faites sur un filon de quartz et de rhodonite (superficiellement oxydé en pyrolusite) à environ 1 km. à l'est du point culminant de Bou-Zaréah et un peu au sud du marabout de Sidi-Ben-Nour. Cette rhodonite en masses d'un beau rose a été analysée par Ebelmen (analyse *b*).

Constantine. M. Gentil a trouvé dans un filon d'oligiste du cap Bou-Garoune, près de Collo (*B.S.M.* XVIII. 413. 1895), des masses fibrolamellaires verdâtres offrant la plus grande analogie avec la *bustamite* de Campliglia ; comme dans ce dernier gisement, elles sont accompagnées d'ilvaïte et atteignent plus d'un décimètre suivant l'axe vertical. Elles montrent au microscope une macle analogue à la macle suivant h^1 (100) de l'augite. Cette bustamite, en apparence homogène, est imprégnée de quartz, d'épidote, de calcite et d'oligiste.

GROUPE DES AMPHIBOLES

Le groupe des amphiboles est remarquablement symétrique de celui du pyroxène. Comme lui, il comprend trois sous-groupes dont les termes sont respectivement orthorhombiques, monocliniques ou tricliniques.

Leur caractéristique réside dans un clivage facile suivant un prisme voisin de 124°[1] ; des clivages moins faciles existent parfois suivant h^1 (100) et g^1 (010). Dans les amphiboles monocliniques, on observe aussi des plans de séparation d'origine secondaire suivant p (001) homologues de ceux des pyroxènes monocliniques et comme eux accompagnés de macles polysynthétiques. Les macles suivant h^1 (100) sont fréquentes.

Le nombre des formes est moindre que dans les pyroxènes. Les amphiboles ont une grande tendance à s'allonger suivant l'axe vertical et à présenter des variétés fibreuses.

Dans les amphiboles orthorhombiques et monocliniques, le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010) ; il est presque parallèle à cette face dans le type triclinique.

Au point de vue chimique, les amphiboles sont des métasilicates de formule $R\,Si\,O^3$ dans lesquels R = Ca, Mg, Fe, avec parfois aussi Mn, Na^2, K^2, H^2. Quelques-unes d'entre elles contiennent aussi du sesquioxyde de fer ou de l'alumine peut-être à l'état de $Na\,Fe'''\,Si^2\,O^6$, $Na\,Al\,Si^2\,O^6$ ou de $R''\,R'''^2\,Si\,O^6$ (voir à *pyroxène*). Les types sodiques sont plus répandus et plus variés que dans les pyroxènes ; le magnésium est également plus abondant dans les amphiboles : par contre, il n'existe pas d'amphibole exclusivement manganésienne ou calcique.

Le tableau suivant renferme les divers types d'amphiboles qui vont être passés en revue. Ceux qui sont marqués d'un * ne se rencontrent

1. Il faut faire toutefois une exception pour l'amphibole triclinique (ænigmatite), dans laquelle $mt = 114°9'$: les autres angles présentent de grandes analogies avec ceux des amphiboles monocliniques.

pas dans les gisements français et ne sont indiqués ici que pour mémoire.

Amphiboles orthorhombiques

Anthophyllite	$(Mg\ Fe)\ Si\ O$
Gédrite	$(Mg\ Fe)\ Si\ O^3, n\ (Mg\ Fe)\ Al_2\ Si\ O^6$

Amphiboles monocliniques

Amphiboles non alumineuses	*Grünerite*	$Fe\ Si\ O^3$
	Cummingtonite	$(Mg\ Fe)\ Si\ O^3$
	**Dannemorite*	$(Fe\ Mn\ Mg)\ Si\ O^3$
	**Richterite*	$(K^2\ Na^2\ Mg\ Ca\ Mn)\ Si\ O$
	Trémolite	$Ca\ Mg^3\ Si^4\ O^{12}$
	Actinote	$Ca\ (Mg\ Fe)^3\ Si^4\ O^{12}$
Amphiboles alumineuses ou ferrifères	*Hornblendes* : *Édénite*, *Pargasite*	$Ca\ (Mg\ Fe)^3\ Si^4\ O^{12}$
	Hornblendes : *H. commune*	$\pm\ Na^2\ Al^2\ Si^4\ O^{12}$
	Hornblendes : *H. basaltique*, *Barkevicite*	$\pm\ (Mg\ Fe)^2\ (Al\ Fe)^4\ Si^2\ O^{12}$
	Katoforites	?
	Arfvedsonites : *Arfvedsonites*	$(Na^2\ Ca\ Fe)^4\ Si^4\ O^{12} + (Ca\ Mg)^2\ (Al\ Fe)^4\ Si^2\ O^{12}$
	Arfvedsonites : *Riebeckite*	$(Na\ Fe'''\ Si^2\ O^6)^2\ Fe\ Si\ O^3$
	Arfvedsonites : *Crocidolite*	$Na\ Fe'''\ Si^2\ O^6, Fe\ Si\ O^3$
	Glaucophane	$NaAl\ Si^2O^6, (Fe\ Mg)\ Si\ O^3$

Amphibole triclinique

Ænigmatite	$Na^4\ Fe^9\ (Al\ Fe)\ (Si\ Ti)^{12}\ O^{38}$

AMPHIBOLES ORTHORHOMBIQUES

Les amphiboles orthorhombiques n'ont jamais été rencontrées avec des formes géométriques déterminables autres que les faces du prisme; leur symétrie orthorhombique a été établie d'après leurs propriétés optiques par M. des Cloizeaux (*C. R.* III. 788. 1861). Ces amphiboles orthorhombiques peuvent être parallélisées avec les pyroxènes ortho-

rhombiques. Comme l'enstatite, l'anthophyllite riche en magnésium est optiquement positive, alors que la gédrite alumineuse et souvent plus ferrugineuse est optiquement négative comme l'hypersthène.

Les gisements de ces minéraux n'étant pas distincts, je les étudierai dans un même chapitre.

ANTHOPHYLLITE—GÉDRITE

$$(Mg\ Fe)\ Si\ O^3 — (Mg\ Fe)\ Si\ O^3,\ n\ (Mg\ Fe)\ Al^2\ Si\ O^6$$

$mm = 125°37'$: anthophyllite de Franklin (Penfield) ;
$= 124°48'$: gédrite du Groenland (Ussing).

Faciès des cristaux. L'anthophyllite et la gédrite des gisements français se présentent en larges fibres ou en masses fibrolamellaires très serrées, enchevêtrées ou groupées en rosettes ; elles sont parfois très tenaces ; plus rarement, il existe des variétés qui par leur structure rappellent les diverses formes de l'asbeste.

Clivages. Clivages m (110) faciles. Clivages ou plans de séparation g^1 (010) et h^1 (100) difficiles. Cassures transversales à l'allongement des aiguilles.

Dureté. 5,5 à 6.

Densité. 3,04 (gédrite blanche, Saint-Préjet), 3,06 (anthophyllite), 3,060 (Saint-Félicien), 3,128 (Arvieu) à 3,26 (gédrite de Gèdres).

Coloration et éclat. Gris brun, jaune brun, brun verdâtre, verte. Transparente ou translucide. Éclat vitreux, nacré sur les plans de clivage.

Inclusions. La gédrite de Gèdres est riche en inclusions de biotite, de spinelle, de corindon et de zircon. Elle renferme parfois des inclusions violettes semblables à celles de l'hypersthène.

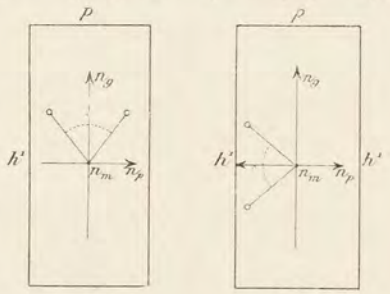


Fig. 1. Anthophyllite. — Fig. 2. Gédrite.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010), montrant la position de la bissectrice *aiguë*.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010) ; n^g est

parallèle à l'axe vertical. La bissectrice est *positive* n_g dans l'anthophyllite, *négative* n_p dans la gédrite. La dispersion est toujours $\rho < \nu$ autour de n_g. L'angle des axes augmente donc autour de n_g avec la teneur en fer.

$2\,\mathbf{V}$ (rouge) $= 83°48'$ à $84°52'$ autour de $\mathbf{n}_g$ (anthophyllite Kongsberg.) (Dx) ;
$= 78°33'$ autour de $\mathbf{n}_p$ (gédrite de Fiskernaes) (Ussing).

Dans quelques variétés dont l'écartement des axes est voisin de 90°, n_g est bissectrice aiguë pour le rouge et bissectrice obtuse pour le jaune (Penfield).

L'angle des axes optiques de la gédrite de Beaunan, d'Itsatsou, de Saint-Préjet et de Saint-Félicien est plus grand que 80° (2 V) autour de n_g : il est un peu moins grand dans celle de Gèdres. Je n'ai pu faire de mesures précises.

	Anthophyllite de Kongsberg.	Gédrite de Fiskernaes.
$\mathbf{n}_g =$	1,657 Ml et Lx. (Na)	1,6439 Ussing (rouge)
$\mathbf{n}_m =$	1,642	1,6358
$\mathbf{n}_p =$	1,633	1,623
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p =$	0,025	0,023 environ (Gèdres).

Pléochroïsme. Le pléochroïsme n'est distinct qu'en lames épaisses, le minéral étant incolore en lames de $0^{mm}02$. On observe :

$\mathbf{n}_g$ = jaune ou verdâtre clair ;
$\mathbf{n}_m$ et $\mathbf{n}_p$ = brunâtre.

J'ai rencontré des auréoles pléochroïques autour d'inclusions de zircon dans la gédrite de Gèdres (*C. R.* CII. 1329. 1886).

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. Les amphiboles orthorhombiques se groupent à axes parallèles avec les amphiboles monocliniques ; souvent aussi la biotite s'accole sur les faces prismatiques de ces minéraux.

Composition chimique. L'anthophyllite correspond comme composition chimique aux bronzites ; la gédrite contient une grande quantité d'alumine et elle est généralement plus ferrugineuse : ce fait souffre cependant des exceptions, et la gédrite de Saint-Préjet paraît pauvre en fer.

Analyses de la gédrite de Gèdres : *a*) par Dufrénoy (*A. M.* X. 582. 1836) ;

b et *c*) par M. Pisani (*in* Dx. *op cit.*, I. 542).

	a)	*b*)	*c*)
SiO^2.....	38,81	42,86	43,58
Al^2O^3....	9,31	16,52	17,07
FeO	45,83	18,82	15,96
MgO.....	4,13	15,51	18,30
CaO	0,67	1,90	0,75
H^2O.....	2,30	4,50	3,92
	101,05	100,11	99,58

Étant donnée la structure microscopique de la gédrite de Gèdres, il me paraît problable que ces analyses ont été faites sur une matière imparfaitement purifiée.

Essais pyrognostiques. Difficilement fusible en un émail qui dans les variétés ferrugineuses est noir et magnétique. Inattaquable par les acides.

Altérations. Les amphiboles orthorhombiques présentent assez souvent une altération par hydratation consistant en une transformation progressive en talc, en bastite ou en produits colloïdes ; plus rarement elles sont transformées en calcite.

Diagnostic. Les propriétés optiques des amphiboles orthorhombiques permettent aisément de les distinguer des amphiboles monocliniques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les amphiboles orthorhombiques se rencontrent en France dans deux catégories de gisement.

1° Dans les schistes cristallins et les schistes sédimentaires métamorphiques ;

2° Dans les roches éruptives comme produit secondaire[1].

1° Dans les schistes cristallins et les schistes sédimentaires métamorphiques.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* M. Whitman Cross a signalé (*Tschermak Mitth.* III. 388. 1881) l'existence d'anthophyllite en aiguilles radiées brunâtres dans les schistes actinolitiques de la Loire-Inférieure.

M. Baret m'a communiqué des masses fibreuses d'un blanc jaunâtre du même minéral qu'il a recueillies à La Ville-au-Vay près Le Pellerin.

1. L'anthophyllite signalée dans la lherzolite par les anciens auteurs (Cordier d'Orbigny, *Descr. des roches*, 1868. 120) n'est autre chose que la bronzite.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. J'ai trouvé dans les schistes cristallins du village même d'Itsatsou de beaux échantillons d'une anthophyllite en fibres entrelacées jaunes ou vert clair constituant des masses extrêmement tenaces. En 1890, de gros blocs de plus de 20 kg. se trouvaient sur le bord de la route de Cambo à Hélette à l'entrée du village ; ils paraissaient avoir été arrachés sur place.

Hautes-Pyrénées. La gédrite a été découverte par d'Archiac, près de Gèdres dans la vallée de Héas; elle était en blocs éboulés, et je ne crois pas qu'elle ait été trouvée en place jusqu'ici : elle provient peut-être des schistes paléozoïques granitisés. Le minéral fut décrit par Dufrénoy (*A. M.* X. 582. 1836); l'analogie de ses propriétés optiques et de celles de l'anthophyllite a été mise en lumière par M. des Cloizeaux (*C. R.* LII. 784. 1861). Les analyses *a*), *b*), *c*), ont été faites sur ce minéral par Dufrénoy et par M. Pisani. La gédrite forme des masses fibrolamellaires constituées par de longues baguettes enchevêtrées d'un brun de girofle.

L'examen microscopique montre que de nombreuses lames de biotite sont accolées aux faces prismatiques du minéral et intimement mélangées à lui. Celui-ci renferme de très nombreuses inclusions de spinelle vert, de corindon bleu et de zircon déterminant autour d'elles des auréoles pléochroïques.

Plateau Central. — *Ardèche*. Une gédrite en masses très tenaces formées par l'enchevêtrement de petites fibres blanc jaune ou verdâtres se trouve aux environs de Saint-Félicien à proximité des gneiss à pyroxène et anorthite. Dans les nombreux échantillons que je dois à l'obligeance du frère Euthyme, se rencontrent de longues fibres asbestoïdes du même minéral atteignant 5^{cm} de longueur. Je ne range ici que sous réserve ce gisement, que je n'ai pas visité moi-même : il est possible, en effet, qu'il soit en relation avec les serpentines qui existent dans cette localité.

L'examen microscopique montre que la roche est exclusivement constituée par la gédrite. Des essais chimiques m'ont permis de constater que le minéral est alumineux, mais peu ferrifère.

Rhône. M. Gonnard a signalé (*B. S. M.* III. 273. 1880) des échantillons de gédrite dans les gneiss granulitiques de Beaunan (carrière abandonnée) sur l'ancienne route d'Oullins à Chaponost. La gédrite s'y trouve en individus ayant de 2 à 3^{mm} jusqu'à 5^{cm} suivant l'axe

vertical. Tous sans exception sont entourés d'une zone de paillettes de biotite verdâtre ayant de 1 à 2^{mm} de largeur. La couleur varie du jaune paille au brun ; très souvent le centre est très altéré et même quelquefois entièrement transformé en limonite pulvérulente. Un traitement rapide par l'acide chlorhydrique décolore presque complètement la substance en la débarrassant de son pigment secondaire.

M. Damour a constaté que le minéral était alumineux; dans les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Gonnard, j'ai observé les propriétés optiques de la gédrite. La biotite présente au microscope une remarquable structure vermiculée.

2° *Dans les roches éruptives comme produit d'altération.*

L'anthophyllite et la gédrite se trouvent parfois dans les roches éruptives basiques comme produit d'altération. Ce genre de gisement fournit de très beaux échantillons de ces deux minéraux.

Plateau Central. — *Aveyron*. J'ai décrit et figuré page 558 les remarquables transformations en anthophyllite de l'hypersthène de la norite d'Arvieu. Il est donc inutile d'y revenir ici.

L'anthophyllite est fibrolamellaire d'un jaune plus ou moins foncé; elle possède un éclat fort vif. Elle ne se présente pas toujours avec une disposition aussi régulière que dans l'échantillon représenté par la fig. 2, page 558 : souvent, en effet, elle constitue des agrégats d'aiguilles enchevêtrées d'une façon quelconque. On a vu plus haut que les amphibolites à anthophyllite signalées dans ce gisement par M. Bergeron ne sont autre chose que la roche qui m'occupe ici.

Haute-Loire. Au moment de la mise en pages, M. Bouhard m'a remis de remarquables échantillons d'une gédrite asbestoïde provenant du massif de serpentine de St-Préjet-Armandon (près le cimetière). La serpentine de ce gisement renferme des nodules atteignant plusieurs décimètres de diamètre et formés par une gédrite peu ferrifère, d'un jaune doré ou jaunâtre clair, en fibres fragiles et peu cohérentes. Elles atteignent 6 centimètres de longueur et sont implantées perpendiculairement à la surface extérieure des nodules, dont la forme est très irrégulière. Tantôt elles se rejoignent au centre des nodules, tantôt elles s'appuient sur un noyau de serpentine ou de biotite. A la périphérie, elles englobent souvent une actinote en prismes d'un beau vert émeraude clair. Les nodules sont souvent séparés de la serpentine par une enve-

loppe de biotite se transformant en vermiculite. Ils sont distribués irrégulièrement dans la roche. Leur analogie de structure avec les pseudomorphoses d'Arvieu, dont elles sont la reproduction fidèle, énormément grossie, fait penser qu'ils ont aussi une origine secondaire; il faut reconnaître toutefois que, si la bronzite est abondante non loin de là (à Coureuges), elle n'a pas été trouvée en même temps que la gédrite. Ces nodules sont tout à fait comparables à ceux des serpentines de Dürnstein (Waldviertel) décrits par M. Becke (*Tscherm. Mittheil.* III. 328. 1881).

La gédrite forme aussi des filonnets dans lesquels elle est mélangée d'actinote et de pennine verte.

Puy-de-Dôme. C'est probablement dans des conditions semblables que se sont formés des filonnets blancs soyeux trouvés par M. Gonnard dans la serpentine traversée par le tunnel des Valettes près Durtol. Le minéral de ce gisement est presque entièrement épigénisé par de la calcite; il est aussi associé à de la pennine.

AMPHIBOLES MONOCLINIQUES

Ces amphiboles constituent la partie la plus importante du groupe qui nous occupe. Elles peuvent être classées de plusieurs façons suivant le point de vue auquel on les considère.

Au point de vue chimique, on peut admettre les divers types indiqués dans le tableau de la page 634.

Malgré des différences considérables de composition chimique, les amphiboles possèdent des formes remarquablement constantes et les paramètres cristallographiques des divers types qui se présentent en cristaux susceptibles d'être mesurés sont fort voisins.

J'ai pris les mêmes angles fondamentaux que M. des Cloizeaux, tout en adoptant l'orientation proposée par M. Tschermak et admise par M. Dana dans la dernière édition de son *System of Mineralogy*; elle consiste à prendre la face $[a^1\ (\bar{1}01)]$ de l'ancienne orientation pour p (001) et réciproquement. Si $(h\,k\,l)$ est le symbole d'une face dans l'ancien système et $(p\,q\,r)$ son symbole dans la nouvelle orientation, les équations suivantes permettent de passer d'un système à l'autre :

$$p = -(h + l), \quad q = k, \quad r = l.$$

Voici, du reste, pour les deux systèmes, le tableau de concordance des formes signalées plus loin dans les amphiboles françaises :

Notation adoptée	Dx.
p (001)	a^1 ($\bar{1}01$)
m (110)	m (110)
h^1 (100)	h^1 (100)
g^1 (010)	g^1 (010)
g^2 (130)	g^2 (130)
h^3 (210)	h^3 (210)
o^1 (101)	$a^{1/2}$ ($\bar{2}01$)
a^1 ($\bar{1}01$)	p (001)
$a^{1/2}$ ($\bar{2}01$)	o^1 (101)
e^1 (011)	$b^{1/2}$ ($\bar{1}11$)
$e^{1/3}$ (031)	($b^{1/2}$ $d^{1/4}$ g^4) ($\bar{1}31$) = ε
(b^1 $d^{1/3}$ h^1) = 0 = ($\bar{1}21$)	$e^{1/2}$ (021)
(b^1 $b^{1/3}$ h^1) = a_3 = ($\bar{2}11$)	$d^{1/2}$ (111)

L'avantage de cette orientation est de permettre la comparaison des propriétés des pyroxènes et des amphiboles, les faces p (001) des deux minéraux étant celles qui possèdent la même importance physique (plans de séparation accompagnés de macles, etc.). Quand ils se groupent ensemble, et ce fait est fréquent, l'orientation est telle que les axes cristallographiques définis comme je viens de le faire sont en coïncidence, les faces p étant sensiblement sur le même plan. Enfin, grâce à cette orientation nouvelle, les propriétés optiques des deux groupes de minéraux peuvent être plus facilement comparées.

Toutes les amphiboles présentent un clivage caractéristique suivant les faces prismatiques m (110), rarement un clivage suivant g^1 (010) et des plans de séparation parallèles à h^1 (100) ou à p (001); ces plans de séparation sont les homologues de ceux dont il a été question dans le groupe du pyroxène.

Les amphiboles sont fréquemment maclées suivant h^1 (100) comme les pyroxènes; il existe aussi une macle microscopique suivant p (001) accompagnant les plans de séparation.

Afin d'éviter les redites, je donnerai immédiatement un tableau unique des incidences correspondant aux angles mesurés sur la hornblende, la seule amphibole qui, au moins dans les gisements français, montre un nombre suffisant de faces.

Les angles observés ont été mesurés sur des cristaux de roches volcaniques d'Auvergne : (O) sur les cristaux de Riveau Grand, par

M. Œbbecke (*B. S. M.* VIII. 54. 1885); (G) sur ceux de Périer, par M. Gonnard (*B. S. M.* XIV. 222. 1891).

Monoclinique. $mm = 124°11'$.

$b : h = 1000 : 257{,}243$. $D = 875{,}866$. $d = 482{,}574$.

angle plan de $p = 122°17'36''$

angle plan de $m = 99°15'\ 3''$

$[a : b : c = 0{,}55097 : 1 : 0{,}293701]$

$[z\,x = 73°58']$

	Angles calculés	Angles mesurés
$*mm$	124°11′	124°14′ G. 2′ O.
$m\,h^1$	152° 6′	151°50′ G.
$m\,g^1$	117°54′	117°58′ G.
$m\,h^3$	166°56′	
$h^3\,g^1$	104°50′	
$m\,g^2$	150° 6′	149°30′,50′,55′ O.
$g^2\,g^1$	147°49′	
ph^1 ant.	106° 2′	
$p\,o^1$	155°57′	
$p\,a^1$ adj.	149° 0′	
a^1h^1 post.	104°58′	
$*a^{1/2}\,h^1$	129°25′	
$a^{1/2}a^1$	155°33′	
o^1a^1 adj.	124°57′	
$p\,e^1$	164°14′	
$e^1\,g^1$	105°46′	105°46′ à 51′G.
$e^1\,e^1$ sur p	148°28′	148° 7′ à 40′O.
$p\,e^{1/3}$	139°44′	
$e^{1/3}\,g^1$	130°16′	
$e^{1/3}\,e^{1/3}$ s. p	99°26′	
$e^1\,e^{1/3}$	155°30′	155°32′,34′O.
$p\,g^1$	90°	
$p\,m$	104° 7′	
$p\,h^3$	105°29′	
$p\,g^2$	103°31′	
e^1h^1	105°25′	105°17′ G.
a^1a_3	152°36′	152°21′ G.
$a^1\,m$	103°12′	103°18′ G.
a^1e^1	145°35′	
$m\,e^1$ sur a^1	68°47′	68°46′ G.
$a^1\,m$	76°48′	
$\theta\ m$	115°26′	
me^1 opp.	83°49′	
$m\,o^1$ opp.	55°19′	
$e^1\,o^1$	151°30′	
$a^1\theta$	150°26′	150°32′ G. 41′ O.
$\theta\,g^1$	119°34′	119°30′ G.
$a^1\,g^1$	90°	90° 5′ G.
$*g^1\,a_3$	102°47′	
a_3a_3 s. $a^{1/2}$	154°26′	154°31′G.
$m\,o^1$ adj.	124°41′	
Dans macle		
$e^1\,\bar{e}^1$	149°11′	
$a^1\,\bar{a}^1$	150° 4′	

Les propriétés optiques des amphiboles non alumineuses varient peu, l'angle d'extinction dans g^1 (010) étant toujours voisin de 15° [dans l'angle obtus ph^1 (001) (100)]. Celles des amphiboles alumineuses seront discutées plus loin.

AMPHIBOLES NON ALUMINEUSES

GRÜNERITE

$Fe\,Si\,O^3$

Formes observées. m (110), h^1 (100).

Macles. Macle suivant h^1 (100) très polysynthétique.

Faciès des cristaux. La grünerite forme des masses fibrolamellaires sans pointements distincts.

Clivages. Clivages faciles suivant *m* (110).

Densité. Supérieure à 3,3.

Coloration et éclat. Brun clair. Éclat vitreux, un peu nacré.

Propriétés optiques. n_g fait avec l'axe vertical (dans g^1) un angle de 11° à 15°.

$$2\,\mathbf{E} = 95° \text{ environ.}$$

$\rho > v$ avec dispersion inclinée faible.

$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}056.$$

Cette biréfringence est la plus forte qui ait été constatée dans le groupe des amphiboles (Lx. : *B. S. M.* IX. 1886 et *C. R.* CII. 1889).

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est faible, mais cependant appréciable dans les lames minces de $0^{mm}2$. J'ai observé les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g$ = jaune pâle ;
$\mathbf{n}_m = \mathbf{n}_p$ = incolore.

Composition chimique. *a*) Composition correspondant à la formule Fe Si O^3;

b) Analyse de la grünerite de Collobrières, par Grüner (*C. R.* XXIV. 794. 1847).

	a)	*b*)
SiO^2.....	45,5	43,90
Al^2O^3.....	»	1,90
FeO.....	54,5	52,20
MgO.....	»	1,10
CaO.....	»	0,50
	100,0	99,60

Essais pyrognostiques. Fusible au chalumeau en un verre noir magnétique.

Diagnostic. La grünerite se distingue des autres amphiboles par sa forte biréfringence et la répétition de ses macles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Maures. — *Var.* Ce minéral a été découvert par Grüner, qui l'a décrit (*op. cit.*), comme pyroxène exclusivement ferrifère. C'est en l'honneur de ce géologue que Kenngott l'a nommé *grünerite*

(*Minéral.* 1853. 69). J'ai montré (*op. cit.*) que toutes les propriétés physiques de la grünerite la rattachaient au groupe de l'amphibole, conclusion que M. des Cloizeaux avait antérieurement regardée comme probable.

La grünerite forme, au milieu des micaschistes de Collobrières, des masses fibrolamellaires brunes à éclat un peu soyeux. Elle est accompagnée de grenat, de magnétite et de quartz. Elle est parfois imprégnée de produits ferrugineux d'altération.

CUMMINGTONITE

Faciès. La cummingtonite (amphibole-anthophyllite de M. des Cloizeaux) forme des masses fibreuses ou fibrolamellaires dont les caractères extérieurs sont identiques à ceux de la gédrite de Gèdres.

Clivages. Clivages *m* (110) faciles.

Dureté. 5,5.

Densité. 3,1 à 3,32.

Coloration et éclat. Brune. Voir à *anthophyllite* et à *gédrite*.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). L'angle d'extinction dans g^1 (010) est voisin de 15°. La bissectrice est *négative* (n_p).

$$2\,\mathbf{V} = 78^\circ \text{ environ};$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}022 \text{ environ}.$$

Pléochroïsme. Le minéral est peu coloré en lames minces. Son pléochroïsme est faible. J'ai observé, en lames de $0^{mm}02$ d'épaisseur :

$\mathbf{n}_g =$ jaune brunâtre clair;
$\mathbf{n}_m =$ } blanc jaunâtre clair.
$\mathbf{n}_p =$ }

Composition chimique. Au point de vue chimique, la cummingtonite est très voisine de l'anthophyllite; celle du seul gisement français n'a pas été analysée; j'ai constaté, sur une petite quantité de matière purifiée avec soin, que le minéral est dépourvu de chaux (ce qui ne permet pas d'en faire une actinote).

Essais pyrognostiques. Voir à *anthophyllite*.

Altérations. Les aiguilles de la cummingtonite de Luchon sont sou-

vent entourées d'une gaine de produits d'altération colloïdes ou se transforment en bastite.

Diagnostic. Les propriétés optiques peuvent seules permettre de distinguer cette amphibole de l'anthophyllite. La très difficile fusibilité, la densité plus grande et l'absence de la chaux constituent le diagnostic différentiel de l'actinote.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* Le minéral que je désigne ici sous le nom de *cummingtonite* est celui qui se trouve dans les collections françaises sous le nom de *gédrite de Luchon.* Il a été découvert par M. Gourdon à la carrière de Montauban-de-Luchon entre ce village et Saint-Mamet. Il forme des masses fibreuses brunes, dont les fibres atteignent 3^{cm} de longueur, au milieu de schistes paléozoïques métamorphisés. Il y est accompagné de biotite, de cordiérite, de quartz, de pyrite et de feldspaths tricliniques acides. M. Gourdon l'a aussi recueilli en masses fibreuses, parfois divergentes d'un centre, dans la vallée de Larboust, au Mail de Soulan, à Juzet (gorge de Bazus) et à Castel-Vieilh : tous ces gisements se trouvent aux environs de Luchon.

TRÉMOLITE-ACTINOTE

Entre la trémolite $Ca\,Mg^3\,Si^4\,O^{12}$ et l'actinote $Ca\,(Mg\,Fe)^3\,Si^4\,O^{12}$, il existe de nombreux passages, constitués par des minéraux de plus en pus riches en fer. Ces minéraux, avec des colorations différentes, présentent entre eux une telle analogie de propriétés, des associations si fréquentes dans des gisements géologiques identiques, que je n'ai pas cru devoir les étudier dans des paragraphes distincts; le nom de *trémolite* sera réservé aux types renfermant moins de 3% de FeO.



Fig. 1.
Forme habituelle des cristaux de trémolite et d'actinote.

Formes observées et faciès. La *trémolite* et l'*actinote* des gisements français sont allongées suivant l'axe vertical. Le plus souvent, elles ne présentent que les faces m (110), plus rarement h^1 (100) ou g^1 (010) distinctes; les extrémités des cristaux ne se terminent que rarement par des pointements déterminables e^1 (011).

Ces amphiboles ont une grande tendance à former des masses lamellaires, fibrolamellaires ou même franchement fibreuses.

L'*asbeste* est une variété très fibreuse, généralement peu ferrifère et se rapportant à la trémolite. Ses fibres sont parfois flexibles et susceptibles d'être tissées (*amiante*); dans d'autres cas, elles s'enchevêtrent pour donner naissance à des masses légères, dont la texture est bien mise en lumière par les noms de *liège*, *carton de montagne* qui leur ont été donnés. La *byssolite* (*amiantoïde*, *asbestoïde*) est une variété d'actinote en petites aiguilles très délicates, verdâtres, enchevêtrées, se trouvant dans les druses de diverses roches.

Le *jade* ou *néphrite*, bien qu'ayant la même composition que les variétés précédentes (trémolite ou actinote), possède, au contraire, une ténacité très considérable, grâce à la texture très serrée des petites aiguilles entrelacées qui le constituent.

Le nom d'*ouralite* a été donné à l'amphibole qui épigénise si souvent les pyroxènes; elle est constituée soit par de l'actinote soit par de la hornblende. Il en est de même de la *smaragdite*, d'un vert émeraude, qui épigénise le diallage de certains gabbros et l'omphazite des éclogites.

Clivages. Clivage *m* (110) parfait, plus facile que le clivage prismatique du pyroxène. Clivage parfois net suivant h^1 (100) et g^1 (010). Cassures transversales irrégulières fréquentes dans les cristaux.

Dureté. 5 à 6. Fragile.

Densité. 2,9 à 3,1 (trémolite), 3,2 (actinote); 3,022 actinote du Bourg-d'Oisans, 3,024 actinote de Saint-Préjet, 3,028 actinote de la Loire, 3,06 jade de la Nouvelle-Calédonie (M. Frenzel).

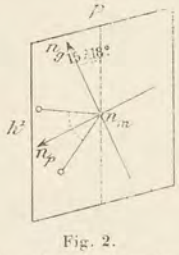


Fig. 2.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010) [*trémolite* et *actinote*].

Coloration et éclat. Incolore, blanche, grise ou noire, jaune clair (trémolite), verte, gris verdâtre, verte de nuance plus ou moins foncée (actinote).

Éclat vitreux, un peu nacré sur les lames de clivage. Poussière blanche à blanc verdâtre.

Inclusions. La trémolite et l'actinote des roches métamorphiques sont souvent riches en inclusions de matière charbonneuse, de paillettes de biotite, etc., qui leur donnent des colorations accidentelles.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques dans g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* (n_p) faisant avec l'axe vertical dans l'angle aigu ph^1 (001) (100) un angle de 72° à 74° (trémolite) ou 75° (actinote). L'ex-

tinction dans g^1 (010) se fait donc de 18° à 15° de l'axe vertical (dans l'angle obtus) de $p\,h^1$ (fig. 2).

Les indices mesurés pour la lumière du sodium sont :

	Trémolite	Actinote
$n_g =$	1,6340 Skutterud	1,636 Zillerthal (Ml et Lx)
$n_m =$	1,6233 (Penfield)	1,627
$n_p =$	1,6065	1,611
$n_g - n_p =$	0,0275	0,025
$2\,V =$	81°22′	73°44′

Dans la trémolite 2 V atteint 88°; il est, en moyenne, de 75° à 80° dans l'actinote.

Pléochroïsme. Les variétés colorées (*actinote*) sont pléochroïques. L'intensité du pléochroïsme varie avec la teneur en fer. On a :

n_g = vert plus ou moins intense;
n_m = jaune verdâtre;
n_p = jaune très pâle.

Composition chimique. La *trémolite* comprend les amphiboles peu ou pas alumineuses renfermant moins de 3 % de fer; l'*actinote*, celles qui en contiennent davantage.

a) Composition correspondant à la formule ($Ca\,Mg^3\,Si^4\,O^{12}$);

Analyses : *b*) de la trémolite (*asbeste*) de La Tarentaise, par Bonsdorff (*Schweig. J.* XXXV. 140. 1822);

c) de l'actinote compacte (*jade*) de la Nouvelle-Calédonie, par Frenzel (in Meyer, *Jade u. Nephrit*, 54. 1883);

d) de l'actinote des Pyrénées, par Dufrénoy (*Minér.* IV. 399. 1859);

e) de l'actinote (*asbeste*) de La Tarentaise, par Vauquelin (*in* Beudant, *Minér.* II. 234);

f) de l'actinote (*byssolite*) du Bourg-d'Oisans, par Vauquelin et Macquart (*J. Soc. phil.* I. 188. 1797);

g) de l'actinote (*asbestoïde*) du Petit-Saint-Bernard, par Vauquelin.

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)
$Si\,O^2$	57,7	58,20	55,80	57,40	51,40	47,0	48,7
$Al^2\,O^3$	»	0,14	»	»	1,40	»	1,6
$Fe\,O$	»	3,08	5,67	6,01	8,20	20,0	20,3
$Mg\,O$	28,9	22,10	20,54	21,65	22,30	7,3	9,9
$Ca\,O$	13,4	15,55	15,80	13,70	13,60	11,3	14,6
$Mn\,O$	»	0,20	»	»	1,50	11,0	»
Fl	»	0,66	»	»	»	»	»
$H^2\,O$	»	0,14	2,10	»	»	»	2,2
Perte	»	»	»	0,20	»	4,4	»
	100,0	100,08	99,91	98,96	98,40	100,0	97,3

J'ai essayé quelques byssolites du Dauphiné faisant partie de la collection du Muséum : elles ne renferment pas de manganèse.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, la trémolite blanchit et fond plus ou moins facilement en un verre blanc translucide ou en une masse grise. L'actinote se comporte de même et fond en un émail grisâtre ; elle donne les réactions du fer. Inattaquable par les acides.

Altérations. La trémolite se transforme assez fréquemment en talc ; ce minéral en petites lamelles se produit à la surface des lames de clivage *m* (110) et, gagnant de proche en proche, finit par transformer entièrement la trémolite, qui conserve sa forme, tout en présentant les caractères extérieurs du talc. Dans les gisements de Pitourless en Lordat (*Ariège*), de La Molle près Cogolin (*Var*) et de Madagascar, qui seront étudiés plus loin, on trouve tous les passages entre la trémolite intacte et la pseudomorphose totale. La trémolite se transforme aussi parfois en calcite ; l'actinote, en chlorite, en épidote, etc.

Diagnostic. La trémolite et l'actinote se distinguent des hornblendes par l'absence de l'alumine. Le jade est beaucoup moins fusible et moins dense que la jadéite : ses propriétés cristallographiques et optiques l'en distinguent en outre très nettement.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La trémolite et l'actinote ne se rencontrent comme élément primordial dans aucune roche éruptive. On peut les signaler dans les conditions suivantes :

1° Dans des calcaires sédimentaires modifiés au contact de roches éruptives (granites, granulites, diorites, diabases, ophites, péridotites) ou de filons de quartz d'origine hydrothermale (trémolite et actinote) ;

2° Dans des schistes cristallins d'âge varié (trémolite et actinote) ;

3° Dans des roches éruptives, comme produit d'altération (asbeste, jade, trémolite, actinote) ;

4° Dans les fissures de roches variées, comme produit secondaire (asbeste, byssolite).

1° *Dans les calcaires sédimentaires modifiés au contact de roches éruptives ou de filons de quartz.*

Ce genre de gisement est celui qui, en France, fournit le plus de trémolite. Ce minéral s'y présente, soit en masses fibrolamellaires ou

fibreuses, soit en cristaux distincts. Incolore dans les calcaires eux-mêmes incolores, la trémolite fixe souvent le pigment qui colore ceux-ci et produit ainsi des variétés grises ou noires. Dans quelques gisements pyrénéens, la trémolite est parfois ferrifère et l'on trouve alors tous les passages avec l'actinote qui coexiste dans les mêmes localités.

a) *Contact de granite et de granulite.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. J. de Charpentier (*op. cit.*, 274) a signalé aux environs de Barèges la trémolite comme élément accidentel des calcaires paléozoïques voisins du granite. M. des Cloizeaux m'a donné un échantillon de calcaire qu'il a recueilli autrefois à La Piquette déras lids : il est traversé par un filonnet, large d'environ 3^{cm}, entièrement constitué par de la trémolite fibreuse d'un beau blanc noyée dans de la calcite (voir page 658 pour les gisements d'asbeste de cette région).

Haute-Garonne. La collection de M. Gourdon renferme des échantillons de trémolite provenant en grande partie des environs de Luchon et recueillis dans des assises paléozoïques métamorphisées par le granite ou la granulite. Je n'ai visité aucun de ces gisements ; ce sont les suivants : vallée du Lys, Montauban-de-Luchon, Portillon de Burbe (versant aranais), place des Étangs, base de la Maladetta [*Aragon*], val de Riou Majou près la grotte de Fortine (vallée d'Aure). Il en est de même pour le gisement du pic de Sarrouyès (*Hautes-Pyrénées*).

b) *Contact des ophites et de la lherzolite.*

Pyrénées. — La trémolite est très abondante dans les calcaires secondaires modifiés par la lherzolite ou par les ophites. Elle y accompagne le dipyre (voir à cette espèce, tome II, et *B. C. F.* n° 42. 1895).

Basses-Pyrénées. Les gypses à tourmaline de Lys renferment de la trémolite en petite quantité.

Hautes-Pyrénées. Cette amphibole est peu commune dans les calcaires à dipyre de Pouzac, tandis que l'actinote y existe, au contraire, en abondance, ainsi que dans les marnes calcaires métamorphisées (voir à *dipyre*, tome II). Elle y forme des cristaux distincts ou groupés en gerbes.

Haute-Garonne. La trémolite abonde dans les grès de Cierp modifiés par l'ophite (masses fibreuses) et surtout dans les calcaires des environs

de Saint-Béat (cap de Mont, environs d'Eup, carrière de Rie), où elle présente des aspects très variés (fibres ou cristaux blancs, gris ou noirs) suivant la nature du calcaire qui les renferme. On la trouve aussi entre Saint-Béat, la tour de Lez et Boutx, au contact de l'ophite, soit dans les calcaires, soit dans les grès triasiques.

Le même minéral se rencontre dans les calcaires jurassiques marmoréens, au contact d'ophites, à Cazaunous, à Saint-Lary et à Portet d'Aspet, ainsi que dans la vallée de la Bellongue. On peut y recueillir de jolis échantillons de collection souvent riches en dipyre.

Ariège. La trémolite abonde dans la bande de calcaire secondaire servant de prolongement aux gisements de la vallée de Bellongue et traversant tout le département de l'Ariège.

De même que pour le dipyre, il n'est pas possible d'énumérer tous les gisements où l'on peut en recueillir de beaux échantillons ; je citerai toutefois Seix (en Bleychen, jolis cristaux d'actinote verte), Sentenac, l'entrée du village d'Aulus (masses fibreuses de trémolite d'un beau blanc à éclat soyeux atteignant parfois plusieurs décimètres de plus grande dimension), le port de Saleix, les environs de l'étang de Lherz, de Vicdessos, de Prades ; enfin, près de Tarascon, les carrières d'Arnave. Dans ce dernier gisement l'actinote est extrêmement abondante, en cristaux parfois nets, au milieu des marnes calcaires métamorphisées par l'ophite. Au port de Saleix, j'ai rencontré, dans les schistes et quartzites du lias moyen, de la trémolite fibreuse remplissant des fissures de 2^{cm} de largeur ; elle est parfois associée au dipyre et à la zoïsite.

Aude. La trémolite se rencontre dans les calcaires secondaires coupés par la route de Prades à Belcaire ; mais aucun gisement ne mérite, à cet égard, de mention spéciale.

c) *Contact de filons de quartz*.

Pyrénées. — *Ariège*. Le gisement précité d'Aulus ne peut être comparé au point de vue de la beauté de la trémolite qu'il fournit, qu'avec celui que j'ai trouvé sur le flanc S.-O. du massif du Saint-Barthélemy (*B. S. M.* XIV. 312. 1891). A Pitourless en Lordat, rocher situé sur le bord de la route conduisant à la carrière de talc de Trimounts et peu avant celle-ci, s'observent des filons de quartz au milieu de calcaires paléozoïques (siluriens) qui recouvrent des couches de talc autrefois exploitées. Les épontes de ces filons quartzeux ramifiés sont constituées par

de la trémolite. Ce minéral forme des masses fibrolamellaires atteignant souvent 10^{cm} de longueur suivant l'axe vertical des fibres. Il s'est évidemment produit sous l'influence des sources thermales qui ont déterminé la formation des filons de quartz, car on le voit accompagner ceux-ci d'une façon constante et n'exister qu'à leur contact.

Ce gisement m'a fourni des échantillons ne le cédant en rien à ceux du Saint-Gothard; je n'ai pu trouver aucun cristal à sommets distincts. Seules les faces du prisme sont perceptibles dans les masses débarrassées, par un acide, de leur gangue calcaire. Ces masses fibrolamellaires de trémolite sont très fréquemment transformées en talc; celui-ci se développe sur les faces prismatiques de l'amphibole et l'épigénise peu à peu. Il est possible de trouver tous les passages entre le minéral intact et des pseudomorphoses complètes.

A quelque distance des filons, j'ai observé, dans le calcaire, des poches remplies de grandes lames de talc, renfermant quelquefois des aiguilles translucides de trémolite grise, atteignant 1 ou 2^{cm} et présentant des formes très nettes dans la zone verticale m (110), h^1 (100), avec plus rarement e^1 (011) (fig. 1).

2° *Dans les schistes cristallins, comme élément primordial.*

Ce genre de gisement est celui dans lequel l'actinote se rencontre avec le plus de fréquence. Elle y forme un élément accessoire ou constitue presque à elle seule de véritables amphibolites. Elle se trouve généralement sous la forme d'aiguilles allongées suivant l'axe vertical, dépourvues de sommets distincts, groupées parfois en masses fibreuses ou rayonnées. Elle y est souvent associée à du pyroxène, de l'épidote, des chlorites, des micas, de la magnétite, de la pyrite, du rutile, de la calcite.

Ces amphibolites ou schistes actinolitiques se trouvent en Bretagne à la partie supérieure de la série du gneiss et dans les micaschistes. On les trouve aussi à un niveau plus élevé au milieu des schistes chloriteux précambriens, paléozoïques ou plus récents : ces derniers sont alors souvent riches en quartz, en albite, etc. (Alpes).

L'actinote se rencontre aussi parfois comme accident dans les schistes cristallins; ses cristaux, enchevêtrés, atteignent alors plusieurs centimètres de longueur et constituent de véritables échantillons de collection.

La trémolite se trouve particulièrement dans les cipolins intercalés dans les schistes cristallins; elle y forme des masses fibreuses, plus rarement des cristaux; ceux-ci sont généralement dépourvus de sommets distincts.

Bretagne. — *Morbihan*. M. de Limur (*op. cit.*, 53) m'a communiqué de beaux échantillons de trémolite en cristaux confus ou en masses fibrolamellaires soyeuses d'un beau blanc ou colorées en jaune par des produits ferrugineux secondaires; cette amphibole se trouve dans les calcaires dolomitiques intercalés au milieu des micaschistes du Moustoir près de Billiers. Une actinote laminaire d'un gris foncé a été trouvée par le même savant à l'île d'Arz dans les gneiss.

Les micaschistes et amphibolites à actinote d'un vert plus ou moins clair abondent à l'île de Groix; ils accompagnent des amphibolites à glaucophane. M. de Limur a signalé de l'actinote fibroradiée dans les micaschistes de Pontivy.

Loire-Inférieure. La trémolite est citée par M. Baret (*op. cit.*, 19) en masses fibrolamellaires (passage à l'actinote) dans l'amphibolite de la Haute-Loire, à La Rigaudais en Donges (blanche ou vert pâle).

Le même savant signale l'asbeste (amiante) à la carrière du Landet à 3 km. N.-E. de La Chevrotière, à La Mercredière au S.-O. de La Haie-Fouassière; à La Rigaudais en Donges dans l'amphibolite de Saint-Jacques, etc. (voir aussi Dubuisson, *op. cit.*).

M. L. Bureau m'a communiqué de belles masses fibreuses vertes de ce minéral, qu'il a recueillies comme accident minéralogique dans la tranchée du chemin de fer de Ligné, ainsi qu'à La Vauvreci à l'est d'Oudon.

Les schistes à actinote se rencontrent dans de nombreux points de la Loire-Inférieure, sans qu'aucune localité mérite de mention spéciale.

Pyrénées. — L'actinote est assez abondante dans les cipolins et les amphibolites des gneiss des Pyrénées mais peu de gisements se recommandent par la beauté des échantillons qu'ils fournissent.

Basses-Pyrénées. J'ai recueilli, dans le tunnel de Cambô, des blocs d'actinote d'un vert foncé montrant parfois, dans des cavités, des cristaux n'ayant dans la zone prismatique que les faces m (110); ils sont associés à de gros cristaux de sphène, à de la pyrite et de l'épidote.

Hautes-Pyrénées. Les cipolins que l'on rencontre entre Chiroulet et le lac Bleu m'ont fourni de jolies masses fibrolamellaires d'une actinote vert clair associée à des cristaux d'épidote et d'oligoclase.

Ariège. Dans les épidotites de Cabre près Vicdessos, j'ai rencontré,

au milieu des blocs de malacolite décrits page 607, des veines d'actinote asbestiforme d'un vert bleuâtre, qui s'est formée à ses dépens.

Plateau Central. — *Haute-Loire*[1]. L'actinote en aiguilles entrelacées se trouve en nodules dans les gneiss des environs de Paulhaguet, de Saint-Ilpize ; des masses d'une actinote lamellaire d'un vert pâle se rencontrent entre le gneiss et la serpentine à Coureuges en Saint-Préjet.

Cantal. M. Rames m'a signalé des masses lamellaires d'actinote d'un vert clair dans les micaschistes du moulin de Clary (au fond du ravin) en Bonnac, des fibres soyeuses de trémolite dans les fentes des micaschistes au-dessous du village de Saint-Cernin.

M. Fouqué m'a remis des échantillons d'une belle actinote vert pâle qui forme des amas de plusieurs mètres cubes dans le gneiss de Saint-Poncy. A Saint-Mary-le-Plain, sur le talus de la route de Brioude, il a observé un banc (4 mètres d'épaisseur) d'une amphibole en longues fibres plissées, d'un gris verdâtre, passant à l'asbeste.

Haute-Vienne. Des cipolins sont intercalés dans les gneiss de Sussac et de Clos-de-Barre en Saint-Yrieix-la-Perche. La collection du Muséum possède un bloc de trémolite trouvé par M. Alluaud dans les cipolins de cette dernière localité ; ce minéral y formait des blocs de plusieurs kilogrammes constitués par des fibres blanches rigides de trémolite. Le minéral est fragile et, sous le choc du marteau, les aiguilles qui le constituent sont mises en liberté. Cette trémolite se trouve dans les anciennes collections, étiquetée « wollastonite de Saint-Yrieix ».

Rhône. Drian signale (*op. cit.*, 8) l'actinote en petites aiguilles dans les micaschistes de Fleurieux.

Loire. De belles masses fibrolamellaires d'actinote vert clair, dont les éléments constitutifs atteignent 4^{cm} de longueur, ont été trouvées à La Chardière près Bellegarde à la partie supérieure des gneiss ; elles sont parfois mélangées de talc blanc.

Alpes. — *Massif du mont Blanc*. — *Haute-Savoie*. La collection du Muséum renferme des échantillons d'actinote d'un beau vert d'herbe provenant du Haut des Pèlerins près Chamonix.

Isère. L'actinote, en masses fibrolamellaires d'un vert clair, se rencontre en nodules au grand Gleyzia près Allevard et dans les schistes cristallins de Huez près du Bourg-d'Oisans.

1. Le jade signalé dans la Haute-Loire par L. Pascal est la sillimanite (fibrolite) décrite page 56.

Esterel. — *Var*. On trouve l'actinote en très beaux échantillons dans les micaschistes de la rade de Cavalaire, de La Molle près Cogolin. M. des Cloizeaux a signalé (*op. cit.*, I. 99.), dans ce dernier gisement, des pseudomorphoses de trémolite en talc. M. Nentien m'a communiqué de ces pseudomorphoses provenant des environs de La Garde-Freynet. Je dois à l'obligeance du frère Onésime des échantillons de trémolite d'un blanc grisâtre recueillis à La Verne : ils sont formés par des aiguilles enchevêtrées de trémolite associées à du talc et à de la calcite.

Algérie. — *Constantine*. C'est probablement à l'actinote qu'il faut rapporter l'amphibole aciculaire qui a été décrite avec pyroxène dans les cipolins du cap de la Garde près Bône. Ces derniers sont intercalés dans la partie supérieure des micaschistes grenatifères du massif de l'Edough. Coquand (*Mém. S. G. F.* V. 30. 1854) a aussi signalé de la trémolite dans les cipolins qui se trouvent au-dessus des mines de fer de Belelieta; il a trouvé, dans les gneiss, de grandes masses d'actinote verte aciculaire ou bacillaire, rappelant celles de la rade de Cavalaire.

Madagascar. — M. Catat a rapporté d'Ambohimanga Atsimo [capitale des Tanalas soumis, sur le haut Mananjary (côte Est de l'île)] de superbes échantillons de trémolite, en partie transformés en talc. Ces pseudomorphoses ont été décrites par M. Jannettaz (Voir page 449); elles paraissent provenir de cipolins. La collection Catat renferme un bloc de cipolins de ce gisement, ou des environs (sud) de Tananarive ; il contient de la trémolite associée à un diopside incolore.

Nouvelle-Calédonie. — Les micaschistes de la vallée du Diahot renferment de belles masses fibrobacillaires d'actinote.

3° *Dans les roches éruptives, comme produit d'altération.*

a) *Dans les diorites, diabases et gabbros.*

L'actinote se trouve dans beaucoup de roches éruptives grenues, comme produit secondaire formé sur place; elle est le plus souvent *microscopique*.

Dans les gabbros du Pallet, l'olivine en contact avec le labrador est entourée d'une zone périphérique d'actinote fibreuse (Voir page 176, fig. 5 et 6). La trémolite en fibres entrelacées abonde dans quelques gabbros (*euphotides à smaragdite*) de Corse.

Je ne cite ici que pour mémoire les amphiboles *d'ouralitisation* de toutes les roches éruptives pyroxéniques, l'amphibole formée étant le

plus généralement alumineuse et constituée par de la hornblende ou par sa variété la smaragdite.

A côté de ces cas de formation d'actinote et de trémolite par transformation du pyroxène des roches grenues, il y a lieu de signaler les cas très fréquents de production du même minéral dans les fentes des mêmes roches. Je citerai comme exemples les gisements suivants.

Pyrénées. — Il n'est peut-être pas un seul des innombrables gisements d'ophites qui ne renferme, bien qu'en quantité variable, des filonnets d'épidote associée à de l'asbeste ou à de l'actinote, qui peuvent même parfois remplacer le premier minéral. Ces deux substances sont souvent intimement mélangées et toutes deux implantées normalement à la paroi de la fissure qu'en général elles remplissent totalement.

On peut citer plus particulièrement les gisements suivants :

Basses-Pyrénées. L'ophite de Villefranque renferme, dans des parties très altérées, des cavités tapissées de houppes d'actinote d'un beau vert vif.

Landes. Port Sainte-Marie.

Haute-Garonne. Base nord de la montagne de Cagire près Arguénos, Thèbe dans La Barousse (d'après M. Gourdon).

Ariège. Lacourt, Vèbre, Vernaux, Lordat (asbeste), etc.

Algérie. — *Oran*. M. Gentil m'a communiqué des échantillons d'actinote, provenant d'Aïn-Ouerkal à l'ouest d'Aïn-Sefra. Cette amphibole, d'un vert clair, forme, dans une ophite altérée, des veines atteignant 8 centimètres d'épaisseur; elles sont constituées par le feutrage peu serré de longues aiguilles disposées, les unes perpendiculairement, les autres parallèlement aux parois de la fissure qu'elles remplissent. Ces groupements d'amphibole sont légers et poreux.

b) *Dans les roches microlitiques.*

On peut faire pour les roches microlitiques antétertiaires les mêmes observations que pour les roches grenues qui renferment de l'amphibole d'ouralitisation; souvent aussi ces roches contiennent, dans leur masse ou dans leurs fissures, de l'actinote secondaire en aiguilles ou en masses fibreuses. Ce dernier cas est réalisé à Denée (carrière du Verinel), où les fentes d'une roche microlitique très altérée sont remplies par de la calcite, de l'albite et de longues fibres d'une actinote asbestiforme bleu lavande, qui a été inexactement décrite par Menière comme *crocidolite* (*Mém. Soc. acad. d'Angers*, XVIII. 1866). Cette amphibole a été aussi signalée par le même géologue à Savennières (carrière de la Coulée) et à Ingrandes (*Maine-et-Loire*).

Les roches volcaniques tertiaires sont dépourvues de ce genre d'amphibole ; je dois faire toutefois une exception pour l'andésite quartzifiée de Bou-Serdoun près de Collo (*Constantine*) : dans les cavités de cette roche, M. Gentil a en effet trouvé de longues aiguilles de byssolite d'un vert pâle intimement associées à de la calcite lamellaire suivant a^1 (0001) (*B. S. M.* XVII. 19. 1894).

c) *Dans les péridotites et dans leurs serpentines.*

Dans ce genre de gisement, la trémolite se trouve généralement sous forme d'asbeste, parfois en fibres flexibles (amiante) utilisables pour l'industrie. On la rencontre, soit dans les serpentines elles-mêmes, soit au contact de celles-ci et de la roche encaissante.

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* J'ai recueilli des échantillons d'actinote fibreuse dans les fentes de la lherzolite serpentinisée du Tuc d'Ess en Coulédoux. L'amphibole d'ouralitisation des pyroxènes des lherzolites pyrénéennes est souvent de l'actinote.

Plateau Central. — *Aveyron.* La serpentine d'Arvieu est traversée par des veinules d'une trémolite d'un gris vert pâle passant à l'actinote, en masses fibrolamellaires dont les éléments atteignent 10^{cm} de longueur ; les échantillons que j'ai examinés ont été recueillis par M. Gaubert. La serpentine de ce gisement renferme des fibres courtes d'asbeste.

Haute-Loire. L'asbeste a été signalée par Pascal (*op. cit.*, 24) dans la serpentine de la ferme de Varenne, près Blavozy. On la trouve dans celle de Salzuit, de Pavillon près Nozeirolles, de Cissac près Saint-Ilpize, de Monistrol (route de Saugues), de Coureuges en Saint-Préjet-Armandon. L'asbeste est actuellement exploitée dans ce dernier gisement. M. Bouhard a bien voulu me donner à ce sujet quelques indications. Le minéral remplit des fentes irrégulières et ramifiées au contact de la serpentine et des schistes cristallins ; il est constitué par une asbeste en fibres rigides ayant en moyenne 25 ^{cm} de longueur ; les blocs exposés à l'air se délitent au bout de quelque temps, et il est possible alors d'en extraire des fibres flexibles. Ils sont accompagnés d'une biotite brune ou verte en grandes lames. Rarement les fibres sont enchevêtrées et produisent une roche tenace qui peut être considérée comme une sorte de jade.

M. Bouhard m'a en outre récemment communiqué de beaux échantillons d'une actinote vert émeraude clair, engagée dans la gédrite asbestoïde des

environs immédiats du village de Saint-Préjet-Armandon. Ces échantillons fort remarquables sont très fragiles. Ils se trouvent dans les serpentines.

A Madriat en Cistrières, des tentatives d'exploitation ont été faites sur une asbeste se présentant dans les mêmes conditions. Des fibres d'asbeste de 70^{cm} de longueur en ont été extraites.

Enfin l'asbeste a été trouvée encore à Jazinde en Villeneuve-d'Allier.

Cantal. Le même minéral forme des amas et de grandes fibres blanches ou grises dans la serpentine de Saint-Poncy, dans celle de La Gazelle (à l'est de Saint-Flour), etc.

Morvan. — *Saône-et-Loire.* L'asbeste rigide, en fibres atteignant 20^{cm}, a été rencontrée dans les serpentines des environs de Marmagne.

Corse. — L'asbeste, d'après les renseignements que je dois à l'obligeance de M. Nentien, existe d'une façon constante en auréoles épaisses de 10 à 20^{cm} au pourtour des massifs de serpentine, à leur contact avec les schistes amphiboliques. En certains points (Pietra Mala près San-Andrea di Cotone, au sud de Cervione ; col d'Orezza, au sud du Monte San Pedrone), cette bande est assez épaisse (0^{m} 60 à 1^{m}) pour avoir à plusieurs reprises donné lieu à une exploitation.

L'asbeste qui en provient est rarement en fibres soyeuses ; elle affecte plutôt la forme connue sous le nom de *carton de montagne* et a besoin d'une préparation mécanique avant de pouvoir être utilisée.

Haüy rapporte (*op. cit.*, III. 249) que Dolomieu, dans un voyage qu'il fit en Corse, trouva de l'asbeste en telle abondance qu'il s'en servit pour emballer ses échantillons. L'asbeste mélangée à de l'argile a été employée en Corse pour faire des poteries légères, résistant bien à des alternances de froid et de chaud (Haüy, *op. cit.*, 252).

4° *Dans les fissures de roches variées, comme produit secondaire.*

a) *Dans les fissures des roches éruptives acides, des roches sédimentaires modifiées par elles et dans celles des schistes cristallins.*

J'ai réuni tous ces gisements dans un même paragraphe, car la trémolite que l'on y rencontre se présente toujours avec le même faciès (asbeste) ; elle devient parfois ferrugineuse et passe à l'actinote (byssolite). Elle est accompagnée de feldspaths (albite et adulaire), de quartz, d'axinite, d'épidote, etc., et se trouve dans tous les gisements

où ces minéraux ont été étudiés; je n'en rappellerai que quelques-uns. Ces minéraux se sont produits par voie hydrothermale et n'ont pas *nécessairement* été formés avec des matières empruntées à la roche encaissante comme dans le cas des roches basiques dont il a été question page 654.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Les fentes des schistes et calcaires métamorphisés par le granite du massif du Néouvielle et particulièrement ceux qui se trouvent au sud de la vallée du Bastan (env. de Barèges), à La Piquette déras lids méritent d'être cités par leur richesse en asbeste, qui est blanche, soyeuse, à fibres flexibles. Elle est très souvent associée à l'albite et au quartz, soit dans les mêmes fissures, soit (fig. 3) dans des fentes distinctes. On la trouve aussi empâtée dans la calcite en grandes lames ou dans le quartz; elle constitue alors de longues fibres rigides implantées perpendiculairement à la paroi de la fissure. Ces fibres souvent courbes ont une légère teinte verdâtre due à une teneur variable, mais généralement peu élevée, en fer. C'est sous cette dernière forme que la trémolite se trouve dans le massif du pic du Midi de Bigorre et particulièrement au lac Bleu. Dans ces mêmes conditions la trémolite avec la calcite et le quartz remplit souvent complètement les fentes où elle s'est formée. M. Frossard m'a signalé l'existence de liège de montagne aux environs de Gèdres.

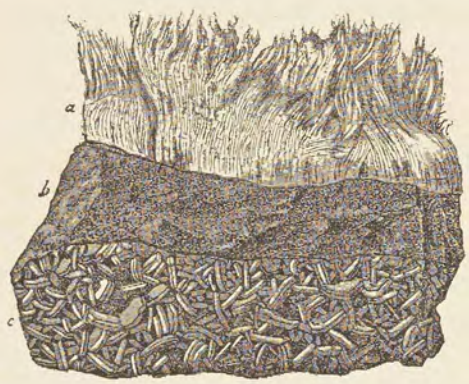


Fig. 3.
Échantillon de cornéenne (*b*) de contact du granite (Piquette déras lids), traversé par deux fentes tapissées, l'une par de l'*asbeste* (*a*), l'autre par des cristaux d'albite. (Réduction de moitié environ.)

Les fentes des schistes paléozoïques de Labassère sont remplies par des fibres rigides d'une trémolite ferrifère d'un vert pâle (passant à l'actinote) poreuse et légère.

Ariège. Je signalerai un cas intéressant de formation d'actinote au milieu des gneiss granulitiques coupés par la route d'Arnave à Cazenave. Ces roches très altérées sont criblées de fentes, les unes tapissées par des zéolites (voir à *stilbite*), les autres remplies par de l'acti-

note en fibres d'environ 5^{cm} de longueur. Elles sont d'un vert clair, rigides, mais très fragiles et peu cohérentes, de telle sorte que, par une simple pression du doigt, il est possible de les rendre libres. On ne peut recueillir de semblables échantillons sans avoir les mains criblées de petites aiguilles très aiguës, qui pénètrent facilement dans la peau. Ce gisement est fort intéressant, car il montre très nettement l'origine secondaire et probablement récente de cette actinote.

Au cours d'un récent voyage à Saint-Girons, M. Samiac m'a signalé un intéressant gisement d'asbeste qu'il venait de découvrir et que j'ai pu visiter grâce à ses indications. Au fond de la vallée d'Ustou, dans le lit du ruisseau d'Eichegué, tombant dans le cirque de Cagateille, on observe le contact du granite et des calcaires rubanés paléozoïques fortement métamorphisés. Ceux-ci, près du contact, sont traversés par des fentes remplies par une asbeste lignoïde d'un blanc verdâtre dont les fibres atteignent deux décimètres de longueur. Après exposition à l'air, elles se désagrègent facilement et il est possible d'en extraire des fils flexibles. Cette asbeste est la plus belle que j'aie eu l'occasion d'observer dans les Pyrénées.

Alpes. — *Haute-Savoie. Massif du mont Blanc.* Les fentes de la protogine et des schistes cristallins sont également très riches en asbeste (ou en byssolite) qui présente les particularités de celle des environs de Barèges; cette ressemblance se poursuit dans tous les autres minéraux communs à ces deux régions françaises (albite, épidote, axinite, prehnite, etc).

Savoie. Les anciens minéralogistes et notamment Haüy (*op. cit.*, III. 249. 1801) citent la Tarentaise comme fournissant de très beaux échantillons d'asbeste en filaments soyeux de plus de 3^{cm} de longueur. D'après Lucas (*Tabl. des espèces minérales*, 1813. 1387), les plus beaux échantillons proviennent de la vallée de Sainte-Foix, au pied du mont Valaisan et du col de Mont. Un échantillon de la collection du Muséum indiqué comme provenant de cette région renferme une association d'asbeste et de quartz compact. J'ai vu de beaux échantillons d'asbeste blanche provenant du Petit-Saint-Bernard.

M. Marcel Bertrand a trouvé de longues fibres d'asbeste dans les cargneules triasiques des environs du Villard au nord de Thermignan.

Isère. La byssolite se rencontre en abondance en fibres blanches

ou en aiguilles vertes dans les fentes à minéraux du Dauphiné : ce sont ces aiguilles que les anciens minéralogistes appelaient « asbestoïde » (Voir *albite, adulaire*, pour l'indication des gisements).

b) *Dans les filons métallifères.*

Pyrénées. — *Ariège.* L'asbeste est assez abondante dans les filons de galène des environs de Sentein, où me l'a signalée M. Edwards.

Alpes. — *Isère.* L'asbeste et l'amiante ont été très anciennement indiquées par Schreibert (*J. P.* XXIV. 383. 1784) comme formant avec calcaire la gangue des filons argentifères et cobaltifères de la montagne des Chalanches. C'est au milieu de cette amphibole blanche que l'on a trouvé autrefois de l'argent rouge (pyrargyrite ou proustite).

La collection du Muséum renferme un bel échantillon d'asbeste lignoïde et flexible provenant de ces filons de Chalanches; il a été recueilli par M. Vaussenat pendant une exploitation moderne de la mine. Un très vieil échantillon de la même collection, provenant également du même gisement, est formé par le feutrage de longues aiguilles d'actinote d'un vert pâle ayant moins de $0^{mm}01$ de diamètre. Cet échantillon est léger et poreux; il est associé à de la calcite lamellaire.

Gisements de nature incertaine.

Nouvelle-Calédonie. — On sait que le jade de la Nouvelle-Zélande est associé à des schistes verts. Je n'ai aucun renseignement sur les conditions de gisement de celui de la Nouvelle-Calédonie.

Les indigènes canaques se servaient encore, au moment de la conquête de l'île, de haches et de divers objets de parure en jade vert pâle ou vert foncé, qui abondent actuellement dans les musées ethnographiques. L'analyse *c*) a été donnée par M. Meyer (*Jade u. Nephr.* 1883. 54). Ce jade a été aussi étudié par M. Schoetenrack (*Zeitschr. f. Ethnogr.* 1887. 137), qui donne comme caractéristique la structure zonée formée par la succession de bandes claires et foncées. Ce jade renferme des inclusions de rutile.

AMPHIBOLES ALUMINEUSES

Les amphiboles alumineuses sont beaucoup plus complexes que les précédentes; elles forment des séries intéressantes, que l'on peut divi-

ser de la façon suivante en se basant d'une part sur la composition chimique et de l'autre sur les propriétés optiques :

		Coloration.	Absorption.	$n_g : c$
Hornblendes.	*Édénite*	verte plus ou moins foncée ou brune	$n_g > n_m > n_p$	15° à 25°
	Pargasite			
	Hornblende commune.			
	Hornblende basaltique	brune		0° à 10°
	Barkevicite			12° à 14°
Katoforites		jaune et violette	$n_m > n_g > n_p$	30° à 60°
Arfvedsonites	*Crocidolite*	verte et bleue	$n_p > n_m > n_g$	65° à 70°
	Arfvedsonite			75°
	Riebeckite			85° à 86°
Glaucophane		bleue	$n_g > n_m > n_p$	4° à 6°

Le diagramme de la page suivante montre la variation de l'angle de n_g avec l'axe vertical; il renferme les dernières données fournies par M. Brögger (*Die Eruptivgesteine des Kristianiagebiete*, Kristiania, 1894) sur l'arfvedsonite et sur le nouveau type la *katoforite*. Pour la composition chimique de ces amphiboles, voir page 634.

HORNBLENDES

Le nom d'*édénite* est réservé aux hornblendes de couleur claire renfermant moins de 5 % de fer ; celui de *pargasite*, aux hornblendes de couleur claire à bissectrice aiguë positive.

La *smaragdite* est une hornblende peu ferrifère d'un vert émeraude.

Le nom de *hornblende commune* est donné à la hornblende verte ou brunâtre, et celui de *hornblende basaltique* au type noir très ferrifère, ayant un faible angle d'extinction.

La *barkevicite* est une hornblende noire sodique. Ces diverses variétés du même minéral présentent entre elles de nombreux passages.

Les paramètres et la liste des angles ont été donnés page 642.

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100), g^1 (010), g^2 (130), h^3 (210) ; o^1 (101), a^1 ($\bar{1}01$) ; e^1 (011), $e^{1/3}$ (031), $\theta = (b^1\, d^{1/3}\, g^1)$ ($\bar{1}21$), a_3 ($\bar{2}11$).

Toutes ces faces ont été observées dans la hornblende basaltique.

Macles. — Macles suivant h^1 (100) quelquefois polysynthétiques.

Macles d'origine secondaire accompagnant les plans de séparation suivant p (001).

Faciès des cristaux. Les cristaux de hornblende sont souvent allongés suivant l'axe vertical (fig. 3). Souvent aussi ils sont également développés suivant leurs trois axes cristallographiques ou même raccourcis suivant l'axe vertical. La hornblende basaltique et celle des

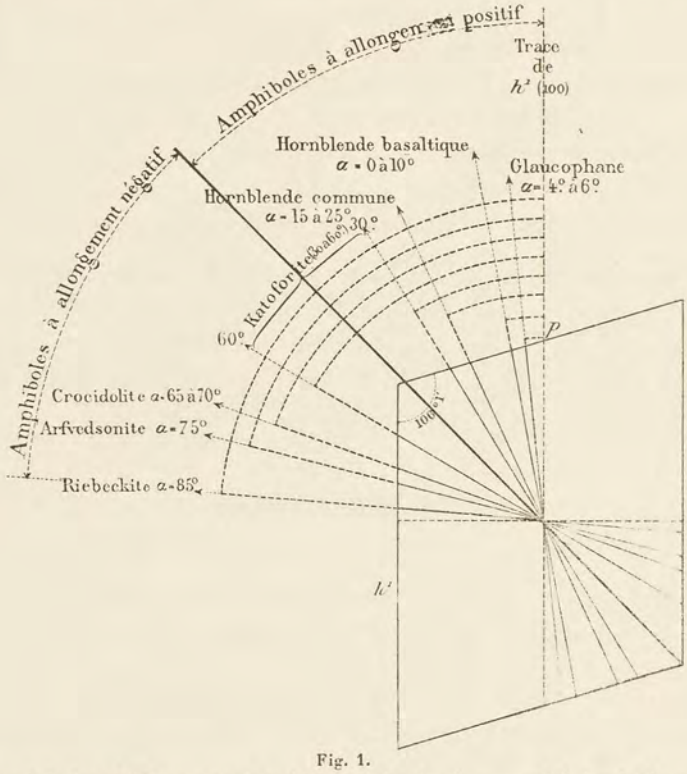


Fig. 1.

Epure de la face g^1 (010) montrant la position de n_g dans les diverses amphiboles alumineuses.
L'angle $n_g\, c = \alpha$.

druses de roches volcaniques ont seules un grand nombre de faces, mais elles sont rarement assez brillantes pour pouvoir être mesurées. Dans les hornblendes des calcaires les faces de la zone verticale sont généralement seules distinctes.

Les hornblendes se présentent souvent en masses fibrolamellaires, mais elles sont beaucoup plus rarement fibreuses que les actinotes. Il faut faire cependant exception pour la hornblende d'ouralitisation qui

est parfois formée par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre de petites aiguilles.

Clivages. Clivages m (110) parfaits; dans la hornblende basaltique, ils donnent des lames remarquablement brillantes. Clivages h^1 (100) et g^1 (010) parfois distincts. Plans de séparation accompagnés de macles polysynthétiques suivant h^1 (100) et p (001).

Dureté. 5,5.

Densité. 3 (édénite) à 3,47 (hornblende); 3,002 h. commune d'Aydat, 3,059 h. commune du Thillot, 3,077 pargasite des cipolins d'Arignac, 3,08 h. commune de Saint-Philippe, 3,092 h. brune d'une diorite de Nouvelle-Calédonie, 3,095 h. commune de la route d'Aize près Limoges, 3,104 h. basaltique de L'Argillier (Gonnard); 3,147 h. brune des enclaves de Riveau Grand, 3,171 h. brune de Lherz, 3,236 h. basaltique des tufs basaltiques de Chenavari.

Coloration et éclat. — Incolore, grise ou vert pâle dans l'édénite; verte ou bleu verdâtre, brun clair (pargasite); vert plus ou moins foncé à vert noir ou brun noir (hornblende commune); noire (horblende basaltique et barkevicite). Transparente en lames minces.

Éclat vitreux, parfois extrêmement vif sur les lames de clivage (hornblende basaltique et barkevicite, etc.).

Inclusions. La hornblende ne renferme aucune inclusion caractéristique. Dans quelques roches éruptives (diorites du sud d'Ax, enclaves trachytiques du trachyte du mont Dore, etc.), on observe des inclusions ferrugineuses, rappelant celles du diallage et de l'hypersthène.

Dans les schistes cristallins et particulièrement dans les roches amphiboliques du niveau des micaschistes, les inclusions de rutile sont abondantes, mais ne présentent pas de dispositions spéciales.

Les inclusions vitreuses sont très fréquentes dans la hornblende des roches volcaniques.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Dans g^1, n_g fait avec l'axe vertical des angles variables dans l'angle obtus de ph^1 (001) (010) (fig. 1) :

0° à 10° dans la hornblende basaltique;

12° à 14° dans la barkevicite;

15° à 25° dans la hornblende commune, la pargasite et certaines hornblendes brunes.

Cet angle paraît augmenter avec la teneur en alumine. Il est aussi lié à l'état d'oxydation du fer, ainsi qu'en témoignent de récentes expé-

riences. M. C. Schneider (*Z. K.* XVIII. 580. 1891), en effet, ayant chauffé au rouge, dans la vapeur d'eau, des hornblendes volcaniques dont l'angle d'extinction était de 2° à 8°30′, a vu cet angle tomber à 0° en même temps que l'intensité de la coloration et de l'absorption augmentait et que le FeO se transformait en Fe^2O^3. L'amphibole avait pris les caractères de la hornblende basaltique.

M. Belowsky (*N. J.* I. 1891. 291) a opéré les mêmes transformations en chauffant, pendant une heure, de la hornblende commune dans un creuset de platine.

Ces deux expériences rendent probable la modification des propriétés optiques de certaines hornblendes postérieurement à leur cristallisation.

La bissectrice aiguë est *négative* dans la plupart des hornblendes, *positive* dans la pargasite.

L'écartement des axes varie dans des limites assez étendues.

$2\,V = 59°$ pargasite de Pargas (Tschermak); angle d'extinction dans g^1 : 18°;
$79°$ hornblende basaltique d'Aurillac; — 1° à 2°;
$84°$ hornblende commune du Limousin; — 20°.

La dispersion inclinée est nette, avec $\rho < v$ autour de n_p : on observe $\rho > v$ autour de n_g.

Nous avons, M. Michel Lévy et moi, mesuré les indices de réfraction suivants (lumière du sodium) :

	n_g	n_m	n_p	$n_g - n_p$
Pargasite de Pargas	1,632	1,620	1,613	0,019
Hornblende commune de Krageröe	1,653	1,642	1,629	0,024
Hornblende basaltique de Bilin	1,752	1,725	1,680	0,072

On voit que la hornblende basaltique est la plus biréfringente de toutes les amphiboles.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme des hornblendes colorées est toujours net avec maximum suivant n_g. Il est généralement plus intense dans la hornblende brune que dans la verte.

On trouve souvent, dans une même catégorie de roches, des hornblendes de couleur très différente (trachytes et andésites du Plateau Central).

Il n'est pas rare de rencontrer des hornblendes formées de zones de couleur variée, dues à des compositions différentes et surtout sans doute à des degrés différents d'oxydation du fer.

Les teintes de pléochroïsme sont extrêmement variées; voici les

teintes observées dans des échantillons de quelques gisements français. Lames minces de 0 mm 02.

	n_g	n_m	n_p	Angle d'extinction dans g^1
Hornblende commune du granite de Vaugneray	vert pâle	brun pâle	brun clair	17°
— commune de l'éclogite de St-Colombin	vert bleuâtre	vert clair	jaune clair	18°
— du gneiss de Saint-Brévin	vert olive foncé	vert brunâtre foncé	jaune brunâtre clair	20°
— — de Boulvas en Plouider	vert brun sombre	brun foncé	jaune clair	20°
— — de Greffen en Roscoff	vert bleu intense	vert	jaune clair	20°
— des enclaves de trachyte dans trachyte (Riveau Grand)	jaune rouge	jaune brunâtre	jaune presque incolore	20°
— de la lherzolite et des hornblendites des Pyrénées	jaune d'or foncé	jaune clair	jaune presque incolore	15°
— basaltique des tufs d'Auvergne	brun foncé	brun foncé	brun ou jaune pâle	0° à 2°
— de la labradorite de la Piquette déras lids				1°
— des andésites du Cantal				0° à 12°
— — —	vert foncé	vert brunâtre	jaune verdâtre	12° environ
— des ségrégations des andésites à hornblende du mont Dore	brun rouge	brun clair	jaune pâle	4°
Barkevicite de la syénite néphélinique de Pouzac (centre des cristaux)	brun	brun rouge	jaune brunâtre	12°
— — (périphérie »)	vert plus ou moins foncé, parfois bleuâtre	vert	jaune verdâtre	

La hornblende des roches anciennes renferme parfois des *auréoles pléochroïques* autour des inclusions de zircon, d'allanite, etc. ; la biréfringence et la réfringence y augmentent [Vaugneray (*Rhône*), Chiron en Saint-Philibert-de-Grandlieu et La Chevrottière (*Loire-Inférieure*), etc.].

Groupements réguliers de hornblende et d'autres minéraux. — Hornblende et pyroxène. — Les hornblendes se groupent à axes parallèles avec l'hypersthène et les pyroxènes monocliniques. Ces dernières associations sont les plus fréquentes. Les deux minéraux ont leurs axes cristallographiques en coïncidence, leurs faces p (001) étant sensiblement sur le même plan. L'association se fait parfois par accolement de deux cristaux, suivant une surface plane ou irrégulière (lherzolite

de Sem (*Ariège*)); mais le plus souvent il y a interpénétration des deux minéraux, la hornblende formant des facules dans le pyroxène ou l'entourant. C'est particulièrement le cas des hornblendes brunes des gabbros, des diabases grenues, etc. (port de Saleix, environs de Saint-Béat), dans lesquels cette amphibole paraît primaire.

Les groupements par *ouralitisation* ont été décrits, page 579; on verra plus loin les groupements inverses qui s'observent dans les roches volcaniques où l'augite se forme aux dépens de la hornblende.

Hornblende et mica. — On a vu, page 315, que la biotite s'associe volontiers à la hornblende en s'accolant sur ses clivages. Ces groupements peuvent être primaires ou secondaires.

Hornblende et hornblende. — Dans les trachytes et andésites enclavés dans les trachytes du mont Dore, on constate fréquemment la formation drusique de cristaux de hornblende. L'examen microscopique de ces enclaves montre qu'elles sont imprégnées par cette hornblende néogène, qui vient souvent nourrir les grands cristaux anciens du même minéral constituant un élément normal de la roche. Tandis que la hornblende ancienne possède une extinction voisine de 0°, la hornblende néogène, au contraire, a une extinction de 20° dans g^1 (010) et possède, en outre, une intensité de pléochroïsme différente (*Les encl. des roches volc.* 248). Elle s'oriente aussi sur l'augite et forme ainsi des groupements analogues à ceux que vom Rath a signalés dans les druses des enclaves de la lave de l'éruption du Vésuve de 1872, mais, dans ce dernier cas, les deux minéraux groupés étaient néogènes.

Hornblende et feldspaths. — Dans les gneiss amphiboliques, on rencontre très fréquemment des groupements dentelliformes de hornblende et de feldspaths tricliniques. Quand ils se produisent d'une façon régulière autour des cristaux de grenat, on a les groupements kélyphitiques dont il a été question page 137 (fig. 28 et 29) et page 582 (fig. 16).

Dans une lherzolite du Tuc d'Ess, j'ai trouvé de curieuses transformations de toute la roche en un mélange de hornblende verte dentelliforme dans de l'anorthite : elle englobe parfois du spinelle vert.

Composition chimique. Les proportions de sesquioxydes sont variables comme aussi celles du fer : celui-ci existe souvent à l'état de FeO et de Fe^2O^3. Les expériences de MM. Schneider et Belowski montrent que le Fe^2O^3 peut être produit secondairement par oxydation du FeO. La hornblende basaltique est souvent très sodique ; la quantité d'alumine dépasse 8 % dans la barkevicite, qui est également riche en soude.

Analyses :

a) de la *smaragdite* de l'euphotide de Fiumalto, par Boulanger (*A. M.* VIII. 159. 1835);

b) du diallage ouralitisé de la diabase d'Odern, par Delesse (*A. M.* XVI. 331. 1849);

c) de la *hornblende* du Thillot, par Delesse (*A. M.* XVI. 340. 1849);

d) de la *hornblende* du granite à amphibole de Servance, par Delesse (*A. M.* XIII. 680. 1848);

e) de la *hornblende* des cipolins de Saint-Philippe, par Delesse, (*A. M.* XX. 164. 1851);

f) de la *hornblende* brune de l'amphibolite d'Avenas, par Drouot (*A. M.* VIII. 307. 1855);

g) de la *hornblende* de la diorite de Pondière, près du lac Aydat, par v. Lasaulx (*N. J.* 248. 1874);

h) de la *hornblende* de la diorite orbiculaire du val d'Orezza, par Rupprecht (*Inaug. Dissert. Erlangen*, 1889. 20 et *Z. K.* XX. 311, 1892);

i) de la *hornblende* de la diorite orbiculaire du val d'Orezza, par Delesse (*Ann. ch. phys.* XXIV. 438. 1848);

j) de la *hornblende* de la diorite de Faymont (val d'Ajol), par Delesse (*A. M.* XVI. 359. 1849).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)	*h*)	*i*)	*j*)
SiO^2	40,80	49,30	50,04	47.40	44,82	50,00	44,50	45,77	47,88	41,99
Al^2O^3	12,60	5,50	8,95	7,35	13,18	8,50	10,36	13,82	8,23	11,86
Cr^2O^3	2,00	0,30	0,24	»	»	»	»	»	0,50	»
Fe^2O^3	»	»	»	»	»	»	11,28	5,93	»	»
FeO	3,20	9,43	9,59	15,40	11,17	15,70	»	6,33	16,15	22,22
MgO	11,20	17,61	18,02	15,27	19,48	12,30	17,31	15,68	18.40	12,59
CaO	23,00	15,43	11,48	10,83	9,69	12.50	13,44	10,74	7,05	9,55
MnO	1,40	0,51	0,20	»	»	»	»	»	»	»
K^2O	»	»	0,08	»	»	»	2,45	»	0,14	1,32
Na^2O	»	»	0,81	2,95	»	»		0,92	0,65	
H^2O	5,20	»	»	1,00	1,66	1,00	0,36	»	1,00	»
Perte	»	0,85	0,59	»	»	»	»	»	»	0,47
	99,40	98,95	100,00	100,00	100,00	100,00	99,70	99,19	100,00	100,00
Densité	»	»	3,059	»	3,08	»	3,002	»	»	»

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond assez facilement avec bouillonnement en un verre ou un émail jaune verdâtre ou noir, suivant la teneur en fer. La hornblende basaltique et la barkevicite fondent plus facilement que les hornblendes communes; la barkevicite colore fortement la flamme en jaune (soude).

Altérations. Altérations atmosphériques.—Les altérations atmosphériques de la hornblende commune sont assez fréquentes; elles con

sistent dans le développement de chlorite dans les clivages ou à la périphérie des cristaux ; souvent ces chlorites sont accompagnées d'épidote, de calcite, de sidérose, de quartz, parfois de produits argileux colloïdes (amphibole du granite de Vaugneray).

La chloritisation s'effectue parfois d'une façon régulière en gagnant de proche en proche par la périphérie et le long des clivages et en donnant à la pseudomorphose une apparence fibreuse (hornblendes des roches éruptives anciennes et des roches métamorphiques).

Transformation en biotite. — Assez fréquemment, de la biotite se développe dans les clivages de l'amphibole et l'épigénise ainsi peu à peu ; cette transformation en biotite est parfois liée à des déformations dynamométamorphiques de la roche qui renferme l'amphibole [hornblendites de l'étang de Lherz (*Ariège*)].

Transformation en biotite et épidote. — Dans la syénite néphélinique de Pouzac, j'ai observé (*B. S. G.* XVIII. 515. 1890) la transformation fréquente de la barkevicite en un mica verdâtre, ayant à peu près la même couleur qu'elle ; tantôt la transformation est incomplète, tantôt elle est totale. La biotite est souvent accompagnée d'épidote, avec laquelle elle forme des associations pegmatoïdes, analogues à celles de la biotite et de l'ægyrine, constituant les pseudomorphoses de la barkevicite du Langesundfjord désignées sous le nom de *ptérolite*.

Les altérations atmosphériques sont extrêmement rares dans les hornblendes basaltiques des roches volcaniques récentes.

Transformations dues à l'action de la chaleur et à celle des magmas volcaniques. — La hornblende des roches microlitiques est souvent arrondie, corrodée, fondue et entourée soit par une bordure continue opaque, soit par une zone de grains de magnétite avec ou sans grains d'augite. Il n'est pas rare de voir ceux-ci orientés sur le cristal aux dépens duquel ils se sont formés.

Dans les andésites et labradorites du Velay notamment, on observe très fréquemment des moules de cristaux de hornblende entièrement formés par des microlites d'augite et des grains de magnétite orientés comme l'amphibole disparue et mélangés à des microlites feldspathiques disposés d'une façon quelconque (fig. 2, empruntée à M. Boule).

Ces transformations sont fréquentes dans toutes les roches volcaniques d'Auvergne (*trachytes*, *phonolites*, *andésites*, *labradorites* et *basaltes*),

mais elles se rencontrent surtout dans celles de ces roches qui se sont épanchées et se sont refroidies lentement; ils manquent généralement ou sont peu développés dans les roches à magma vitreux, consolidées brusquement, ainsi que dans beaucoup de filons. Ces phénomènes de résorption ne sont pas spéciaux aux roches volcaniques tertiaires ou post-tertiaires : on les trouve naturellement dans les roches similaires anté-tertiaires.

Dans les bombes à hornblende, englobées par les basaltes, on rencontre des phénomènes du même genre. A Montaudou (*Puy-de-Dôme*), notamment, les grands cristaux de hornblende, comme aussi ceux de biotite, sont plus ou moins corrodés et remplacés par des groupements cristallitiques d'augite et de produits ferrugineux simulant le squelette d'un grand cristal (*Les encl. des roches volc.* pl. VIII fig. 3 et 12).

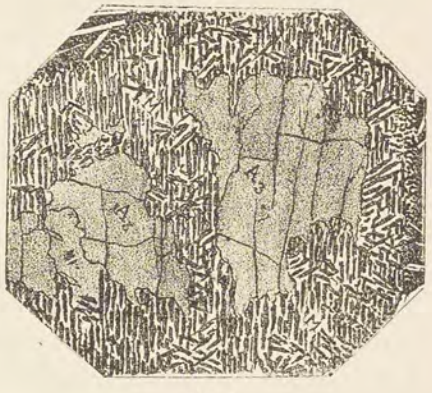


Fig. 2.
Lame mince taillée dans la labradorite de La Besseyre (*Haute-Loire*) et montrant un cristal de hornblende (A_3) en voie de transformation en augite et en cristallites ferrugineux.

Si dans le cas des grands cristaux des roches volcaniques, on peut attribuer ces phénomènes de recristallisation à l'action du magma lui-même sur ses éléments anciens, il n'en est plus de même pour les transformations de la hornblende de ces enclaves qui s'effectuent dans des blocs de grande taille dont le centre n'est pas en contact avec le magma volcanique; dans ce cas, l'action de la chaleur peut être seule invoquée. On sait, du reste, qu'en fondant de la hornblende dans un creuset et en la recuisant d'une façon convenable, on obtient des cristaux d'augite et de magnétite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La hornblende se rencontre dans un grand nombre de gisements; quelques-unes de ses variétés sont caractéristiques de certains d'entre eux.

Je la considérerai successivement :

1° Dans les roches éruptives;

2° Dans les roches sédimentaires métamorphisées au contact des roches éruptives;

3° Dans les schistes cristallins.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les roches granitiques (granite, granulite) et dans la syénite.*

Dans le granite, l'amphibole appartient au type hornblende commune ; elle se présente en individus allongés suivant l'axe vertical et le plus souvent dépourvus de formes géométriques. Quelquefois cependant, on peut en extraire des cristaux distincts, montrant les formes m (110), g^1 (010) et le plus souvent des sommets arrondis dans lesquels on reconnaît quelquefois les faces e^1 (011) avec ou sans p (001) (fig. 3). Je ne citerai à cet égard que deux gisements : le granite de Cauterets (*Hautes-Pyrénées*), où j'ai recueilli des cristaux de hornblende très nets ayant $1^{cm}8$ de longueur, et une variété de granite pauvre en quartz et riche en sphène du lac Lovitel en Oisans (*Isère*).

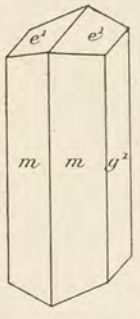


Fig. 3.
Hornblende du granite de Cauterets.

La hornblende du granite est d'un vert plus ou moins foncé, parfois d'un brun vert. Elle renferme souvent des inclusions de magnétite, d'ilménite, d'oligiste, de sphène, de zircon, d'apatite, de biotite; ce dernier minéral s'accole sur les clivages de l'amphibole. La hornblende a cristallisé après la biotite et avant les feldspaths : elle est parfois associée à du pyroxène.

La même amphibole est très abondante dans certaines des enclaves micacées du granite; enfin, elle devient extrêmement abondante dans les parties des massifs granitiques en contact avec des roches sédimentaires basiques.

Dans les Pyrénées de l'*Ariège*, au sud d'Ax et de Quérigut notamment, on observe des granites extrêmement amphiboliques au contact des calcaires précambriens, siluriens, dévoniens et carbonifères. Des faits d'endomorphisme du même genre ont été signalés par M. Michel Lévy dans le Beaujolais, etc.

Je rappellerai que beaucoup de granites à amphibole étaient autrefois considérés comme des syénites : c'est ce qui a lieu particulièrement pour le granite à amphibole des Ballons (*Vosges*), dont l'amphibole a

été analysée par Delesse (analyse *d*). La hornblende des syénites françaises ne diffère pas, du reste, de celle des granites.

b) *Dans les microgranulites et les rhyolites (porphyres).*

La hornblende est peu abondante, en général, dans les microgranulites et les porphyres pétrosiliceux français; elle appartient à la variété verte dans la première de ces roches (Saint-Just-en-Chevalet, M. Michel Lévy); elle est souvent noire (brune en lames minces) dans les secondes; elle s'y rencontre en grands cristaux intratelluriques.

La dacite de Saint-Raphaël renferme, dans la carrière du Dramont, des enclaves granitoïdes (diorite anorthique) contenant des cristaux de hornblende de plusieurs centimètres de longueur.

c) *Dans les syénites néphéliniques.*

La syénite néphélinique de la Serre de Pouzac renferme une amphibole en cristaux noirs qui, dans certaines parties de la carrière de la Sablière, deviennent extrêmement abondants. On peut extraire de cette roche des cristaux distincts d'environ 2^{mm} suivant l'axe vertical; malheureusement, ils sont toujours très altérés et très fragiles. Dans la zone prismatique ils présentent les faces m (110), g^1 (010), plus rarement h^1 (100); ils sont parfois terminés par e^1 (011) et p (001).

Dans les lames minces, on constate que cette amphibole est brune ou verte dans des cristaux distincts ou dans un même individu. Le centre des cristaux est le plus souvent brun. L'angle d'extinction maximum dans g^1 (010) est d'environ 12°. Le minéral fond facilement en colorant la flamme en jaune. Toutes ces propriétés sont celles de la barkevicite (*B. S. G.* XVIII. 513. 1890).

J'ai observé les curieuses transformations de cette amphibole en biotite et épidote qui ont été décrites p. 668 et qui rappellent la ptérolite du Langesundfjord.

Une amphibole très analogue, en aiguilles atteignant 1^{cm} avec formes nettes dans la zone verticale, est extrêmement abondante dans des roches intéressantes trouvées par MM. Seunes et Beaugey dans les Basses-Pyrénées (*C. R.* CIX. 509. 1889), particulièrement au km. 9 sur la route d'Arudy à Saint-Christau et à Herere. La roche possède la structure de celle de Pouzac; de grands cristaux de hornblende, d'augite violacée (avec structure en sablier fréquente), de l'ilménite et de la

magnétite sont englobés par de grands cristaux de feldspaths, aplatis suivant g^1 (010) (orthose faculée d'anorthose, oligoclase) et laissant entre eux des vides, remplis par une substance entièrement transformée en produits colloïdes (et peut-être en cancrinite). Il est possible que cette substance décomposée ait été de la néphéline.

d) *Dans les diorites, diabases et gabbros.*

L'amphibole primaire des diorites est généralement de la hornblende commune, d'un vert plus ou moins foncé : elle est parfois automorphe, rarement ophitique par rapport au feldspath (diorite orbiculaire de Santa Lucia de Talano (*Corse*)). Ce type de hornblende est extrêmement fréquent dans les diorites de Bretagne, du Plateau Central.

Plus rarement, l'amphibole des diorites est d'un vert clair, presque incolore en lames minces ; c'est le cas des diorites très amphiboliques et micacées du sud d'Ax (mont Bedeilla), qui perdent parfois leur feldspath basique et passent à des picrites à hornblende riches en inclusions diallagiques.

Enfin, quelques diorites renferment de la hornblende noire, qui se trouve aussi parfois dans les diabases et les gabbros comme élément accessoire. Cette hornblende est brune en lames minces, très pléochroïque, et se rapproche souvent, par ses propriétés, de la hornblende basaltique; elle est plus pléochroïque que la verte; son angle d'extinction est plus faible et souvent voisin de 0°. Comme types de cette hornblende, je citerai celle des diorites augitiques du port de Saleix (*Ariège*), celle d'Eup près Saint-Béat (*Haute-Garonne*), dont les feldspaths sont plus ou moins complètement transformés en dipyre.

Je citerai aussi à cet égard une superbe roche que m'a communiquée M. Nentien. C'est une diorite formant un dyke dans le granite entre Levie et San Gavino (arrondissement de Sartène) (*Corse*). Cette roche est analogue à celle qui, près de Santa Lucia de Tallano, renferme à l'état d'enclave la diorite orbiculaire. Elle est essentiellement formée par de la hornblende noire en cristaux atteignant 5^{cm} de longueur et contenant (structure pœcilitique) de grands cristaux d'hypersthène et d'anorthite (fig. 4). Ces cristaux présentent des macles polysynthétiques microscopiques suivant h^1 (100).

Des diorites à cristaux de hornblende verte atteignant 10^{cm} de longueur m'ont été remises aussi par M. Nentien, qui les a recueillies à Aullène et à la tour de la Parata.

La hornblende est plus abondante encore comme minéral secondaire que comme élément normal de roches étudiées dans ce chapitre; elle y existe comme produit d'ouralitisation des pyroxènes, et la plupart des diorites des anciens auteurs français ne sont autre chose que des diabases ouralitisées. C'est particulièrement le cas des ophites des Pyrénées.

Je ne reviendrai pas sur les détails de ces transformations, qui ont été exposées page 579. On a vu que l'amphibole d'ouralitisation est de l'actinote ou de la hornblende commune, d'un vert plus ou moins foncé ; mais, dans quelques cas, elle est formée par de la smaragdite d'un beau vert émeraude ou par de la glaucophane qui sera étudiée plus loin.

La *smaragdite* épigénise le diallage des gabbros (euphotide), dont les feldspaths sont généralement en même temps saussuritisés. Elle conserve souvent la structure et les inclusions du minéral qu'elle épigénise. Au microscope, elle se présente sous forme de plages fibreuses incolores ou à peine colorées en vert très pâle. La smaragdite est souvent rattachée à l'actinote ; l'analyse *a*) ne laisse aucun doute sur son attribution à la série de la hornblende, car elle montre une forte proportion d'alumine.

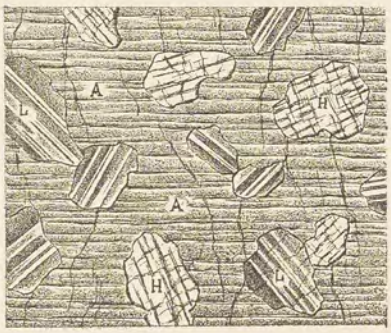


Fig. 4.
Lame mince taillée dans un cristal de hornblende (A) de la diorite de Levie : elle renferme des cristaux d'anorthite (L) et d'hypersthène (H). (Lumière polarisée. Grossissement de 30 diamètres environ.)

Les gisements français de gabbros (euphotide) à smaragdite sont peu nombreux; ils se trouvent dans les Alpes au mont Genèvre et en Corse (*verde di Corsica*). M. Nentien a bien voulu me signaler les gisements corses suivants : versant E. de la crête séparant la haute vallée du Fium' Alto (ancienne Pieve d'Orezza) de celle de la Casaluna (affluent du Golo) entre le Monte Calleruccio et la Punta de Caldane. De nombreux fragments roulés de cette roche se trouvent dans les ravins descendant vers Piedipartino et Stazzona, ainsi que dans les affluents supérieurs de droite de l'Alesani. Les gisements des marines de Giottani et d'Albo (versant O. du cap Corse) sont moins beaux.

Le nom de smaragdite a été créé par H.-B. de Saussure pour désigner à la fois la smaragdite actuelle et le diallage (*Voyage dans les Alpes*. III. 1796). Haüy (*op. cit.*, III. 125) remplaça ce nom par celui de *diallage*, sans toutefois séparer les deux minéraux. Werner (*Hoffmann Mineralogie*, 1815. 2 b. 302) considérait la smaragdite comme une variété grenue d'actinote; il cite notamment celle de Corse. G. Rose (*Reise Ural.* 1892. II. 375 et 354) a étudié plus tard le minéral de Corse et l'a assimilé à son *uralit*, lui ayant trouvé des formes de l'augite avec les clivages de l'amphibole.

e) *Dans les péridotites, les pyroxénolites et les amphibololites.*

La hornblende existe dans les roches éruptives non feldspathiques françaises sous deux formes : sous celle de hornblende verte et sous celle de hornblende brune.

Le hornblende verte forme l'élément constitutif des picrites à hornblende que j'ai trouvées dans divers points de l'Ariège, dans le massif du Saint-Barthélemy et au sud d'Ax (mont Bedeilla), etc. Ses cristaux atteignent plusieurs centimètres : sur leurs clivages, on observe des taches sombres dues à la présence d'olivine à grains orientés d'une façon quelconque rappelant ainsi la structure bien connue dans la bastite de Baste (structure pœcilitique).

Les picrites à hornblende paraissent avoir constitué la roche originelle d'un certain nombre de serpentines du Plateau Central, et en particulier de celle de Pentézac près Arvieu, dont M. Gaubert m'a remis récemment des échantillons, de celle des Lardons (*Haute-Loire*). M. Termier et M. Boule en ont signalé un autre gisement dans la Haute-Loire (Marlhes).

La hornblende noire (d'un beau jaune foncé en lames minces) constitue un élément essentiel d'une belle variété de lherzolite que j'ai trouvée à Caussou (*Ariège*); enfin elle constitue un élément essentiel des diallagites et des hornblendites (roches exclusivement formées de hornblende en lames de 1^{cm}) que j'ai rencontrées en filons dans certains gisements lherzolitiques de l'Ariège (étang de Lherz en particulier). Dans quelques gisements de lherzolite, cette amphibole forme, dans les fentes de la roche, des veinules n'ayant que quelques centimètres de diamètre.

Cette amphibole ressemble parfois, à l'œil nu, à la hornblende basaltique; elle en diffère par son angle d'extinction dans g^1 (010), qui est

de 15°, et sa biréfringence plus faible. Elle fond au chalumeau avec bouillonnement en un verre noir. Elle présente des phénomènes de déformations mécaniques des plus intenses souvent accompagnés par une transformation partielle en biotite.

A côté de ces hornblendes primaires, il y a lieu de faire une place spéciale à de curieuses productions de hornblende secondaire. Le long des diaclases de la lherzolite de Prades, de Sem, de Vicdessos, de la vallée de Suc, de Lherz, etc., on voit se développer une amphibole d'un vert vif, implantée sur tous les éléments de la roche et présentant au microscope une structure dentelliforme au milieu de dipyre. Rarement (Fontète Rouge dans le ravin de la Plagnole près l'étang de Lherz) cette amphibole se présente en cristaux macroscopiques, qui sont alors très nets et très brillants, d'un beau vert et transparents, avec les faces p (001), m (110), h^1 (100), e^1 (011) fort nettes.

Au Tuc d'Ess en Coulédoux, s'observe une très remarquable transformation de la lherzolite tout entière en hornblende verte, dentelliforme, au milieu d'anorthite. La hornblende est riche en inclusions de spinelle vert.

Dans les pyroxénolites et particulièrement dans celles qui sont grenatifères, on rencontre fréquemment des produits semblables; je les ai indiqués déjà à l'article *grenat*, page 237 (fig. 28); il y a lieu de rappeler aussi la présence de l'amphibole dans les pseudomorphoses kélyphitiques des serpentines vosgiennes (page 237, fig. 29).

Pour plus de détails, en ce qui concerne les roches basiques pyrénéennes, je renvoie à mes deux mémoires : *Nouv. Arch. du Muséum*, VI. 209. 1894 et *B. C. F.* n° 42. 1894, qui renferment de nombreuses figures.

f) *Dans les roches du groupe des porphyrites micacées.*

Les roches filoniennes du groupe des porphyrites micacées (*lamprophyres*) (voir pages 324 et 500) présentent des types très riches en amphibole accompagnant ou remplaçant la biotite.

L'amphibole contenue dans toutes ces roches est le plus généralement noire et brune, plus rarement verte en lames minces; elle présente souvent une grande analogie de couleur avec la biotite qui l'accompagne. Ses formes sont nettes; les cristaux allongés suivant l'axe vertical présentent généralement les formes m (110), g^1 (010), e^1 (011). Les

macles suivant h^1 (100) sont très fréquentes. Ce minéral offre une grande analogie avec la hornblende basaltique, mais il est moins biréfringent, surtout dans les types microlitiques (porphyrites), où il existe en grands cristaux et en microlites (camptonite de M. Rosenbusch). Tous les types de ces roches amphiboliques sont abondants en filons dans les granites, dans les gneiss du Plateau Central, et plus fréquents en Auvergne et dans le Lyonnais que dans le Morvan, où les types micacés dominent.

Dans les Pyrénées, j'en ai trouvé un filon remarquable au milieu du granite du col de la Couillade en Suc (massif du pic des Trois-Seigneurs). Cette roche, d'aspect basaltique, est riche en augite violacée et en feldspath triclinique dont les microlites palmés à extinctions longitudinales s'isolent en nodules macroscopiques, dans lesquels ils sont seulement accompagnés de quelques paillettes de biotite.

g) *Dans les roches volcaniques.*

α) *Dans les roches volcaniques tertiaires et posttertiaires.*

Ces gisements sont ceux qui fournissent la presque-totalité des cristaux de hornblende étudiés dans cet ouvrage ; ils y sont parfois extrêmement abondants.

a) Dans les basaltes et les labradorites. — La hornblende basaltique abonde, dans les tufs de projection des basaltes, des labradorites, des leucotéphrites, en fragments arrondis ou en masses clivées, atteignant souvent plusieurs centimètres de longueur : les cristaux distincts sont plus rares. Elle est accompagnée par des cristaux d'augite, de magnétite, de spinelle, d'apatite, de feldspaths, et par des enclaves énallogènes.

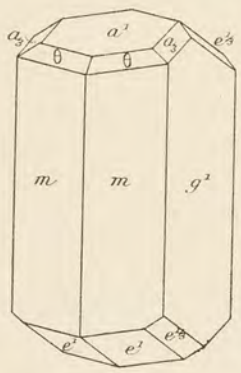


Fig. 5.
Hornblende des tufs basaltiques.

Les cristaux de hornblende sont allongés suivant l'axe vertical, ils présentent toujours la face g^1 (010) et dans le cas le plus général un pointement à trois faces [e^1 (011), a ($\bar{1}$01)]. La fig. 5 montre leur maximum de complication : cette figure, ainsi que la suivante, est empruntée à l'*Atlas der Kristallformen* de M. Schrauf. Les faces $e^{1/3}$ (031) a_3 ($\bar{2}$11) et θ ($\bar{1}$21) sont généralement petites : quelques-unes d'entre elles existent seulement, d'ordinaire. Les macles suivant h^1 (100) ne sont pas rares

(fig. 6); elles ne montrent souvent pas d'angles rentrants et sont formées à l'une des extrémités par deux faces a^1 $\overline{a}^1$ et à l'autre par quatre faces e^1 $\overline{e}^1$ (fig. 7 et 8).

La hornblende forme aussi des bombes de grande taille, constituées par des cristaux enchevêtrés mélangés parfois à de l'olivine, de l'augite, et contenant, en outre, parfois un résidu vitreux.



Fig. 6.
Hornblende des tufs basaltiques : macle suivant h^1 (100).

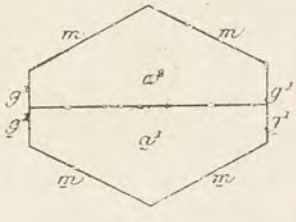


Fig. 7.

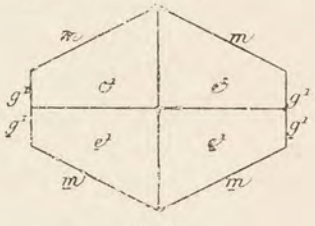


Fig. 8.

Projections, sur un plan perpendiculaire à l'axe vertical, des deux extrémités de la fig. 6.

Ces cristaux et ces bombes doivent être considérés comme le résultat de cristallisations intratelluriques effectuées dans le magma basaltique. Il est probable que dans beaucoup de cas ces cristallisations se sont produites à une faible profondeur, car, au milieu de quelques bombes similaires de l'Eifel, j'ai trouvé des enclaves de quartz en parties fondues (*Les encl. des roches volc.* 477).

Je renvoie page 592 pour l'explication de la fréquence de la hornblende dans les produits de projection, alors que le même minéral est peu abondant dans les coulées basaltiques provenant des mêmes cratères. La hornblende dans les roches des coulées est presque toujours en voie de résorption (voir p. 669). Les mêmes phénomènes s'observent dans les bombes à hornblende englobées par les basaltes compacts et souvent aussi à la périphérie des cristaux englobés dans les scories de projection.

La hornblende existe à l'état microlitique et non résorbé dans quelques basaltes filoniens du Plateau Central.

Hérault. La hornblende se rencontre en fragments dans les tufs basaltiques d'Agde et dans ceux des environs de Montpellier (en particulier dans ceux de Grabels, où MM. Delage et Mourgues l'ont récemment signalée (*B. S. G.* XXIII; *C. R. sommaires*, p. XIX. 1895)).

Ardèche. La hornblende a été trouvée par Faujas de Saint-Fond (*Mém. sur les schorls*, 85. 1778) dans de nombreux gisements du mas-

sif basaltique des Coirons (Chenavari, Rochemaure, Rochesauve, Montbrul, la Bastide, etc) ; elle y forme des masses clivables, atteignant la grosseur du poing. On la trouve aussi en très grands fragments dans les basaltes des environs d'Aubenas.

Haute-Loire. La hornblende est extrêmement abondante dans les scories basaltiques de la Haute-Loire. On peut citer particulièrement à ce point de vue : Malgascon et Le Coupet près Saint-Eble, le massif de la Durande, les environs du Puy (Cheyrac, Polignac, Tareyre, La Denise, Croustet, Le Bouchet, le volcan de Briançon, etc.), Bournac, les tufs de labradorite de la Besseyre près Monastier (M. Boule), etc.

Les gisements qui viennent d'être énumérés fournissent surtout des fragments arrondis ou clivés de hornblende ; les cristaux nets ont été signalés par L. Pascal au Croustet, à Taulhac, à Mons, à Sainte-Anne, à Sainzelle, à Bilhac. Ils sont généralement allongés suivant l'axe vertical, quelquefois maclés suivant h^1 (100) ; ils présentent les formes m (110), g^1 (010), e^1 (011), a^1 ($\bar{1}01$), plus rarement a_3 ($\bar{2}11$) et θ ($\bar{1}21$).

Les bombes à hornblende se trouvent particulièrement dans les scories d'Alleyras, de Saint-Jean-Lachalm, de Sainte-Anne de Taulhac, de Tareyre et du volcan du Bouchet.

Cantal. Les tufs basaltiques du Cantal paraissent moins riches en hornblende que ceux de la Haute-Loire. On peut citer cependant ceux de Laurie, de Talézat, du suc de Védrine. M. Rames m'a donné quelques très jolis cristaux de ce minéral recueillis près de Marzun, petit village situé à l'ouest du volcan d'Autrac, dont la coulée basaltique est descendue jusqu'à Blesle, au bord du chemin de fer de Massiac. Ils se rapportent à deux types présentant les mêmes formes ; l'un est raccourci suivant l'axe vertical, alors que l'autre est allongé suivant cet axe.

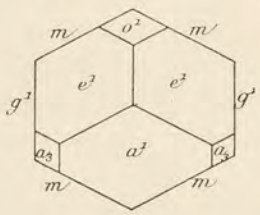


Fig. 9.
Projection d'un cristal de hornblende de Marzun.

J'ai observé les formes suivantes : m (110), g^1 (010), a^1 ($\bar{1}01$), e^1 (011), constantes accompagnées fréquemment par o^1 (101), $e^{1/3}$ (031), a_3 ($\bar{2}11$) et θ ($\bar{1}21$). La fig. 9 représente la projection, sur un plan perpendiculaire à l'axe vertical, d'un cristal normalement développé ; mais le plus souvent ces cristaux sont remarquables par la dissymétrie de leurs deux sommets : généralement, en effet, certaines faces d'un même cristal ne sont pas également développées à ses deux extrémités (fig. 10 et 11) ou même manquent à l'une d'elles (fig. 12 ou 13).

Les macles suivant h^1 (100) sont peu fréquentes dans ceux des cristaux de ce gisement que j'ai étudiés.

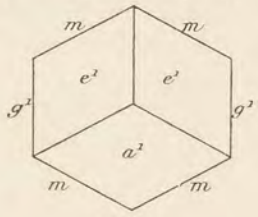


Fig. 10.

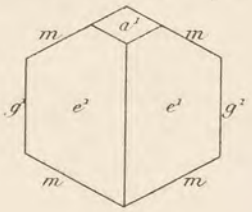


Fig. 11.

Projections, sur un plan perpendiculaire à l'axe vertical, des deux extrémités d'un cristal de hornblende de Marzun, montrant la dissymétrie du développement des faces du sommet.

Puy-de-Dôme. La hornblende peut être recueillie dans beaucoup de scories et de tufs basaltiques (pépérites) du Puy-de-Dôme, notamment dans les pépérites de Vermilier près Sugères. Elle paraît cependant moins abondante que dans la Haute-Loire.

Des cristaux nets ont été signalés par M. Gonnard (*op. cit.*, 29) au-dessus de l'Argillier (chez Pernet) ; ces cristaux présentent la forme commune m (110), g^1 (010) a^1 ($\bar{1}01$) e^1 (011), avec parfois θ ($\bar{1}21$). Des cristaux superficiellement corrodés et des fragments de grande taille se trouvent sur le flanc méridional du puy Corent. M. Gonnard a décrit (*B. S. M.* XIV. 222. 1891) de jolis cristaux de 1^{cm}2, simples ou maclés, trouvés dans une bombe des tufs de Périer près Issoire. Ils sont allongés suivant l'axe vertical et présentent, en outre des faces communes, les formes suivantes, $e^{1/3}$ (031), a ($\bar{2}11$) et θ ($\bar{1}21$). Les fig. 14 et 15 montrent l'aspect de ces macles (d'après M. Gonnard). La roche d'où proviennent ces cristaux a la composition d'une diorite ; c'est une enclave homœogène basaltique.

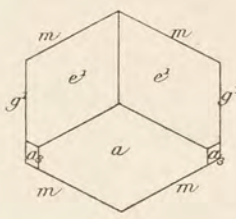


Fig. 12.

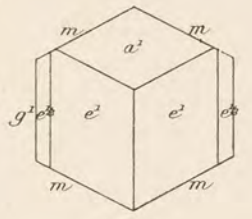


Fig. 13.

Projections des deux sommets d'un cristal de hornblende de Marzun, montrant leur dissymétrie.

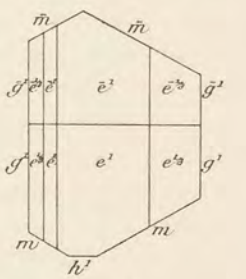


Fig. 14.

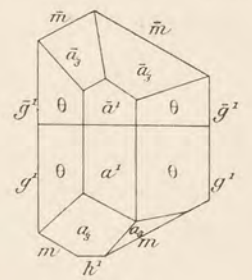


Fig. 15.

Projections des deux sommets d'un cristal de hornblende de Périer.

Des enclaves du même genre ont été trouvées dans les tufs d'Ardes (*Les encl. des roches volc.* 473).

Enfin j'ai trouvé, en enclaves dans le basalte de Montaudou, des nodules à hornblende d'un vert foncé remarquables par les phénomènes de résorption qu'ils présentent (*op. cit.*).

Algérie. — *Oran*. Je dois à l'obligeance de M. Gentil des échantillons de hornblende basaltique qu'il a ramassés dans les tufs de leucotéphrite de la région d'Aïn-Témouchent. Ce minéral y est constant et beaucoup plus abondant que l'augite. Il n'y forme pas de cristaux à formes distinctes, mais constitue des masses lamellaires, atteignant la grosseur du poing : il se rencontre surtout aux environs d'Aïn-Kihal, à l'O. d'Aïn-Témouchent.

La hornblende est aussi très abondante dans les tufs basaltiques de l'île de Rachgoun à l'embouchure de la Tafna ; elle y accompagne l'orthose décrite tome II.

La collection du Muséum renferme un échantillon de hornblende basaltique recueilli autrefois par M. Renou dans les tufs basaltiques des bords de la Mina (Tiaret).

b) Dans les andésites et les trachytes. — La hornblende se rencontre en cristaux intratelluriques dans les andésites et les trachytes. Dans les roches d'Auvergne, elle se trouve en cristaux noirs, qui dans les lames minces présentent deux variétés : l'une, brune, à angle d'extinction faible ou nul, l'autre, verte, moins biréfringente et possédant un angle d'extinction qui atteint 20°. Enfin il existe aussi une hornblende basaltique d'un brun rouge, extrêmement pléochroïque et très biréfringente, souvent associée à une biotite du même genre.

Ces hornblendes se trouvent généralement en cristaux nets souvent maclés suivant h^1 (100) : ils présentent les mêmes formes que dans les basaltes ; ils atteignent parfois plusieurs centimètres suivant l'axe vertical.

Dans les roches épanchées, ces amphiboles présentent fréquemment les phénomènes de résorption décrits plus haut ; ils manquent dans les roches filoniennes et dans les blocs vitreux de projection.

L'amphibole se rencontre aussi en microlites : elle est surtout abondante sous cette forme dans les filons qui ont été décrits par M. Michel Lévy au Mont Dore.

Enfin la hornblende est très répandue en cristaux nets de plusieurs millimètres dans les enclaves feldspathiques grenues ou microlitiques, parfois de grande taille, que l'on trouve fréquemment dans les trachytes

et andésites du Plateau Central et qui doivent être considérées comme des ségrégations du magma de la roche qui les a amenées au jour. Je les ai décrites en détail dans mon mémoire sur les enclaves des roches volcaniques, p. 358.

Haute-Loire. Dans les trachytes à hornblende de Monac, du mont Charret en La Prade, de Montusclat, j'ai recueilli des ségrégations à grands cristaux de hornblende noire présentant des phénomènes de résorption très intenses.

Cantal. Les andésites à hornblende sont très abondantes dans le Cantal ; la hornblende y forme parfois de grands cristaux de plusieurs centimètres de longueur. On peut citer en particulier à ce point de vue les gisements suivants : filon d'andésite au-dessus du hameau des Gardes (pentes du Plomb), filons au-dessus de Ramburtet ; à Faillitoux (au-dessus du basalte porphyroïde de Triboulan) (cristaux de 2 à 3^{cm}) ; de très gros cristaux du même minéral ont été trouvés par M. Rames dans des blocs erratiques d'andésites des environs d'Aurillac. Dans une carrière ouverte près du cimetière d'Aurillac, ce géologue a recueilli un cristal, de 5^{cm} de longueur suivant l'axe vertical, extrêmement corrodé, qui m'a servi à déterminer les propriétés optiques données plus haut. D'une façon générale, la hornblende abonde dans les blocs d'andésites de la brèche andésitique

Les ségrégations granitoïdes à feldspath et hornblende sont abondantes dans beaucoup de gisements (Menet, Le Meynial, butte d'Auteroche près Murat, Le Lioran, Chavaroche, etc.).

Puy-de-Dôme. La hornblende en grands cristaux se trouve aussi dans les andésites à hornblende du Mont Dore. J'ai en particulier observé un cristal à faces m (110) g^1 (010) brillantes, recueilli par M. Gautier dans une andésite erratique du ravin de Lusclade ; il atteint 4^{cm} suivant l'axe vertical.

Les trachytes et les tufs du mont Dore renferment (notamment au Riveau Grand et au Capucin) des enclaves d'andésites ou de trachytes (inconnus en place) à grands cristaux porphyroïdes de hornblende, atteignant souvent plusieurs centimètres. Ils sont généralement riches en inclusions brunes rappelant celles du diallage. C'est dans ces enclaves que se trouvent les nombreuses espèces cristallisées (augite, hypersthène, etc.) dont il est souvent question dans cet ouvrage.

On rencontre aussi dans la même région, en enclaves dans les tufs ou dans les coulées, une roche constituée surtout par des prismes de

hornblende de $0^{mm}5$ à 1^{cm} et par un feldspath triclinique avec parfois de l'augite, de l'apatite, de la magnétite. Elle est grenue, ou le plus souvent microlitique avec un léger résidu vitreux. Cette roche peut être comparée aux roches à grands éléments qui accompagnent les porphyrites amphiboliques.

c) Dans les phonolites. — Dans les phonolites du Plateau Central, la hornblende n'existe qu'en grands cristaux généralement résorbés; mais, dans quelques gisements [notamment au puy Griou (*Cantal*), à La Malviale et à la Sanadoire (*Puy-de-Dôme*)], ces roches renferment des enclaves homœogènes riches en hornblende brune (*Les encl. des roches volc.* 426) : ces enclaves offrent parfois une grande analogie de structure avec les camptonites (porphyrites amphiboliques) filoniennes.

β) *Dans les roches microlitiques antétertiaires.*

Les roches microlitiques anciennes, correspondant aux divers types énumérés plus haut dans la période tertiaire et posttertiaire, renferment aussi de la hornblende qui appartient à la variété noire (brune en lames minces). Dans les gisements français, les trachytes (orthophyres), andésites et labradorites (porphyrites) ne présentent généralement pas de particularités intéressantes dans leur amphibole. Je ne ferai exception que pour les roches d'un gisement.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Dans les massifs granitiques et granulitiques de la région du Néouvielle et du pic du Midi de Bigorre, il existe en abondance des filons minces de roches microlitiques de types très variés [andésites et labradorites (porphyrites)], les unes, très cristallines, diabasiques, les autres, au contraire, bulleuses et très vitreuses : elles sont certainement anciennes, car, traversant les roches éruptives ainsi que les schistes et calcaires métamorphisés par ces dernières, elles ont subi les mêmes plissements et déformations mécaniques que toutes ces roches. Dans le ravin d'Escoubous dominé par la Piquette déras lids, on trouve, au milieu du granite, des filons qui présentent la particularité de renfermer, avec de grands cristaux de labrador, des cristaux de hornblende atteignant 4^{cm} suivant l'axe vertical sur 1^{cm} de diamètre. Seules les faces m (110) et g^1 (010) sont distinctes. Cette amphibole ne diffère en rien de la hornblende des basaltes d'Auvergne; elle a subi les mêmes phénomènes de résorption.

Les filons dont il vient d'être question renferment fréquemment des enclaves homœogènes à structure granitoïde, riches en grands cristaux de hornblende.

2° *Dans les roches modifiées par les roches éruptives.*

a) *Contact des roches granitiques.*

La hornblende n'est pas rare dans les cornéennes provenant de la transformation des calcaires argileux au contact du granite. Dans quelques cas, le même minéral se produit aussi en grands cristaux dans ces conditions. Je citerai particulièrement les contacts granitiques du sud d'Ax (haute vallée d'Orlu, roc Blanc, etc.), où j'ai trouvé des blocs de calcaires paléozoïques englobés par le granite et périphériquement transformés en amphibolites.

b) *Contact de la lherzolite et des ophites.*

Pyrénées. — *Ariège.* Dans les calcaires marneux jurassiques métamorphisés par la lherzolite, j'ai signalé l'abondance des amphiboles (*B. C. F.* n° 42. 1895). Une partie d'entre elles appartient à la trémolite et à l'actinote, mais les hornblendes sont aussi très abondantes et très variées ; on y trouve une variété verte formant, avec anorthite, mica, tourmaline, des roches à grands éléments ressemblant aux amphiboles des schistes cristallins (bois du Fajou, forêt de Freychinède) ; il existe aussi des types noirs ou d'un brun foncé qui en lames minces présentent parfois des teintes de pléochroïsme très énergiques rappelant celles de la tourmaline brune (Lordat, Prades), alors que d'autres sont presque incolores en lames minces (bois du Fajou).

Dans les calcaires des environs de Prades, j'ai observé de petits cristaux de hornblende noire n'ayant que quelques millimètres ; mais au contact immédiat de la lherzolite ils prennent de très grandes dimensions et atteignent 3^{cm} de longueur. Ils sont allongés suivant l'axe vertical et montrent les faces m (110), g^1 (010), e^1 (011) ; ils font saillie à la surface des calcaires lavés par les eaux atmosphériques. Dans le ravin du bois du Fajou, l'amphibole laminaire d'un beau noir n'est pas rare dans le calcaire à grands éléments.

Il est possible que la hornblende existe aussi dans les calcaires et marnes calcaires métamorphisés par les ophites, mais l'actinote paraît y être de beaucoup l'amphibole dominante.

c) *Dans les enclaves des roches volcaniques.*

Plateau Central. — Les trachytes du mont Dore renferment des enclaves de trachyte et d'andésite dont les cavités sont parfois tapissées de fort beaux cristaux de hornblende. Ce minéral n'a été rencontré jusqu'à présent que dans les enclaves du Riveau Grand.

Il s'y trouve dans deux catégories de roches enclavées (Voir *Les encl. des roches volc.* 347) :

1° dans une trachyandésite noire ou d'un gris noir, très bulleuse; la hornblende constitue des cristaux filiformes, rappelant la hornblende de la lave du Vésuve des éruptions de 1822 et de 1830; l'examen microscopique de la roche fait voir que cette hornblende a imprégné l'enclave et est venue s'accoler parfois sur la hornblende primaire. Celle-ci est de couleur brun foncé et possède une extinction voisine de 0°, alors que l'amphibole récente est de couleur claire et présente une extinction de 20° environ dans g^1 (010).

2° dans un trachyte augitique à hornblende et olivine de couleur grise. Les soufflures de la roche sont de grande taille, inégales; elles renferment clairsemés de très jolis cristaux de hornblende noire et de biotite d'un blond clair, reposant sur un enduit de tridymite et de sanidine récentes. La hornblende forme des cristaux atteignant 1^{cm}, qui sont parfois riches en faces brillantes. M. Œbbecke, qui les a étudiés (*B. S. M.* VIII. 56. 1885), y a trouvé les formes suivantes : m (110), h^3 (210), g^1 (010), h^1 (100), g^2 (130), a^1 ($\bar{1}01$), e^1 (011), $e^{1/3}$ (031), θ ($\bar{1}21$). Les macles suivant h^1 (100) ne sont pas rares. Je n'ai pas trouvé de formes nouvelles dans les cristaux que j'ai étudiés : ils sont du type représenté par la fig. 5 (page 676) ; les faces g^1 sont plus ou moins développées. Cette amphibole imprègne l'enclave comme dans le cas précédent [1].

3° *Dans les schistes cristallins.*

La hornblende est extrêmement abondante dans les schistes cristallins, soit comme accident dans les gneiss normaux, soit comme élément constitutif des gneiss amphiboliques ou de roches dépourvues d'éléments blancs (amphibolites, pyroxénites). Dans ces diverses roches,

1. M. Gonnard (*B. S. M.* II. 151. 1879), puis M. Œbbecke (*id.* VIII. 56. 1885), ont signalé, dans les géodes des enclaves quartzifères de ce gisement, des filaments brunâtres qui semblent pouvoir être comparés à la *breislakite* de la Campanie.

elle présente des types nombreux, depuis la variété pauvre en fer, d'un vert clair, jusqu'à celle qui, étant très ferrifère, est colorée en vert sombre souvent presque noir; on trouve aussi des variétés brunes de diverses nuances. L'étude approfondie de ces hornblendes serait fort intéressante : je n'ai pas sur elles de documents personnels assez nombreux pour pouvoir l'entreprendre ici.

Les amphiboles de ces roches sont généralement dépourvues de formes distinctes, bien qu'il y ait à citer quelques exceptions ; le plus souvent elles se présentent sous forme d'éléments laminaires, allongés suivant l'axe vertical et couchés suivant le plan de rubanement ou de schistosité de la roche.

Les feldspaths tricliniques (variant de l'albite à l'anorthite) accompagnent la hornblende dans les gneiss amphiboliques; l'apatite, l'ilménite, la magnétite, ainsi que le grenat, le rutile, et surtout le sphène, sont aussi ses compagnons habituels.

Si les variétés de hornblende de ces roches sont nombreuses, plus nombreux encore sont les types pétrographiques dont elles constituent l'élément caractéristique; les uns sont très schisteux, les autres sont seulement rubanés ou même ont l'apparence d'une roche éruptive. Parmi les amphibolites, les unes sont à éléments très fins, les autres, au contraire, à éléments essentiels atteignant plusieurs centimètres. La hornblende existe quelquefois aussi dans les cipolins et présente alors souvent des formes distinctes.

Je ne m'occuperai ici que de quelques gisements fournissant de la hornblende intéressante à des points de vue divers.

Bretagne.— Les amphibolites sont très abondantes dans les schistes cristallins de la Bretagne; je renvoie pour leurs principaux gisements aux cartes géologiques au $\frac{1}{80000}$ publiées par M. Barrois; les quelques gisements qui suivent méritent une mention spéciale à cause des masses de hornblende qu'on y rencontre accidentellement.

Côtes-du-Nord. Des masses de hornblende d'un vert noir en lames atteignant plusieurs centimètres de longueur m'ont été communiquées par M. de Limur comme provenant des environs de Langueux.

Morbihan. Parmi les nombreuses amphibolites du Morbihan, il faut citer particulièrement le gisement de l'île Arz, où M. de Limur a trouvé des masses laminaires d'une hornblende d'un brun clair qui, d'après ses essais, est très fusible et un peu sodique.

Loire-Inférieure. La hornblende est très abondante dans les amphibolites des environs de Nantes. M. Baret m'a communiqué des blocs de hornblende d'un vert foncé, formés de cristaux de plusieurs centimètres de longueur et de largeur et provenant des amphibolites du Chêne Vert en Saint-Herblain et de Sautron.

Les éclogites de Saint-Colombin renferment des échantillons analogues, mais d'un vert plus clair.

Dans la carrière de La Ménageraie en Saint-Viaud, la hornblende noire forme parfois des cristaux distincts m (110), g^1 (010), e^1 (011) associés à de l'oligoclase et de la magnétite à clivages octaédriques.

Les éclogites de la Loire-Inférieure (voir page 605) renferment de la smaragdite d'un beau vert résultant de la transformation de l'omphazite. Celle-ci étant alumineuse, il est probable que l'amphibole formée à ses dépens l'est aussi : c'est pourquoi je range ici ces gisements.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. M. des Cloizeaux m'a remis un gneiss amphibolique très riche en hornblende qu'il a recueilli en blocs éboulés sur la rive gauche du gave de Héas. Elle provient de la montagne de Coumélie. Cette roche présente le même aspect que celle du pont de l'Aiguille près de Limoges (page 687), avec cette différence toutefois que la hornblende, en cristaux de 2^{cm} (fig. 15), est d'un beau brun clair et que les cristaux sont tantôt allongés, tantôt raccourcis suivant l'axe vertical.

Une amphibolite identique, mais peu ou pas feldspathique, a été trouvée par M. Gourdon à Genost dans la vallée de Louron.

Ariège. Les amphibolites qui se trouvent à proximité des cipolins de Mercus renferment des masses d'une hornblende vert d'herbe offrant la structure de certaines des amphiboles d'ouralitisation de Traversella (*Piémont*).

Le gisement le plus remarquable que j'aie à signaler est celui d'Arignac (*B. C. F.* n° 11. 1890). Entre la carrière de cipolins et le village, j'ai trouvé, outre les humites décrites page 123, des bancs ou nodules d'une roche à très grands éléments, formée par une amphibole d'un blond clair, de la humite, du clinochlore, de l'olivine, du spinelle violacé, de la phlogopite, du rutile, de la pyrrhotine, etc. Ces divers minéraux sont plus ou moins abondants suivant les échantillons : dans beaucoup d'entre eux l'amphibole domine. Ces amphibolites spéciales sont très analogues à celles que M. Michel Lévy a trouvées dans la Serrania de Ronda en Andalousie.

L'amphibole se trouve aussi dans les cipolins à proximité de ces amphibolites. J'ai pu en extraire par l'acide chlorhydrique quelques cristaux à formes rugueuses allongés suivant l'axe vertical et présentant les faces m (110), g^1 (010), e^1 (011) (fig. 16) et plus rarement θ ($\bar{2}11$).

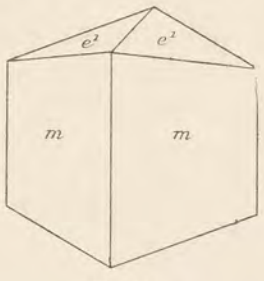


Fig. 16.
Pargasite d'Arignac.

En lames minces, ce minéral est incolore, son extinction dans g^1 (010) est d'environ 21°, la bissectrice aiguë est positive, 2 E = 80° environ. Cette amphibole est donc une pargasite; elle est souvent pénétrée de phlogopite, qui s'accole sur ses clivages m (110).

Plateau Central. — Les schistes cristallins de tout le Plateau Central sont très riches en amphibolites et en gneiss amphiboliques appartenant à des types variés. Leur étude minéralogique serait certainement fort intéressante; je n'ai malheureusement pas de documents personnels sur ce sujet, et les descriptions qui en ont été données sont purement géologiques, sauf cependant celle que M. Boule a faite des gneiss amphiboliques quartzifères de la vallée de l'Allier, qui ne présentent pas de particularités minéralogiques intéressantes.

Je renvoie aux feuilles déjà publiées par le Service de la Carte géologique détaillée de la France, me bornant à citer les quelques gisements suivants, qui, à ma connaissance, sont intéressants au point de vue minéralogique.

Haute-Vienne. Non loin de Limoges, sur la route d'Aixe et près du pont de l'Aiguille, se trouve un gneiss amphibolique à faciès dioritique, remarquable par la netteté des cristaux de hornblende vert foncé (fig. 16) dont les formes m (110), g^1 010), e^1 (011) ressortent bien, grâce au contraste de couleur de ce minéral sur le fond feldspathique blanc ou jaunâtre de la roche. Ces cristaux présentent un clivage difficile suivant h^1 (100); ils atteignent 2^{cm} de diamètre. On les trouve fréquemment dans les collections sous le nom inexact de *diallage*.

D'après M. Barret (*Géol. du Limousin*. 74. 182. 1892), la même roche se rencontre à Saint-Jean de Ligoure et à Bellac.

M. Michel Lévy m'a communiqué un curieux gneiss amphibolique des environs de Ligoure, dont l'amphibole d'un vert foncé est associée à d'abondants grenats entourés d'une auréole de feldspath triclinique basique.

Rhône. Les amphibolites et les gneiss amphiboliques abondent dans le Lyonnais. L'analyse *f*) a été faite par Drouot sur la hornblende brune d'une amphibolite d'Avenas.

Allier. M. de Launay m'a signalé, d'une façon spéciale au point de vue de la grande taille de la hornblende, les amphibolites d'Huriel, de Châtelus.

Saône-et-Loire. Les amphibolites et gneiss amphiboliques sont très abondants dans le Morvan et particulièrement dans la vallée du Mesvrin près Marmagne; l'amphibole y est une hornblende d'un vert foncé souvent associée en groupements pegmatoïdes avec de l'orthose ou du labrador grenu (Michel Lévy : *B. S. M.* I. 41. 1878). Ces amphiboles sont riches en sphène, grenat, ilménite, quartz, etc. Elles renferment des hornblendes très variées, tantôt d'un vert presque noir (gneiss amphibolique de Martigny, gneiss amphibolique très grenatifère de Villeneuve en Montagnes) ou d'un vert clair, incolores en lames minces (amphibolite à spinelle de Martigny), tantôt d'un brun plus ou moins noir et d'un brun clair en lames minces (gneiss amphiboliques du moulin Guisenot près Broye, gneiss amphibolique micacé, riche en sphène et en apatite de Saint-Laurent-d'Agay, etc.). Tous les échantillons que j'ai examinés m'ont été communiqués par M. Michel Lévy.

Dans les environs du mont Saint-Vincent, aux Charmaux près Marigny se trouvent aussi de belles amphibolites.

Alpes. — Des amphibolites et quartzites à hornblende se rencontrent dans le massif du mont Blanc, ainsi que dans le Dauphiné.

Maures. — *Var*. Des amphibolites renfermant de beaux échantillons de hornblende verte se trouvent dans les Maures et particulièrement aux environs de Collobrières.

Algérie. — *Constantine*. C'est à des types analogues qu'il y a lieu de rapporter les amphibolites à hornblende de l'Edough près Bône.

Madagascar. — La hornblende verte est extrêmement abondante dans les schistes cristallins de l'île (gneiss amphiboliques, amphibolites).

KATOFORITE

Le nom de katoforite a été créé récemment par M. Brögger (*Die Eruptivgesteine der Kristianiagebiete*, I. 1894. 37) pour désigner des amphiboles probablement riches en alcalis et possédant de très grands angles d'extinction ainsi qu'un pléochroïsme spécial. Ces amphiboles ont un grand intérêt théorique, car elles établissent le passage entre les hornblendes, à allongement positif, et les arfvedsonites, à allongement négatif (page 662, fig. 1). J'ai observé, dans le gisement français décrit plus loin, une amphibole qui paraît intermédiaire entre la barkevicite et la katoforite, dont elle possède le pléochroïsme spécial, bien que son angle maximum d'extinction dans g^1 (010) ne dépasse pas 20°.

Formes observées. m (110), h^1 (100).

Macles. Macle suivant h^1 (100).

Faciès des cristaux. Les cristaux de katoforite sont allongés suivant l'axe vertical.

Clivages. Clivages suivant m (110).

Coloration. Le minéral est noir.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). n_g fait avec l'axe vertical des angles variant, avec les types étudiés par M. Brögger, de 30° à 60°.

J'ai pu constater que la bissectrice est *positive* (n_g).

$$2\,\mathbf{E} = 60°.$$

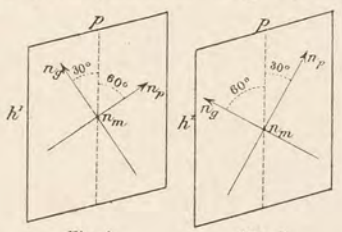


Fig. 1. Fig. 2.

Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010) dans la katoforite. (Angle n_g : c variant de 30° à 60°.)

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est extrêmement caractéristique avec toujours $n_m > n_g > n_p$. Il se fait dans les teintes suivantes (*Haute-Loire*) :

$\mathbf{n}_p$ = jaune brunâtre ;
$\mathbf{n}_m$ = violet ou rouge violacé ;
$\mathbf{n}_g$ = jaune un peu verdâtre.

Composition chimique. La composition chimique, pas plus que la dureté ni la densité, n'a été déterminée. Le minéral se rencontre dans

les roches comme élément microscopique. La katoforite est certainement sodique, ainsi qu'en témoignent tous les minéraux qui l'accompagnent : elle est probablement titanifère.

Diagnostic. Les clivages prismatiques voisins de 124° font voir que la katoforite est une amphibole. L'angle d'extinction dépassant 30°, d'une part, et le maximum d'absorption suivant n_m (c'est à dire transversal à l'allongement dans les sections perpendiculaires à n_g et à n_p), de l'autre, ne permettent pas de confondre ce minéral avec aucune autre amphibole.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La katoforite a été trouvée par M. Brögger dans des roches qu'il désigne sous le nom de grorudite etc., et qui paraissent osciller entre des orthophyres quartzifères à ægyrine et de véritables aplites à ægyrine finement grenues.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. J'ai trouvé l'amphibole dont il a été question plus haut, comme élément néogène *microscopique* dans des enclaves granitiques très transformées de la phonolite d'Araules. Elle s'y présente en petits cristaux prismatiques assez nombreux, associés à de l'orthose sodique néogène et à de l'ægyrine.

ARFVEDSONITES

Les amphiboles de la série de l'arfvedsonite sont très sodiques : elles sont caractérisées au point de vue optique par la position de leur axe n_p plus rapproché de l'axe vertical que l'axe n_g (voir le schema général page 662).

Crocidolite	$n_p : c = 21°$ environ ;
Arfvedsonite	14° ;
Riebeckite	4 à 5°.

De plus, le pléochroïsme est intense dans les teintes bleues et vertes et l'absorption est toujours

$$\mathbf{n_p > n_m > n_g}.$$

L'arfvedsonite est une amphibole des syénites néphéliniques qui n'existe dans aucun gisement français et dont par suite je ne m'occuperai pas ici.

CROCIDOLITE

$(H\,Na)\,Fe'''\,Si^2\,O^6,\ Fe\,Si\,O^3$

Monoclinique, avec formes voisines de celles de la riebeckite.

$mm = 124°$ environ.

Formes observées. La crocidolite ne se trouve pas en cristaux distincts, mais en aiguilles ou plus souvent en fibres soyeuses et flexibles, rappelant celles de l'asbeste. Ces fibres s'enchevêtrent parfois pour former des masses plus ou moins compactes.

Macles. Macles suivant h^1 (100).

Clivages. Clivages suivant m (110).

Dureté. 4.

Densité. 3,20 à 3,30.

Coloration et éclat. Bleu lavande plus ou moins foncé ; cette couleur s'avive quand le minéral a été débarrassé, par un lavage à l'acide chlorhydrique, des impuretés qui le souillent. Éclat soyeux dans les fibres, souvent terne. Transparente en lames minces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). L'indice n_p fait avec l'axe vertical un angle de 18° à 21° (*B. S. M.* XIII. 10. 1890).

La bissectrice est *positive* (n_g).

$2\,\mathbf{E} = 95°$ environ.

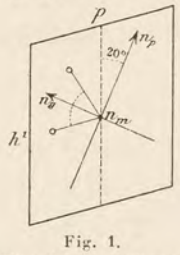


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010)

Pléochroïsme. Pléochroïsme très net et très variable suivant les gisements, avec :

$\mathbf{n}_g$ = jaune pâle presque incolore (Wackenbach) ;
$\mathbf{n}_m$ = bleu violet ;
$\mathbf{n}_p$ = bleu vert à vert de mer.

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule $Na\,Fe'''\,Si^2\,O^6,\ Fe\,Si\,O^3$ est donnée en *a*).

Une partie du sodium peut être remplacée par de l'hydrogène, une partie du fer par du magnésium : c'est particulièrement le cas de la crocidolite de Wackenbach, dont l'analyse de Delesse (*A. M.* X. 51.

1856) est donnée en *b*). Cette analyse paraît inexacte, le fer y étant dosé uniquement à l'état de Fe O. Les échantillons étudiés par Delesse, que j'ai eus entre les mains, sont, du reste, très impurs.

	a)	*b*)
SiO^2	49,6	53,02
Fe^2O^3....	22,0	»
Al^2O^3....	»	traces
Fe O	19,8	25,62
Mn O.....	»	0,50
Mg O.....	»	10,14
Ca O.....	»	1,10
Na^2O	8,6	5,69
K^2O	»	0,39
H^2O	»	2,52
Cl.....	»	0,51
P^2O^5.....	»	0,17
	100,0	99,66

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, donne un peu d'eau alcaline et dégage parfois (Wackenbach) une odeur empyreumatique. Facilement fusible, à la flamme d'un bec Bunsen, en un verre noir magnétique, en colorant la flamme en jaune intense (Na). Inattaquable par les acides.

Diagnostic. Le signe négatif de l'allongement, le plus grand écartement des axes optiques permettent de distinguer la crocidolite de la glaucophane; elle se différencie de la riebeckite par sa coloration moins intense, l'écartement des axes et l'angle d'extinction plus faible.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le seul gisement de crocidolite que j'aie à signaler ici se trouve dans une roche éruptive où le minéral est d'origine secondaire.

Vosges. — [*Alsace*]. Ce gisement a été décrit par Delesse (*A. M.* 517. 1856) à Wackenbach et à Noire-Maison. La crocidolite s'y trouve en nodules, en veines ou en petits filons dans une minette ; elle y existe aussi comme élément microscopique. Sa structure asbestiforme est très nette. Les fibres sont fines et atteignent parfois plusieurs centimètres de longueur. En sortant de la carrière, elles sont molles et contiennent beaucoup d'eau interposée entre les fibres. Par dessiccation, elles deviennent élastiques et prennent un éclat

soyeux. La crocidolite des Vosges est associée à du quartz, de la calcite, de la pyrite, de la chlorite, de l'épidote. Les fibres sont implantées perpendiculairement aux parois des fentes ; plus rarement, elles sont étoilées. Quelquefois le même minéral s'observe au contact des minettes et des grauwackes[1].

RIEBECKITE

$$(Na\,Fe'''\,Si^2\,O^6)^2,\ Fe\,Si\,O^3$$

Monoclinique. $mm = 124°$.

$b : h = 1000 : 259{,}486$. D $= 874{,}094$. $d = 485{,}755$.

angle plan de $p = 121°52'34''$;

angle plan de $m = 98°\ 7'12''$.

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c :: 0{,}55572 : 1 : 0{,}29686\ (\text{Sollas}^2) \\ z\,x = 73°\ 5'44'' \end{array}\right]$$

Formes observées. m (110), h^1 (100), g^1 (010), e^1 (011), a^1 ($\bar{1}01$). Aucun pointement mesurable n'a été observé dans la riebeckite de Corse.

Macles. Macle suivant h^1 (100), non polysynthétique dans la riebeckite de Corse.

Faciès des cristaux. Les cristaux de riebeckite sont toujours allongés suivant l'axe vertical et offrent l'aspect extérieur de la hornblende. Rarement ce minéral devient fibreux.

Clivages. Clivages m (110) faciles.

Dureté. 4.

Densité. 3,43 à 3,45.

Coloration et éclat. La riebeckite, vue en masse, est d'un beau noir ; les variétés fibreuses sont d'un noir bleu ou d'un bleu foncé.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). La

1. On a vu page 655 que la prétendue crocidolite du *Maine-et-Loire* est une actinote bleuâtre.

2. Ces paramètres ont été recalculés à l'aide de ceux déduits par M. Sollas de mesures prises sur de petits cristaux extraits d'une druse d'un caillou glaciaire d'Irlande (*Proceed. Irish Acad.*, III. 516, 1895). La riebeckite présente ainsi l'orientation adoptée plus haut pour les autres amphiboles.

caractéristique de la riebeckite réside dans la position de n_p par rapport à l'axe vertical. L'angle $n_g : c$ étant de 85°, on voit en effet que n_p est à 5° de l'axe vertical dans l'angle aigu ph^1 (001) (100). La dispersion très grande, d'une part, et la coloration propre au minéral, d'une autre, rendent souvent difficile la détermination du signe de l'allongement de la riebeckite.

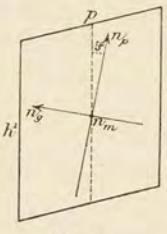


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

D'après M. Sauer (*Z. d. d. geol. Gesell.* XL. 138. 1888), la riebeckite de Socotra serait optiquement négative. J'ai fait tailler de nombreuses plaques de celle de Corse, soit parallèlement à h^1 (100), soit perpendiculairement à l'axe vertical. La coloration intense du minéral ne permet d'utiliser que des lames extrêmement minces, et alors les images en lumière convergente deviennent peu nettes; les axes optiques sont très écartés, et je crois pouvoir affirmer que la bissectrice est *positive* (n_g).

La biréfringence paraît faible.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme de la riebeckite est particulièrement intense et, à lui seul, permet de différencier le minéral de la glaucophane. Même dans les lames de $0^{mm}2$, l'absorption est telle suivant n_p, que le minéral est souvent complètement opaque quand la direction de cet axe coïncide avec la section principale du polariseur.

$\mathbf{n_g}$ = vert jaunâtre;
$\mathbf{n_m}$ = bleu;
$\mathbf{n_p}$ = bleu indigo foncé presque noir.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. La riebeckite de quelques aplites de Corse s'associe, à axes parallèles, avec l'ægyrine.

Composition chimique. La composition théorique de la riebeckite correspondant à 2 ($Na\,Fe'''\,Si^2\,O^6$), $Fe\,Si\,O^3$ est la suivante :

$Si\,O^2$.....	50,5
$Fe^2\,O^3$.....	26,9
$Fe\,O$.....	12,1
$Na^2\,O$.....	10,5
	100,0.

Essais pyrognostiques. La riebeckite fond facilement, à la flamme d'un bec Bunsen, en un émail noir magnétique et colore la flamme en jaune (Na).

Altérations. La riebeckite de Corse est parfois imprégnée par une chlorite d'un vert foncé qui se forme à ses dépens. M. Leverrier a signalé

des transformations en épidote, que je n'ai pu constater : il s'agit, sans doute, des associations de riebeckite et d'ægyrine décrites plus loin.

Diagnostic. Le pléochroïsme intense de la riebeckite, sa couleur, sa dispersion et surtout le signe négatif de son allongement permettent aisément de distinguer ce minéral des autres amphiboles. Ce dernier caractère est distinctif de la glaucophane. Les propriétés optiques constituent un bon caractère différentiel de la riebeckite et de la tourmaline, avec laquelle on l'a parfois confondue.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La riebeckite que j'ai à signaler ici se rencontre dans deux catégories de gisements :

1° Dans des roches éruptives ;

2° Dans des schistes cristallins ou paléozoïques métamorphisés.

1° *Dans les roches éruptives.*

Corse. — La seule région française renfermant des roches à riebeckite est la Corse ; comme des gisements de cette nature ne sont connus que dans deux localités, à Socotra et à S. Peter's Dome dans le Colorado, je crois devoir entrer dans quelques détails à leur sujet.

La riebeckite a été signalée dans la granulite des Calanques de Piana, par M. Leverrier (*C. R.* CIX. 38. 1889), d'après des échantillons que lui avait communiqués M. Nentien. Ce dernier géologue a libéralement mis à ma disposition toute sa collection de roches à riebeckite, que j'ai pu ainsi étudier ; il a bien voulu en outre me fournir les renseignements géologiques et topographiques donnés plus loin.

Les roches à riebeckite de Corse appartiennent à deux catégories : les unes, à gros grains, passent à des pegmatites ; les autres, à grains fins, sont de véritables aplites riches en ægyrine.

a) *Granulites à gros grains et pegmatites.* — Le massif des Calanques de Piana est le gisement le plus remarquable, sinon par son étendue, du moins par la beauté des échantillons que l'on y rencontre. Gueymard (*Voy. géol. et minér. en Corse.* Bastia. 1820-21) l'a signalé comme constitué par du granite à tourmaline.

D'après M. Nentien, la granulite à riebeckite s'observe sur environ 1 kilomètre de long sur 200 à 300 mètres de large (orientation E.-O.). On la suit sur toute sa longueur en allant d'Evisa à Ota par le sentier muletier qui quitte la route forestière d'Evisa au golfe de Porto, au

droit de la chapelle de San Cipriano, et descend par de nombreux lacets (Scala della Speloncata) à la rivière de Porto, qu'il traverse en deux points. Cette roche forme une masse au milieu d'une granulite riche en chlorite.

La riebeckite se trouve dans la granulite en petits cristaux ne dépassant guère 7 à 8^{mm} (notamment à la descente de la Scala, sur la rive droite de la rivière de Porto). Cependant, sur la rive gauche de cette rivière, entre les deux ponts, ils atteignent 2 à 3^{cm} et en un seul point ils présentent une taille beaucoup plus grande (12 à 15^{cm}); la roche est alors une véritable pegmatite rappelant celle de San Peter's Dome.

Ces granulites à riebeckite sont très riches en gros cristaux de *zircon*, parfois transformé en *malacon* : elles renferment plus rarement de l'*astrophyllite* (voir page 535), de la biotite le plus souvent altérée. Les feldspaths sont essentiellement constitués par de l'orthose sodique et de l'anorthose, fréquemment associées en microperthite et présentant avec le quartz des associations pegmatoïdes. Quelques cristaux de riebeckite sont englobés par les feldspaths et le quartz, mais généralement ils moulent ces minéraux. Parmi les échantillons étudiés, un petit nombre se rapportent au type *b*.

Le deuxième gisement est situé dans la haute vallée de la rivière de Ficarella, qui, descendant de la Mufrella, se jette dans le golfe de Calvi. On peut le désigner sous le nom de Bonifato, forêt et maison forestière, qui en occupe la partie moyenne à 1 kilomètre en aval du confluent de la Melaja et du ruisseau de Porcareccia, au pied du sentier qui conduit dans le Filosorma par le col de Bonasa. Tout le fond de cette vallée (sauf les crêtes de Penne Rosse et de la Mufrella, formées en partie par des porphyres pétrosiliceux) est constitué par une granulite à riebeckite. Celle-ci forme des masses assez importantes échelonnées entre le point 363 de la route forestière et le confluent du ruisseau qui descend du col d'Avartoli avec celui des Bergeries de Spasimata (notamment à 400 mètres en contre-bas de ce confluent, en face du ruisseau de Malaja près de la maison forestière de Bonifato). La riebeckite s'y présente en cristaux atteignant plusieurs centimètres. La roche renferme des vides miarolitiques tapissés par du quartz et de la riebeckite; ils sont souvent comblés par de la fluorine violette. L'examen microscopique montre que, dans cette roche à grands éléments, le zircon est rare, l'astrophyllite et le mica absents, les feldspaths sont l'orthose et l'anorthose, assez altérées et toujours associées au quartz sous forme

pegmatoïde. Les échantillons examinés sont moins riches en riebeckite que ceux des gisements précédents.

Ces roches présentent une grande analogie avec celles de Skye (Druim na Eidhne), dont M. A. Geikie a bien voulu m'envoyer un échantillon, ainsi qu'avec celles de Socotra.

b) *Aplites à riebeckite et ægyrine.* — Ces roches se trouvent en filons (0.25°S.) dans le granite à hornblende du Haut-Niolo. Ces filons ont de 2 à 3 mètres d'épaisseur et s'observent notamment à 500 mètres à l'ouest de Calasima en Albertacce (feuille de Corte, au voisinage de la feuille de Vico). Un filon analogue a été rencontré dans la granulite des Calanques à l'O.-S.-O de la Scala (au voisinage d'un coude de la route forestière d'Evisa au golfe de Porto).

Ce sont des roches à grains fins dans lesquelles à l'œil nu on distingue de fines aiguilles noires de riebeckite et parfois des cristaux vert clair d'ægyrine. Au microscope, on constate dans les roches du Haut-Niolo la grande abondance de la riebeckite et de l'ægyrine; ces minéraux sont souvent groupés à axes parallèles, et l'on peut se demander si certains cristaux de riebeckite ne se sont pas produits aux dépens de l'ægyrine. Les faces de la zone verticale de ces deux minéraux sont remarquablement nettes[1]. Dans quelques échantillons, la riebeckite est implantée sur l'ægyrine en houppes qui rappellent celles de tourmaline dans la *luxulianite* du Cornwall. Les feldspaths sont les mêmes que dans les roches précédentes, mais ils forment de petites plages serrées les unes contre les autres et englobées dans du quartz grenu très abondant; des groupements pegmatoïdes s'observent çà et là. Le zircon n'est pas rare.

Les roches à ægyrine et riebeckite du sentier d'Evisa à Ota offrent la même structure, mais leurs éléments sont de dimensions plus grandes et les minéraux colorés moins abondants.

2° *Dans les schistes cristallins et les schistes paléozoïques métamorphisés.*

Ce genre de gisement de la riebeckite n'a jamais été décrit, à ma connaissance; je n'ai à en signaler que deux cas en France. Le premier

1. Ce caractère différencie la riebeckite corse de celle des microgranulites de Mynydd Mawr (pays de Galles) et des orthophyres quartzifères d'Ailsa Craig (Firth of Clyde) décrits par M. Harker (*Geol. Magaz.* XIII. 455. 1888) et par M. Teall (*Miner. Magaz.* IX. 219. 1891), et dont M. A. Geikie a bien voulu me communiquer des échantillons au moment du tirage de cette feuille.

que j'ai eu l'occasion d'étudier est celui de Corse, dont les échantillons m'ont été communiqués par M. Nentien. La riebeckite paraît y être un accident dans des régions riches en glaucophane.

Alpes. — *Savoie.* Dans une série de roches que je dois à l'obligeance de M. le C^{el} Ply, j'ai trouvé une remarquable roche à riebeckite, recueillie à l'est de la Pointe Turra près du mont Cenis et probablement dans les schistes lustrés. A l'œil nu, on distingue, dans une masse fibreuse d'un bleu foncé, des taches de calcaire jaune.

Au microscope, on constate que la riebeckite, en fines aiguilles enchevêtrées, est englobée dans de très nombreux cristaux d'albite et dans de la calcite, qui abonde en inclusions dans l'albite.

Le minéral, d'un bleu extrêmement intense, presque noir, possède les angles d'extinction de la riebeckite et non ceux de la *crocidolite*. C'est le seul exemple de riebeckite que j'aie constaté dans un calcaire.

Corse. — M. Nentien a trouvé à Vezzani, dans une recherche de mines de cuivre, un banc de quartzite dans lequel la glaucophane est entièrement remplacée par de fines aiguilles de riebeckite qui sont ou bien disposées parallèlement à la schistosité de la roche, ou bien plus souvent groupées autour d'un centre ; au microscope, elles ressemblent aux houppes de tourmaline de la *luxulianite* du Cornwall.

Elles sont englobées dans du quartz grenu et parfois dans de grandes plages déchiquetées de sphène jaune d'or.

Les roches de ce genre étant nouvelles, il me paraît intéressant d'en signaler un autre gisement, bien qu'il soit étranger à la France.

M. Brisse m'a, en effet, communiqué un quartzite à riebeckite tout à fait analogue à celui de Vezzani : il a été recueilli par lui dans de semblables conditions au milieu de lentilles associées aux schistes et quartzites à glaucophane du bord sud des hauts plateaux terminant vers l'ouest le massif de Bulgar Dagh (à 6 heures de mulet des mines de galène de Bulgar Maden) (Taurus, Asie Mineure). Ces roches à glaucophane forment, avec serpentines anciennes, l'axe d'un anticlinal recouvert en stratification concordante par des calcaires dévoniens (?).

Gisement de nature incertaine.

Corse. — Dans la collection du Muséum, j'ai trouvé, sous le nom de « tourmaline fibreuse de Venzolasca », un échantillon de quartz renfer-

mant une surface de plusieurs centimètres carrés couverte de petites aiguilles d'un bleu noir très brillantes constituées par de la riebeckite; ce bel échantillon m'a permis d'obtenir des sections transversales du minéral presque perpendiculaires à la bissectrice obtuse négative. Les cristaux présentent m (110) et g^1 (010) dans la zone verticale.

Au microscope on constate que la riebeckite est associée à de l'ægyrine. Ces deux minéraux sont orientés au milieu de grains de quartz.

M. Nentien, à qui j'ai communiqué cette observation, m'a fait remarquer que Venzolasca se trouve dans une région de schistes à glaucophane, et que, par suite, il est probable que l'échantillon provient d'un filon traversant ces derniers. Dans tous les cas, cette roche diffère de celle de Vezzani par la présence de l'ægyrine. Des recherches ultérieures sont nécessaires pour trouver la nature du gisement de cet échantillon : c'est pourquoi je ne le range dans aucune des catégories établies plus haut.

GLAUCOPHANE

$$\left[\begin{array}{c} Na^2\ Al\ Si^2\ O^6 \\ (Fe\ Mg\ Ca)\ Si\ O^6 \end{array}\right]$$

Monoclinique, avec formes voisines de celles de la hornblende.

$mm = 124°45'$ (v. Lasaulx).

Formes observées. m (110), g^1 (010), a^1 ($\bar{1}01$), e^1 (011).

Macles. Macle suivant h^1 (100).

Faciès des cristaux. Les cristaux de glaucophane sont toujours allongés suivant l'axe vertical. Les rares cristaux que j'ai observés proviennent de l'île de Groix. Leurs faces prismatiques sont très brillantes, mais les faces a^1 ($\bar{1}01$) et e^1 (011) du pointement sont arrondies et non mesurables.

Dans les amphibolites des micaschistes, la glaucophane présente la structure de la hornblende. Toutefois, dans les schistes alpins et dans ceux de la Corse, elle prend souvent la forme aciculaire et donne naissance à des schistes à structure enchevêtrée analogue à celle de certains schistes à trémolite et actinote.

Clivages. Clivages m (110) parfaits. Fragile.

Dureté. 6 à 6,5.

Densité. 3,0 à 3,14 ; 3,081 île de Groix (cristaux distincts), 3,110 à 3,112 île de Groix, 3,12 Nouvelle-Calédonie, 3,137 Oulx.

Coloration et éclat. Bleue de diverses nuances, variant du bleu lavande au noir bleuâtre. Transparente en lames minces.

Éclat vitreux ou nacré. Poussière gris bleu.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). n_g fait avec l'axe vertical un angle de 4° à 6°. La bissectrice aiguë est *négative* (n_p).

Ces propriétés sont celles de la glaucophane normale (îles de Groix, de Syra, col de San Leonardo en Corse) ; mais on trouve aussi des glaucophanes possédant sur g^1 (010) un angle d'extinction plus grand, atteignant 16° et même 21° ou 22° (massif de la Vanoise (M. Termier), Nouvelle-Calédonie, etc.) ; ces amphiboles ont généralement suivant n_g une couleur d'un bleu verdâtre passant souvent au vert franc. Tantôt elles existent d'une façon indépendante de la glaucophane normale; tantôt, au contraire, elles sont associées à celle-ci de diverses manières et notamment en facules irrégulières (vallée du Diahot, Nouvelle-Calédonie). Parfois l'amphibole verte s'observe sur les bords ; elle est peut-être alors le résultat de la transformation de la glaucophane. Ces amphiboles doivent être considérées comme des intermédiaires entre la glaucophane normale et les amphiboles dépourvues d'alcalis ; leur étude chimique serait certainement intéressante.

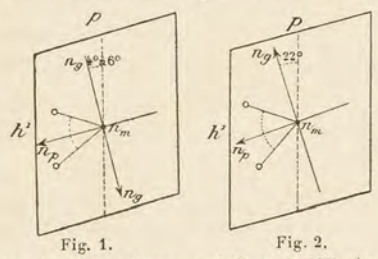


Fig. 1. Fig. 2.

Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Angle d'extinction plus petit dans la glaucophane normale (fig. 1) que dans la glaucophane passant à la hornblende (fig. 2).

$2\,\mathbf{E} =$ 44° île de Groix (v. Lasaulx) (Li) ;
50° Gagnerie de Brignon (Na) ;
45° vallée du Diahot.

$\mathbf{n_g - n_p} =$ 0,19 environ, mais variable ;
$=$ 0,022 (M. Termier) la Vanoise.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme de la glaucophane est très net et très caractéristique, mais, en même temps, fort variable en intensité et parfois en coloration suivant n_g. Ces variations sont également en relation avec des différences de composition chimique, a glaucophane la plus foncée paraissant être en même temps la plus ferrifère. Les cristaux sont souvent zonés (Oulx, etc.).

Glaucophane normale.

	n_g	n_m	n_p
Ile de Groix Santa Maria de Lota Oulx Nouvelle-Calédonie	bleu lavande	bleu violacé	incolore ou jaunâtre

Glaucophane foncée.

	n_g	n_m	n_p
Villarodin	bleu de Prusse foncé	bleu violet	jaune verdâtre clair

Glaucophane à grands angles d'extinction.

	n_g	n_m	n_p
Nouvelle-Calédonie	bleu lavande à bleu vert pâle	bleu violacé	jaune pâle presque incolore

Composition chimique. Toutes les glaucophanes étudiées ici correspondent au type normal bleu pâle, sauf peut-être celle de la Nouvelle-Calédonie, qui est plus pauvre en alcalis que les autres et dans laquelle j'ai trouvé parfois des facules à angles d'extinction de 20° à 21°. La glaucophane d'un bleu foncé et celle à angles d'extinction constants de 21° n'ont pas été analysées.

a) Composition correspondant à la formule $Na\,Al\,Si^2O^6$, $(Fe\,Mg)\,SiO^3$, dans laquelle Mg : Fe = 2 : 1 ;

Analyses de la glaucophane : *b*) de Groix, par v. Lasaulx (*Verh. naturh. Ver. Bonn*, XL. 267. 1883) ;

c) de Groix, par Schluttig, *in* Grünhut (*Z. K.* XIII. 73. 1886);

d) de la Nouvelle-Calédonie, par M. Liversidge (*Roy. Soc. N. S. Wales*, XIV. 244. 1880);

e) de Beaume près d'Oulx par M. L. Colomba (*Att. R. Accad. Torino*, XXIX, 1894).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)
SiO^2. ...	57,6	57,13	56,65	52,79	56,48
Al^2O^3 ...	16,3	12,68	12,31	14,44	14,60
Fe^2O^3 ...	»	8,01	3,01	»	»
FeO.....	7,7		4,58	9,82	9,36
MgO	8,5	11,12	12,29	11,02	8,27
CaO.....	»	3,34	2,20	4,29	2,12
Na^2O....	9,9	7,39	7,93	5,26	8,29
K^2O	»	»	1,05	0,88	traces
H^2O.....	»	»	»	1,38	»
	100,0	99,67	100,02	99,88	99,12
Densité	»	3,112	3,110	3,12	3,137

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, très facilement fusible en un émail vert olive sale devenant gris cendré au bout de quelques heures. Inattaquable par les acides.

Altérations. Dans beaucoup de roches, la glaucophane se transforme sur les bords en une hornblende sodique verte.

Diagnostic. La couleur bleue et le pléochroïsme distinguent la glaucophane de toutes les autres amphiboles. Le signe positif de son allongement constitue son caractère différentiel de la crocidolite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La glaucophane se trouve dans deux catégories distinctes de gisements :

1° Dans les schistes cristallins occupant la partie supérieure de l'étage des micaschistes ou même dans les roches schisteuses de la série sédimentaire.

Au sujet des roches à glaucophane de ce dernier genre de gisement, il est nécessaire de réserver la question d'origine; beaucoup d'entre elles, en effet, paraissent n'être que le résultat ultime de la transformation de gabbros ayant subi des déformations mécaniques; elles se rapporteraient alors à la dernière catégorie de gisements.

2° Dans des roches éruptives basiques, où elle est le résultat de la transformation du pyroxène.

1° *Dans les schistes cristallins d'âge varié.*

Ce genre de gisement est de beaucoup le plus important; la glaucophane s'y présente souvent en cristaux dépassant 1^{cm} de longueur; l'épidote, la muscovite, le rutile, le sphène, le quartz sont les minéraux qui l'accompagnent le plus habituellement; on trouve la glaucophane soit dans des amphibolites presque exclusivement constituées par elle, soit dans des micaschistes ou quartzites.

C'est au milieu de ces roches à glaucophane que se trouvent comme accident les roches à riebeckite décrites page 698.

Bretagne. — *Morbihan.* L'île de Groix est riche en amphibolites à glaucophane qui y ont été découvertes par M. de Limur (*B. S. M.* VI. 293. 1883 et *op. cit.* 1884) et qui ont été étudiées par M. Barrois et par v. Lasaulx.

Leur position stratigraphique a été délimitée par M. Barrois (*B.S.M.* VI. 289. 1883 et *Ann. Soc. géol. Nord*, XI. 19. 1883). Ces roches peuvent être surtout étudiées dans les falaises sud-est de Groix et notamment dans la baie de Locmaria; on les observe aussi dans les falaises escarpées de la pointe d'Enfer, à la pointe des Chats, à La Croix sous Loqueltas, au Spernec, au Gripp, à Port Lay. Elles sont stratoïdes et présentent des lits jaunes, rouges ou bleus alternant entre eux et respectivement formés par de l'épidote, du grenat ou de la glaucophane; elles contiennent, en outre, du rutile, du sphène, de la magnétite, de la muscovite, du quartz, de la chlorite. Ces roches à glaucophane constituent par places des falaises de 30^{m} de hauteur. Leur teneur en glaucophane est très variable; quelques-unes d'entre elles sont presque exclusivement composées par ce minéral en grands prismes de plus de 1^{cm} de longueur: elles sont alors d'un bleu noir foncé. Les deux variétés les plus fréquentes sont des amphibolites à glaucophane et épidote et des micaschistes à épidote. Elles offrent une grande analogie avec celles de l'île de Syra.

Von Lasaulx a donné l'analyse transcrite plus haut et a signalé dans ses cristaux de glaucophane de Groix les formes m (110), g^1 (010), a^1 ($\bar{1}01$), e^1 (011) (*Niederrh. Gesell. Bonn*, 1883. 267). M. de Limur m'a remis de très beaux échantillons de ces roches de l'île de Groix : quelques-uns sont recouverts de jolis cristaux à faces brillantes de glaucophane engagés dans un mica jaune verdâtre; malheureusement ils sont toujours couchés sur une face de la zone prismatique et il m'a été impossible d'isoler un pointement complet. Ces cristaux présentent de curieux phénomènes de torsion; ils sont accompagnés d'une hornblende sodique verte.

Sur les surfaces battues par la mer, la glaucophane se détruit moins vite que les minéraux qui l'accompagnent : elle reste alors en relief et se distingue par sa belle couleur bleue. Le même minéral abonde en fragments de toutes grosseurs dans les sables qui bordent les falaises de l'île (Bréon : *B. S. M.* III. 55. 1880).

Loire-Inférieure. J'ai rencontré la glaucophane comme élément accessoire dans l'éclogite de la Gagnerie de Brignan en Bouvron. Elle s'y transforme sur ses bords en amphibole d'un vert vif (*Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest*, I. 93. 1891) ; elle y a été retrouvée par M. Baret.

Alpes. — *Savoie.* La glaucophane est abondante dans les schistes

cristallins du massif de la Vanoise, étudiés par M. Termier et considérés par lui comme d'âge permien (*B. C. F.* nos 20 et 23. 1891). Ce minéral avait été trouvé en 1889 par M. Marcel Bertrand dans un chloritoschiste de cette région au chalet des Nants. Les gisements les plus dignes d'être cités sont : le glacier de la Vanoise, de l'Arpont, du Pelvoz, de la Dent-Parrachée, Entre-deux-Eaux.

La glaucophane s'y observe en lames microscopiques dans des schistes à séricite ou constitue de véritables amphibolites d'un bleu verdâtre foncé (Entre-deux-Eaux, sous le rocher du Col). Dans ces roches, la glaucophane est accompagnée d'ilménite, de rutile, de pyrite, de chlorite, d'albite, d'épidote. Les angles d'extinction sont généralement faibles, mais atteignent 21° dans une glaucophane d'Entre-deux-Eaux.

M. Termier signale (*op. cit.*, 34) un échantillon dans lequel la glaucophane se transformerait en diallage; il est plus probable que c'est l'inverse qui se produit, et il est possible, dès lors, qu'une partie de ces roches à glaucophane soit à reporter à la catégorie de gisements qui est étudiée page 706.

Je citerai ici, bien qu'il se trouve sur le versant italien, un remarquable gisement de glaucophane dont M. Marcel Bertrand m'a donné des échantillons recueillis par lui dans une excursion faite avec MM. Mattirolo et Potier; ils proviennent des bancs calcaires triasiques reposant sur des quartzites en face de la station d'Oulx (rive gauche de la Doria Riparia) le long de la ligne de Modane à Turin. La glaucophane se trouve dans un calcaire blanc jaunâtre, en cristaux distincts d'un noir bleuâtre atteignant 2^{cm} de longueur. Ils sont distribués suivant le rubanement de la roche et souvent brisés; on peut facilement les extraire par l'action des acides. Ils ne présentent que les faces *m* (110) distinctes très cannelées; leurs extrémités ne sont pas terminées par des faces mesurables [1] ; ils sont souvent zonés.

1. Au moment du tirage de cette feuille, M. L. Colomba m'a adressé un mémoire qu'il a publié sur ce gisement (*Att. R. Accad. Sc. Torino*, XXIX. 1894); un échantillon provenant de Beaume, qu'a bien voulu m'envoyer M. Piolti, est identique à ceux que m'a remis M. Bertrand. M. Colomba signale la glaucophane non seulement dans les calcaires, mais encore dans les schistes qui les accompagnent; il décrit d'intéressantes pseudomorphoses de glaucophane en chlorite : les minéraux associés à la glaucophane sont, avec la chlorite, de l'oligiste, des micas, de la tourmaline, de la pyrite, du quartz, de l'albite.

Corse. — La glaucophane a été signalée dans les schistes de Corse par M. Busatti (*Soc. Tosc. Sc. Nat.* 1885, 28 juin) entre Saint-Florent et Bastia; d'après cet auteur, ces schistes renferment, outre la glaucophane, de la paragonite, de la chlorite, de la tourmaline. M. Œbbecke a également signalé ce minéral en Corse (*Z. K.* XII. 284; *Z. d. d. g. Gesell.* XXXVIII. 647. 1886) à la Barchetta (route de Corte à Bastia).

Les renseignements suivants sur la glaucophane de Corse m'ont été fournis par M. Nentien, qui m'a communiqué un grand nombre d'échantillons. D'après lui, la glaucophane est extrêmement répandue dans la partie N.-E. de la Corse (une partie de l'arrondissement de Bastia et la moitié Est de celui de Corte) limitée presque exactement par une ligne droite joignant l'embouchure du Regino à celle de la Solenzara.

Les roches à glaucophane les plus abondantes sont des amphibolites formant des lentilles aplaties ou des couches continues à la partie supérieure d'une série schisteuse formée de bas en haut par des schistes à séricite, des cipolins et des schistes amphiboliques.

Les gisements les plus remarquables au point de vue de la glaucophane sont les suivants : vallée de Santa Maria di Lota, notamment près du hameau de Mandriale (cap Corse); col entre Murato et Campitello; aval de la Porta d'Ampugnani, environs de Moïta et de Matra; environs de Santa Maria Poggio près de Cervione; environs de Vezzani, etc.

A Santa Maria di Lota (cap Corse), la glaucophane, en cristaux brisés de plusieurs millimètres, riches en inclusions de rutile, se trouve dans un calcschiste avec épidote, clinochlore, muscovite et albite qui l'englobent comme dans l'échantillon des Alpes, décrit page 707 (structure pœcilitique).

On trouve plus rarement la glaucophane dans des quartzites, notamment au col de San Léonardo (partie supérieure de la vallée du ruisseau de Griscione, au N.-O. de Ville di Pietrabugno). Ces quartzites forment des lentilles plus ou moins continues et interstratifiées au milieu des schistes amphiboliques à glaucophane. La glaucophane, en aiguilles de 2^{mm}, est criblée d'enclaves de quartz finement grenu. Elle y est parfois accompagnée d'un peu d'épidote et d'éponges d'albite.

Nouvelle-Calédonie. — La glaucophane abonde à la pointe Nord de l'île et particulièrement dans la vallée du Diahot et aux environs

de Balade (Voir, pour plus de détails sur ces gisements, page 254). L'existence d'une amphibole bleue a été signalée dans cette région par M. Garnier (*A. M.* XII. 1867) et par M. Jannettaz (*B. S. G.* XXIV. 451. 1867). Son identité avec la glaucophane a été établie par M. Friedel dans le mémoire que M. Heurteau (*A. M.* IX. 262. 1876) a consacré à la géologie de l'île. J'ai donné plus haut l'analyse qui en a été faite par M. Liversidge.

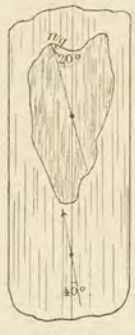


Fig. 3.
Lame mince g^1 (010) de glaucophane normale avec facule de glaucophane à grand angle d'extinction.

Les échantillons que j'ai étudiés proviennent des collections de MM. Garnier, Heurteau et Pelatan. Ils sont constitués par des amphibolites à glaucophane, riches en dodécaèdres de grenat almandin, en rutile, sphène, épidote, et par des micaschistes ou quartzites micacés renfermant ces mêmes minéraux accompagnés de clinochlore et de muscovite. C'est dans la glaucophane des amphibolites que j'ai trouvé les facules s'éteignant à 20° et 21° (fig. 3).

Ces roches de la Nouvelle-Calédonie sont très analogues à celles de l'île de Groix, et on verra plus loin que quelques-unes d'entre elles doivent être considérées comme le résultat de la transformation de gabbros.

2° *Dans les gabbros, comme produit secondaire.*

Ce genre de gisement paraît assez répandu dans les Alpes françaises ; il s'observe aussi en Corse et à la Nouvelle-Calédonie.

La glaucophane des gabbros est généralement accompagnée de saussurite et de feldspath. Quand la transformation s'est effectuée dans des gabbros très déformés par actions mécaniques, le résultat ultérieur de l'évolution de la roche conduit à une sorte de *glaucophanite* dans laquelle la glaucophane constitue des cristaux nets ou de petites aiguilles enchevêtrées ou entrelacées. Elles sont associées à de l'albite, de l'épidote, du sphène, etc. Ces roches peuvent, dans certains cas, être prises pour de véritables amphibolites. La confusion peut être faite d'autant plus facilement que, dans la même région, on trouve souvent des glaucophanites, des micaschistes ou quartzites à glaucophane qui font partie intégrante de séries sédimentaires schisteuses.

Alpes. — *Savoie*. Les gabbros de Villarodin près Modane présentent de remarquables phénomènes de transformation du diallage en glaucophane, qui donnent à la roche une couleur d'un bleu noirâtre.

Cette transformation s'effectue par les procédés habituels d'ouralitisation (voir page 581, fig. 14). Suivant les échantillons, la glaucophane est d'un bleu clair ou d'un bleu extrêmement foncé. Souvent elle se produit en cristaux indépendants au milieu de l'agrégat d'épidote, d'albite et de calcite résultant de la saussuritisation du feldspath. Les roches très altérées dont il s'agit ne présentent souvent plus guère de trace de leur structure originelle et il est possible que beaucoup de schistes à glaucophane de la région ne soient autre chose que des gabbros laminés et radicalement transformés.

Hautes-Alpes. M. Nentien a bien voulu me communiquer des préparations de gabbros en partie transformés en glaucophane qu'il a recueillis, il y a quelques années, au milieu des schistes lustrés, à l'est de Molines, dans le Haut-Queyras (flanc ouest de Mourre-Froid, entre le village de Molines et le signal 2792).

Corse. — La transformation du diallage en glaucophane et en hornblende verte n'est pas rare dans les gabbros grenus et dans les diabases ophitiques du groupe supérieur de la première série des roches basiques signalée page 589 et particulièrement dans les gabbros des cantons de Sermano (Sant'Agostino) et de San Lorenzo.

La glaucophane de ces gisements est tout à fait l'homologue de la crocidolite que j'ai signalée (*B. S. M.* XIII. 14. 1890) dans les mêmes conditions au cap Argentaro et à l'île de Gorgona. L'analogie des roches de ces deux gisements est encore montrée par les mêmes transformations de leurs feldspaths en chlorites.

Les échantillons que j'ai étudiés m'ont été remis par M. Nentien, qui a particulièrement appelé mon attention sur une glaucophanite qu'il a recueillie au vieux pont de Piedicorte sur le Tavignano près de la route de Corte à Aleria. Elle paraît y former un dyke de 1200^{m} sur 150^{m} au milieu de schistes sériciteux. Cette roche peut être étudiée sur les deux rives du Tavignano et notamment à sa traversée par la route nationale ; elle oscille entre deux types extrêmes : l'un presque exclusivement formé par la glaucophane et l'autre quartzifère avec un peu de glaucophane ; ces roches sont très dures.

L'examen microscopique fait voir que la roche est en grande partie constituée par de la glaucophane en grands cristaux allongés, terminés par de larges aiguilles inégales qui sont entourées par de l'albite globuleuse enveloppant de l'épidote, etc. Par places, ce minéral est très

rare; dans d'autres, au contraire, il est très abondant et certains échantillons sont presque entièrement formés par des plages arrondies d'albite moulées par de la chlorite. On pourrait se demander si cette roche ne constitue pas une amphibolite ; mais un des échantillons de M. Nentien montre de grandes plages de diallage en voie de transformation. En lumière naturelle, on reconnait la structure ophitique originelle de la roche, dont les feldspaths sont transformés en petits cristaux rectangulaires. Quelques échantillons renferment un minéral que je n'ai pu encore identifier avec aucune espèce connue.

Nouvelle-Calédonie. — Parmi les roches à glaucophane de la vallée du Diahot que j'ai examinées, se trouve une roche identique à celle de Piedicorte dont il vient d'être question : elle appartient certainement à la catégorie de roches à glaucophane regardées, par M. Heurteau (*op. cit.* 266) comme éruptives au milieu des micaschistes.

En Nouvelle-Calédonie, de même que dans les Alpes et en Corse, il existe donc, à côté d'amphibolites à glaucophane appartenant incontestablement à des formations sédimentaires métamorphisées, des pseudo-amphibolites à glaucophane de structure différente produites par la transformation totale de gabbros.

AMPHIBOLE TRICLINIQUE

ÆNIGMATITE (Cossyrite)

$$Na^{4}\ Fe^{9}\ (Al\ Fe''')^{2}\ (Si\ Ti)^{12}\ O^{38}$$

Triclinique, pseudomonoclinique. $m\,t = 114°9'$ (Förstner).
$b : c : h = 1000 : 1000$ env. : 291,564. D = 831,614. $d = 555,353$.

angle plan de $p = 112°31'28''$ env.
angle plan de m } = $99°26'\ 36''$ env.
angle plan de t }

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0,6778 : 1 : 0,3506 \\ y\,z = 90°;\ z\,x = 72°49';\ x\,y = 90°. \end{array}\right]$$

Ces paramètres ont été calculés par M. Dana d'après les données de M. Förstner (*cossyrite* de Pantellaria) : ils ne doivent être considérés

que comme approximatifs. La position choisie est la même que pour les amphiboles monocliniques.

Formes et faciès des cristaux. Les formes se rapprochent beaucoup de celles des amphiboles monocliniques. La différence la plus grande réside dans l'angle *mm*, qui, dans l'ænigmatite, est de 114°9′, au lieu d'être voisin de 124° comme dans les autres amphiboles. Dans l'unique gisement que j'ai à signaler, le minéral est allongé suivant l'axe vertical; il paraît présenter les faces m (1$\bar{1}$0), t (110), h^1 (100), g^1 (010). Je n'ai pu extraire de pointements distincts.

Macles. Macles polysynthétiques suivant g^1 (010).

Clivages. Clivages m (1$\bar{1}$0) et t (110) moins faciles que dans les amphiboles.

Dureté. 5,55.

Densité. 3,74 à 3,85.

Coloration et éclat. Noire. Opaque ou transparente seulement en lames très minces.

Éclat vitreux. Poussière brun rouge.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques voisin de g^1 (010). La bissectrice aiguë est *positive* (n_g) et fait avec l'axe vertical un angle très voisin de 45° dans l'angle obtus ph^1 (001) (010). L'angle d'extinction dans h^1 (100) est d'environ 4°.

$$2\,\mathbf{E} = 60° \text{ environ.}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est extrêmement intense dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g$ = brun noir;
$\mathbf{n}_m$ = brun châtaigne foncé;
$\mathbf{n}_p$ = brun rouge clair.

L'absorption est $n_g > n_m > n_p$.

Composition chimique. L'ænigmatite est un silicate (et titanate) de FeO et de Na^2O renfermant, en outre, de l'alumine et du Fe^2O^3.

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau en un verre noir magnétique. Attaquée difficilement par les acides concentrés.

Diagnostic. L'ænigmatite se distingue de la hornblende basaltique par la valeur de son angle de clivage, par ses propriétés optiques, par sa forte réfringence et sa coloration intense (Voir à Ilvaïte).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. J'ai trouvé l'ænigmatite en cristaux atteignant 2^{mm} dans la néphélinite doléritique du puy de Saint-Sandoux (Barneire). Elle s'y distingue, à l'œil nu, de l'augite, dont les cristaux sont moins allongés. Je n'ai pu arriver à en isoler de cristaux entiers; le minéral est, en effet, très fragile. J'ai pu constater que la densité est supérieure à 3,4. Les lames très minces permettent de voir les macles polysynthétiques et de déterminer les propriétés optiques. Beaucoup de ces cristaux sont opaques. L'augite qui les accompagne appartient à la variété titanaugite.

Le gisement de Saint-Sandoux est remarquable par la netteté de ce minéral rare, dont il sera probablement possible d'obtenir de meilleurs échantillons que ceux que j'ai observés.

APPENDICE

Depuis la publication du premier fascicule de ce volume, j'ai recueilli de nombreux documents sur les minéraux étudiés de la page 1 à la page 304. Ils seront étudiés dans un supplément qui paraîtra quand cet ouvrage sera terminé. Je ferai toutefois exception pour l'ilvaïte, dont M. Gentil vient de décrire un gisement au moment du tirage de cette feuille (*B. S. M.* XVIII, 410. 1895). La place de ce minéral aurait été page 119, après la Bertrandite.

ILVAÏTE

$H\,Ca\,Fe''^{2}\,Fe'''\,Si^{2}\,O^{9}$

Orthorhombique. $mm = 112°38'$ (Dx).

$b : h = 1000 : 368{,}395$. $D = 832{,}126$. $d = 554{,}586$.

$[a : b : c = 0{,}66647 : 1 : 0{,}44276]$

Formes observées. m (110), g^3 (120), g^2 (130), $b^{1/2}$ (111).

Les angles donnés ci-dessous ont été mesurés par M. Gentil.

	Angles calculés	Angles mesurés
$m\,m$	112°38′	112°11
$m\,g$	160°34′	
$g^3 g^3$ (sur g^4)	106°15′	106°9′
$m\,g^2$	150°15′	
$g^2 g^2$ sur g^4	126°51′	126°37′
$^{*}b^{1/2}\,b^{1/2}$ (sur p)	102°48′	
$b^{1/2}\,m$	128°36′	128°40
$^{*}b^{1/2}\,b^{1/2}$ (côté)	117°27′	117°21′
$b^{1/2} b^{1/2}$ (avant)	139°31′	139°35′

Faciès des cristaux. Les cristaux d'ilvaïte sont allongés suivant l'axe vertical ; toutes les faces de la zone prismatique sont striées parallèlement à leurs intersections mutuelles, ce qui rend les mesures goniométriques exactes à peu près impossibles.

Clivages. Clivage suivant p (001) et g^1 (010) ; traces de clivage suivant m (110) et a^1 (101). Le clivage g^1 (010) est très distinct dans l'ilvaïte d'Algérie (M. Gentil).

Dureté. 5,5 à 6.

Densité. 3,9 à 4,1.

Coloration et éclat. Noir de poix. Éclat métalloïde résineux. Les

cristaux frais sont très brillants; ils se ternissent par altération. Poussière noire grisâtre. Le minéral est à peine translucide en lames minces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100); bissectrice aiguë perpendiculaire à p (001). 2 V très grand (Lorenzen).

Pléochroïsme. Dans les sections p (001) de l'ilvaïte d'Algérie, le pléochroïsme est très intense. M. Gentil a observé :

suivant b = brun clair;
— a = brun noir presque opaque.

Composition chimique. La formule $HCa\,Fe''^2\,Fe'''\,Si^2\,O^9$ correspond à la composition suivante :

SiO^2.....	= 29,3
Fe^2O^3....	= 19,6
FeO	= 35,2
CaO	= 13,7
H^2O.....	= 2,2
	100,0

M. Gentil a constaté par des essais qualitatifs que l'ilvaïte d'Algérie renferme environ 2 % de MnO.

Essais pyrognostiques. Facilement fusible en un verre noir magnétique. Avec les flux, donne les réactions du fer et souvent du manganèse. Attaquable par les acides en faisant gelée.

Altérations. Le minéral d'Algérie est fréquemment altéré et recouvert d'une patine de limonite.

Diagnostic. Les formes de l'ilvaïte sont tout à fait caractéristiques. En lames minces, les variétés translucides présentent la couleur brune et le pléochroïsme intense de l'ænigmatite, dont elles se distinguent par les extinctions longitudinales et une facile attaque par les acides.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Algérie. — *Constantine.* Le gisement étudié par M. Gentil (*B. S. M.* XVIII. 1895) se trouve non loin du cap Bou-Garoune près Collo. L'ilvaïte se rencontre avec mélanite[1], bustamite, épidote, quartz, à la

1. Ce grenat *mélanite*, qu'il faut ajouter aux gisements décrits page 234, est jaune ou brun foncé; il présente les faces b^1 (110) et les propriétés optiques de la topazolite avec la structure zonée de l'aplome (*B. S. M.* XVIII. 270. 1894).

partie supérieure d'un filon d'oligiste. Elle a été trouvée dans des recherches faites sur ce filon.

L'ilvaïte forme des masses compactes noires, dans les cavités desquelles se trouvent des cristaux nets atteignant 1 cm d'épaisseur sur plusieurs centimètres de longueur. Ils sont généralement altérés superficiellement et ternes, souvent recouverts d'un enduit de limonite ; de petits cristaux très brillants sont engagés dans le quartz. Ils sont peu riches en faces et présentent les prismes m (110), g^3 (120), g (130). Ils sont très cannelés, et il existe probablement d'autres faces, à symboles plus complexes que les précédentes, qui n'ont pu être déterminées exactement à cause du peu de brillant habituel de ces cristaux : la face m (110) manque rarement. Tous les cristaux étudiés sont terminés par $b^{1/2}$ (fig. 1).

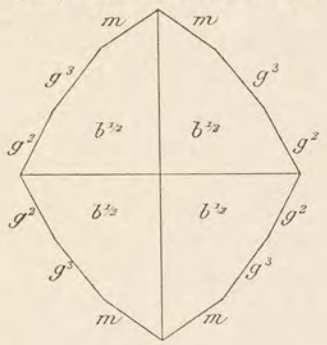


Fig. 1.
Projection sur la base d'un cristal d'ilvaïte de Bou-Garoune.

Minéral de Villarodin décrit sous le nom de *Groppite*.

M. des Cloizeaux a trouvé (*B. S. G.* XXII. 25. 1864), dans l'anhydrite de Villarodin près Modane, de petits grains verdâtres à éclat gras dont l'analyse suivante a été faite par M. Pisani :

SiO^2.....	48,20
Al^2O^3....	19,70
MgO	12,80
CaO.....	1,64
FeO.....	3,38
Na^2O.....	7,22
K^2O.....	
H^2O.....	7,06
	100,00

Cette composition est très analogue à celle de la *groppite* de Gropptorp en Suède (pseudomorphose de pargasite ?).

J'ai montré (*B. C. F.* n° 42. 123. 1895), par l'examen microscopique des échantillons que M. des Cloizeaux a bien voulu me donner, que

cette substance n'est pas homogène, mais qu'elle est constituée par des lamelles de chlorite souvent associées en proportion très variable à de l'albite, à de petites aiguilles de rutile et de tourmaline, etc. L'analogie des grains de Villarodin avec le minéral de Gropptorp est donc toute fortuite : ils ne doivent pas être considérés comme appartenant à une espèce minérale.

TABLE DES MATIÈRES

DU PREMIER VOLUME

A

Pages

Actinote 645
Ægyrinaugite 569
Ægyrine 610
Ænigmatite 708
Ærinite 403
Åkermanite 492
Allanite 156
Allophane 484
Almandin 239
Amblystégite 556
Amiante 646
Amiantoïde 646
Amphiboles (Groupe des) 633
Amphiboles alumineuses 660
Amphiboles non alumineuses. 642
Amphiboles monocliniques 640
Amphiboles orthorhombiques. 634
Amphibole triclinique 708
Andalousite 25, 252
Anomite 310
Anthophyllite 635
Antigorite (Groupe de l') 417
Aplôme 215
Ardennite 124
Arfvedsonite 690
Argiles 472
Argile plastique 479
Argile réfractaire. 479
Asbeste 646
Asbestoïde 646
Aspasiolite 516
Astrophyllite 534
Augite 569
Augite ægyrinique 569
Augite titanifère 569
Auralite 516
Axinite 277

B

Babingtonite 540
Baltimorite 420
Barkevicite 660
Bastite 424
Bastonite 332
Bavalite 399
Bergholz 436
Berthiérine 401
Bertrandite 113
Bertrandite (granite) 523
Biotite 310

Une table générale des matières terminera le dernier volume; elle sera accompagnée d'un index géographique détaillé.

	Pages
Blaviérite	355
Bol	488
Bonsdorffite	516
Bowenite	420
Bowlingite	442
Brandisite	361
Bravaisite	416
Breislakite	684
Bronzite	546
Bustamite	630
Byssolite	646
C	
Calamine	19
Cancrinite	503
Carpholite	111
Carton de montagne	646
Ca SiO^3 artificiels	623
Céladonite	414
Cérasite	514
Cérolite	438
Chamoisite	397
Chamosite	397
Chiastolite	26
Chlorite de Mauléon	383
Chlorites (Groupe des)	373
Chloritoïdes	361
Chloromélanite	616
Chloropale	488
Chlorophyllite	516
Chondrodite	119
Chromocre	358
Chrysocole	263
Chrysotile	431
Clinochlore	379
Clinohumite	119
Clintonites (Groupe des)	360
Coccolite	609
Collyrite	486
Confolensite	480
Cordiérite	512
Cossaïte	354
Cossyrite	708
Coupholite	265
Craie de Briançon	452
Crocidolite	691
Croisette	9
Cummingtonite	644
Cymatolite	618
D	
Damourite	335
Dannemorite	634
Datholite	74
Davreuxite	360
Delanouite	483
Delessite	394
Dewalquite	124
Deweylite	437
Diallage	569
Diopside	569
Diopside chromifère	569
Dioptase	257
Disthène	65 et 253
Dumortiérite	15
E	
Écume de mer	454
Édenite	661
Éléolite (néphéline)	497
Enstatite	546
Épidotes (Groupe des)	127
Épidote	133
Eucryptite	496
F	
Fahlunite	516
Fassaïte	569
Fayalite	195
Fibrolite	50
Friedelite	302
Fuchsite	336

G

Pages

Gaize 474
Galapectite 477
Garniérite 439
Gédrite 635
Gehlenite 492
Gelberde 487
Gieseckite 498
Gigantolite 516
Glaucophane 699
Glauconie 406
Grenats (Groupe des) 206
Groppite 713
Grossulaire 217
Grünerde 414
Grünerite 642
Gümbelite 336
Gummite 477
Gymnite 437

H

Halloysite 474
Haüyne 507
Hédenbergite 569
Helminthe 388
Hiortdahlite 540
Hisingerite 405
Hornblendes 661
Hornblende basaltique 661
Hornblende commune 661
Humboldtilite 492
Humites (Groupe des) 119
Hyalosidérite 173
Hypersthène 552

I

Iddingsite 442
Idocrase 159
Ilvaïte 711
Indicolite 80
Iolite (Cordiérite) 512

J

Pages

Jade 646
Jadéite 613
Jeffersonite 540
Johnstrupite 540

K

Kaolin 461
Kaolinite 461
Katoforite 689
Klementite 396
Koupholite 265

L

Landevanite 484
Låvenite 625
Lehm 474
Lenzinite ..... 477 et 482
Lépidolite 355
Leptochlorites 393
Less 474
Leuchtenbergite 383
Leverriérite 461
Liebenerite 498
Liège de montagne 646
Limon 474

M

Macle 26
Magnésite 454
Malacolite 569
Margarite 361
Marmolite 420
Marnes 474
Mauléonite 383
Mélanite 230
Mélilite 492
Mélinite 487
Métaxite 431
Micas (Groupe des) 305
Mica palmé 335

	Pages
Microsommite	496
Montmorillonite	480
Mosandrite	540
Muscovite	334
N	
Néphéline	496
Néphrite	646
Nontronite	488
Noséane	507
Nouméite	438
O	
Olivine	170
Omphazite	569
Orthite	156
Orthochlorites	375
Ottrélite	364
Ouralite	579, 646
Ouwarowite	228
P	
Paragonite	353
Pargasite	661
Pectolite	540
Pennine	384
Péridots (Groupe des)	169
Pérowskite	537
Phacélite	496
Phénacite	201
Phlogopite	310
Pholérite	461
Picrolite	431
Picrosmine	418
Piémontite	153
Pierre de croix	7
Pierre de savon du Maroc	460
Pierre ollaire	449
Pinguite	488
Pinite	516
Pinitoïde	353
Porricine	601
Pouzacite	384
Praséolite	516
Prehnite	264
Pseudophite	387
Ptérolite	671
Pyrallolite	579
Pyrargillite	516
Pyrénéite	208 et 220
Pyrope	235
Pyrophyllite	470
Pyrophysalite	60
Pyrosclérite	387
Pyroxènes (Groupe des)	539
Pyroxènes monocliniques	567
Pyroxènes orthorhombiques	540
Pyroxènes tricliniques	630
Q	
Quincyte	459
R	
Rhodonite	630
Richterite	634
Riebeckite	693
Rinkite	628
Ripidolite	388
Rosenbuschite	540
Rubellite	80
S	
Salite	569
Salmite	372
Saponite	478
Saussurite	133
Savon de Plombières	478
Schefferite	540
Schweitzerite	418
Sépiolite	454
Séricite	336
Serpentine	417

	Pages
Sevérite	479 et 482
Seybertite	361
Sillimanite	50
Sismondine	364
Smaragdite	646 et 661
Smectite	479
Smegmatite	478
Sodalite	505
Spessartine	254
Staurotide	1, 38, 247, 252
Stéargillite	482
Stéatite	449
Szaboïte	556

T

Talc	448
Terre de Vérone	414
Terre de Sommières	460
Terre à foulon	479
Thermophyllite	446
Thraulite	405
Thulite	130
Titanaugite	569
Titanolivine	198
Topaze	59
Topazolite	214
Tourmaline (Groupe des)	78
Trémolite	645
Triphane	617

V

Vermiculite	317
Venasquite	364
Vierzonite	487
Villarsite	175

W

Williamsite	420
Wöhlerite	627
Wollastonite	619

X

Xanthophyllite	361
Xylotile	436

Z

Zinnwaldite	334
Zoïsite	128

ERRATA

P. 2, ligne 22, *au lieu de* fig. 6, *lire* fig. 5.
P. 13, ligne 8, *au lieu de* Lustone, *lire* Lustou.
P. 22, ligne 9, *au lieu de* Moustajou, *lire* Moustajon et de la montagne de Barcugnas.
— ligne 31, *au lieu de* Sentein, *lire* Sentien.
P. 24, ligne 10, *au lieu de* (143), *lire* (141).
P. 31, ligne 4 de la note de la fig. 11, *au lieu de* Coran, *lire* Lioran.
P. 38, ligne 10, au lieu de *Basses-Pyrénées*, lire *Hautes-Pyrénées*.
P. 42, ligne 10, *au lieu de* Moulin-Vieux, *lire* Moulin-Vieux en Plourin.
P. 48, ligne 12, au lieu de *B. S. M.* XV, lire *B. S. M.* XII.
P. 50, ligne 11, au lieu de $mm = 110$, lire $mm = 111°$.
P. 52, ligne 2 (en remontant), *au lieu de* permettent, *lire* permet.
P. 53, ligne 8, *au lieu de* elles, *lire* ces sections.
P. 59, ligne 12 (en remontant), au lieu de g^3 (130), lire g^3 (120).
— ligne 13, au lieu de g^2 (120), lire g^2 (130).
P. 62, ligne 11, au lieu de b^1 (111), $b^{1/2}$ (112), lire b^1 (112), $b^{1/2}$ (111).
P. 65, ligne 8, au lieu de m (110), t ($1\bar{1}0$), lire m ($1\bar{1}0$), t (110).
P. 67, ligne 15, au lieu de i^1, lire e^1.
— dernière ligne, au lieu de ph^1 (001) (100), lire pg^1 (001) (010).
P. 68, ligne 3 (en remontant) de l'explication de la fig. 7, *au lieu de* perpendiculaire, *lire* parallèle.
P. 72, ligne 2, *au lieu de* j'y ai observé, *lire* j'ai observé assez fréquemment dans ce rutile.
P. 75, dans le tableau des angles, *ajoutez* « angles calculés » au-dessus des colonnes de gauche, et « angles mesurés » au-dessus de celles de droite. Dans le même tableau, 3e colonne, au lieu de $\varepsilon\ d^{1/2}$, lire $\varepsilon\lambda$.
P. 78, ligne 9, au lieu de $e_2 = (d^{1/3}\, d^1\, b^{1/2})$, $(12\bar{3}2)$, lire $e_2 = (d^{1/2}\, d^1\, b^{1/2})$ $(12\bar{3}2)$.
P. 85, ligne 3, au lieu de h, lire k.
P. 91, ligne 2, *au lieu de* Coume de Labesque (vallée du Lys), *lire* La Coume de Labesque (Haute région d'Oo);
— ligne 2, *au lieu de* à Ceil de la Baque, *lire* au nord du Ceil de la Baque.
P. 92, fig. 6 et 7, remplacer d^2 par d^1.
P. 93, ligne 1, en bas, *au lieu de* Ariège, *lire* Oriège.
P. 95, ligne 4, et P. 107, ligne 17, au lieu de e, lire e^1.
P. 96, ligne 4 (en remontant), au lieu de h, lire k.
— ligne 5, au lieu de d^2, lire d^1.

P. 97, ligne 11 (en remontant), et p. 249, ligne 8 (en remontant), *au lieu de* Arlane, *lire* Arlanc.

P. 101, ligne 4, *au lieu de* Mnot-Blanc, *lire* Mont-Blanc.

P. 102, ligne 10, *au lieu de* Bonne-Nouvelle, *lire* Bon-Accueil.

— ligne 15, *au lieu de* Tirourba, *lire* Tirourda.

P. 108, ligne 28, *au lieu de* pic de Rié, *lire* pic de Rie.

P. 111, ligne 6 (en remontant), au lieu de n_p, lire n_g.

P. 113, ligne 3 du tableau (en remontant), au lieu de $h^1\ h^2$ (sur h^1) = 156°47′, lire $h^2\ h^2$ (sur h^1) = 158°47′.

P. 128, ligne 9, *au lieu de* 0,47382, *lire* 0,34682.

P. 129, ligne 5, au lieu de a, lire b.

P. 133, ligne 14, *au lieu de* Barnenès, *lire* Bar nenès (falaises à l'E. de la baie de Morlaix).

— ligne 7 (en remontant), après $d^{1/2}$ (111), ajouter $d^{3/2}$ (113).

— ligne 11 (en remontant), *au lieu de* 64°43′, *lire* 64°33′.

P. 134, dans tableau 3e colonne, ligne 7 (en remontant), au lieu de $b^{1/2}\ b^{1/2}$, lire $a^{1/2}\ b^{1/2}$.

P. 135, ligne 4, *au lieu de :* sont terminés soit, *lire :* sont terminés, le plus souvent, soit...

— ligne 5, au lieu de $(1\bar{1}0)$, lire (110).

— ligne 9, au lieu de $b^{1/2}$ (111), lire $b^{1/2}$ $(\bar{1}11)$;

P. 136, ligne 2 (en remontant), au lieu de (*J. M. V.* 415), lire (*J. M.* n° xxx. 415. an V) Chalanches en Allemont.

P. 139, ligne 8, *au lieu de* (101), *lire* $(\bar{1}01)$.

P. 143, ligne 18, supprimer p (001).

P. 144, ligne 7, *au lieu de* (101), *lire* $(\bar{1}01)$.

P. 149, ligne 9 (en remontant), *au lieu de* $(\bar{2}01)$, *lire* (201).

P. 150, ligne 16, *au lieu de* $(\bar{1}01)$, *lire* (101).

P. 152, ligne 9, *au lieu de* Port Sainte-Marie, *lire* Port-Sainte-Marie en Port-de-Lanne.

— ligne 10, au lieu de o^4, lire o^2.

— ligne 18, *au lieu de* col de Mende, *lire* col de Menté.

— ligne 29, *au lieu de* Djemen-bon-Resy, *lire* Djenian-bou-Resg.

P. 153, ligne 8, *au lieu de* Senet (Aragon), *lire* Senet (Catalogne).

— dans le tableau des angles, 1re colonne, *au lieu de* 111°, *lire* 69°.

P. 155, ligne 13, *au lieu de* dominantes avec p (001) a^1, *lire* dominantes avec a^1.

P. 160, ligne 4 de la 2e colonne du tableau : intervertir les angles calculés et mesurés de $b^{1/2}\ m$.

— ligne 14, *au lieu de* (fig. 1), *lire* (fig. 2).

— ligne 6 (en remontant), *au lieu de* ces gisements, *lire* nos gisements.

P. 161, ligne 12, *au lieu de* suivant n_g^{ω}, *lire* suivant n_p.
P. 169, ligne 5 (en remontant), *au lieu de* Si O, *lire* $Si O^4$.
— ligne 11 (en remontant), *au lieu de* (Mg, Fe^2), *lire* $(Mg. Fe)^2$.
P. 170, ligne 2, *au lieu de* SiO^2, *lire* $Si O^4$.
— ligne 5 (en remontant), *au lieu de* $(Mg^2 Si O^2)$ et $(Fe^2 Si O^2)$, *lire* $(Mg^2 Si O^4)$ et $(Fe^2 Si O^4)$.
P. 171, ligne 3 de la 2e colonne du tableau, *au lieu de* 155°1′, *lire* 155°2′.
P. 172, ligne 2 (en remontant), *au lieu de* $Al^2 O^2$, *lire* $Al^2 O^3$.
P. 180, ligne 2 (en remontant), *au lieu de* chimique, *lire* minéralogique.
P. 199, ligne 8, *au lieu de* $\mathbf{n_g - n_p = 0{,}038}$, *lire* $\mathbf{n_g - n_p = 0{,}033}$.
P. 201, ligne 3, *au lieu de* tétartoédrique, *lire* parahémiédrique.
— ligne 7, au lieu de d^2 $(21\bar{3}4)$, lire d^2 $(21\bar{3}1)$.
— ligne 8 du tableau, 1re colonne, supprimer $b^1 e^2 = 110°53'$, qui est répété.
P. 205, ligne 12 (en remontant), *au lieu de* $(11\bar{1}3)$, *lire* $(1\bar{1}23)$.
P. 207, ligne 4, *au lieu de* $Ca^3 Ca^2 Si^3 O^{12}$, *lire* $Ca^3 Cr^2 Si^3 O^{12}$.
P. 211, ligne 4, *au lieu de* Senet en Aragon, *lire* Senet en Catalogne.
P. 230, ligne 1, *au lieu de* col de Boups, *lire* col de Box.
P. 234, ligne 9, *au lieu de* Épinal, *lire* Saint-Dié.
P. 249, ligne 8 (en remontant), *au lieu de* Arlane, *lire* Arlanc.
P. 250, ligne 3, *au lieu de* Puy d'Alloix, *lire* puy d'Olloix.
— ligne 8 (en remontant), *au lieu de* Boërn, *lire* Boën.
P. 264, ligne 10, *au lieu de* 40,4, *lire* 4,4.
P. 279, colonne de gauche du tableau, au lieu de pc^2 160°2′, lire 161°40′;
2e colonne en bas, au lieu de te^1 104°38′, lire 104°48′.
P. 310, 3e ligne sous le titre Biotite et Phlogopite, *au lieu de* angle plan de $p\mathbf{1} = 20°$, *lire* angle plan de $p = 120°$.
P. 321, ligne 4 (en remontant), *au lieu de* (vallée de Marmagne, etc.), *lire* et notamment aux environs de Marmagne (vallée du Mesvin).
P. 348, lignes 8 et 9 (en remontant), *supprimer :* du quartier du Pilier à Saint-Vallier de Thiey et de celles.
P. 401, ligne 6, *au lieu de* la Chapelle d'Oudon, *lire* la Chapelle-sur-Oudon.
P. 414, ligne 2 (en remontant), *au lieu de* Eye, *lire* Eze.
P. 553, au bas de la première colonne du tableau d'angles :
au lieu de $g^1 e^{5/4}$ 114°33′, lire $g^1 e^{5/4}$ 114°32′;
au lieu de $g^1 e^{4/3}$, lire $g^1 e^{4/3}$ 113°10′.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS

Paris, 15, rue des Saints-Pères. — Liège, 21, rue de la Régence.

EXTRAIT DU CATALOGUE

Les enclaves des roches volcaniques, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° de 710 pages avec 35 figures dans le texte, 8 planches en couleur (représentant 96 préparations microscopiques) et index géographique.

Cet ouvrage, tiré à un petit nombre d'exemplaires et mis en vente à 30 fr. (1893), est sur le point d'être épuisé..... 40 fr.

Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 21 figures dans le texte et 3 planches..... 6 fr. 75

Les Minéraux des roches. 1° Application des méthodes minéralogiques et chimiques à leur étude microscopique, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 2° Données physiques et optiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte et une planche en couleur..... 12 fr. 50

Tableaux des minéraux des roches. Résumé de leurs propriétés optiques, cristallographiques et chimiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix, 1 volume in-4, relié. 6 fr.

Structures et classification des roches éruptives, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 1 volume grand in-8°..... 5 fr.

Étude sur la détermination des feldspaths dans les plaques minces au point de vue de la classification des roches, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 1 volume grand in-8°, avec 8 planches en couleur..... 7 fr. 50

Traité de Minéralogie. Traité de minéralogie à l'usage des candidats à la licence ès-sciences physiques et des candidats à l'agrégation des sciences naturelles, par Wallerant, professeur à la Faculté des sciences de Rennes. 1 volume grand in-8° avec 341 figures dans le texte..... 12 fr. 50

Traité des gîtes minéraux et métallifères. Traité des gîtes minéraux et métallifères. Recherche, étude et conditions d'exploitation des minéraux utiles. Description des principales mines connues. Usages et statistique des métaux. Cours de géologie appliquée de l'École supérieure des mines, par Ed. Fuchs, ingénieur en chef des mines, professeur à l'École supérieure des mines, et De Launay, ingénieur des mines, professeur à l'École supérieure des mines. 2 volumes grand in-8° avec de nombreuses figures dans le texte et 2 cartes en couleur. Relié..... 60 fr.

Étude industrielle des gîtes métallifères. Étude industrielle des gîtes métallifères. — Classification des gîtes ; formation des fractures et cavités ; remplissage des gîtes ; gîtes sédimentaires ; les minerais ; gîtes caractéristiques ; études minières ; traitement des minerais ; étude économique d'un gîte, par G. Moreau, ingénieur des mines. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte, relié..... 20 fr.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS

Paris, 15, rue des Saints-Pères. — Liège, 21, rue de la Régence.

EXTRAIT DU CATALOGUE

Les enclaves des roches volcaniques, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° de 710 pages avec 35 figures dans le texte, 8 planches en couleur (représentant 96 préparations microscopiques) et index géographique.

Cet ouvrage, tiré à un petit nombre d'exemplaires et mis en vente à 30 fr. (1893), est sur le point d'être épuisé..... 40 fr.

Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 21 figures dans le texte et 3 planches..... 6 fr. 75

Les Minéraux des roches. 1° Application des méthodes minéralogiques et chimiques à leur étude microscopique, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 2° Données physiques et optiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte et une planche en couleur..... 12 fr. 50

Tableaux des minéraux des roches. Résumé de leurs propriétés optiques, cristallographiques et chimiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix, 1 volume in-4, relié. 6 fr.

Structures et classification des roches éruptives, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 1 volume grand in-8°..... 5 fr.

Étude sur la détermination des feldspaths dans les plaques minces au point de vue de la classification des roches, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 1 volume grand in-8°, avec 8 planches en couleur..... 7 fr. 50

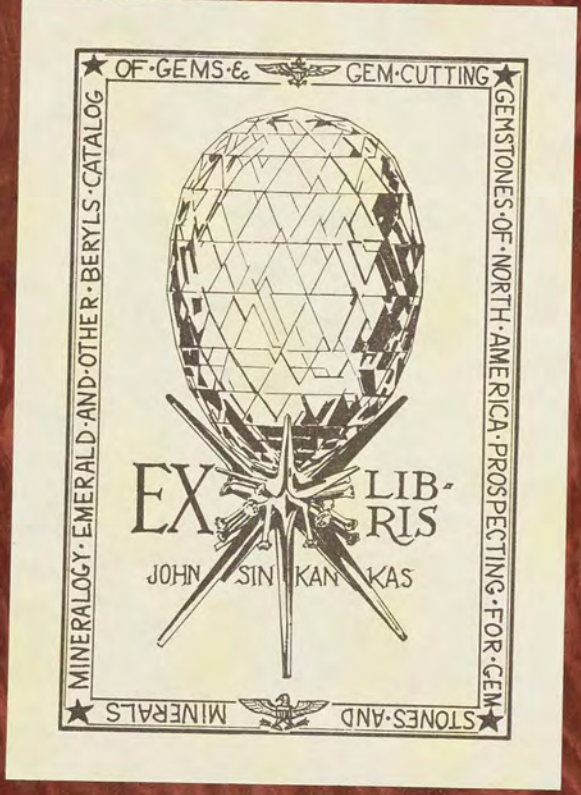
Traité de Minéralogie. Traité de minéralogie à l'usage des candidats à la licence ès-sciences physiques et des candidats à l'agrégation des sciences naturelles, par Wallerant, professeur à la Faculté des sciences de Rennes. 1 volume grand in-8° avec 341 figures dans le texte..... 12 fr. 50

Traité des gîtes minéraux et métallifères. Traité des gites minéraux et métallifères. Recherche, étude et conditions d'exploitation des minéraux utiles. Description des principales mines connues. Usages et statistique des métaux. Cours de géologie appliquée de l'École supérieure des mines, par Ed. Fuchs, ingénieur en chef des mines, professeur à l'École supérieure des mines, et De Launay, ingénieur des mines, professeur à l'École supérieure des mines. 2 volumes grand in-8° avec de nombreuses figures dans le texte et 2 cartes en couleur. Relié..... 60 fr.

Étude industrielle des gîtes métallifères. Étude industrielle des gîtes métallifères. — Classification des gîtes ; formation des fractures et cavités ; remplissage des gîtes ; gîtes sédimentaires ; les minerais ; gîtes caractéristiques ; études minières ; traitement des minerais ; étude économique d'un gîte, par G. Moreau, ingénieur des mines. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte, relié..... 20 fr.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS




OF·GEMS·&·GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM
STONES·AND·MINERALS
MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
EX LIB-
RIS
JOHN SIN KAN KAS

A. LACROIX
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME DEUXIÈME

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1896-97
Tous droits réservés

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

Le présent volume a été publié en deux fascicules, parus le premier (pages 1 à 352) en septembre 1896, le second en décembre 1897.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

RTL014355
t.2 c.1

A. LACROIX
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME DEUXIÈME

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1897
Tous droits réservés

UNIVERSITÉ
LAVAL

A. LACROIX
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME DEUXIÈME
(1re PARTIE)

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1896
Tous droits réservés

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Adulaire (orthose)	26, 66
Albine	345
Albite	138
Amphigène (leucite)	3
Analcime	281
Andésines	174
Anorthites	192
Anorthose	114
Apophyllite	345
Béryl	8
Brewsterite	292
Bytownites	192
Chabasie	324
Chalcomorphite	351
Christianites (groupe des)	296
Desmine (stilbite)	312
Dipyre	204
Émeraude (béryl)	9
Feldspaths (groupe des)	23
Feldspaths monocliniques	64
Feldspaths tricliniques	113
Gismondine	321
Gonnardite	279
Harmotome	309
Heulandite	287
Hydronéphélite	261
Kryptoperthite	69
Laumonite (laumontite)	338
Laumontite	338
Labradors	184
Leucite	3
Leucoxène (sphène)	254
Mésole (thomsonite)	258
Mésolite	276
Mésotype	263
Microcline	118
Natrolites (groupe des)	262
Offrétite	336
Oligoclases	169
Orthose	64
Péricline	140
Phacolite (chabasie)	324
Phillipsite (christianite)	296
Pictite (sphène)	235, 239
Plagioclases	127
Plombiérite	349
Sanidine (orthose)	64
Scapolite	232
Scolécite	272
Seebachite (chabasie)	325
Séméline (sphène)	234
Sphène	233
Spinthère (sphène)	235, 240
Stilbite	312
Thomsonite	258
Titanite (sphène)	233
Titanomorphite (sphène)	254
Wernerites (groupe des)	203
Xanthitane	237
Zéolites	255
Zéolites alumineuses	258
Zéolites non alumineuses	344

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

A. LACROIX
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME DEUXIÈME

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1896
Tous droits réservés

INTRODUCTION DU TOME II

Lorsqu'il y a trois ans, j'ai entrepris la publication de ma *Minéralogie de la France et de ses colonies*, j'avais un double but.

Je me proposais tout d'abord d'étudier en détail et à tous les points de vue les minéraux antérieurement signalés dans notre pays, en y ajoutant ceux que j'y ai trouvés moi-même en très grand nombre. La comparaison des documents publiés dans mon premier volume, avec ceux qui sont donnés dans les ouvrages récents les plus complets, ne laissera, je l'espère, aucun doute dans l'esprit de mes lecteurs, sur l'exactitude de l'opinion que je formulais en 1893 relativement aux causes de la pauvreté minéralogique, tout apparente, du territoire français. Je ne doute pas que la lecture de la fin de mon livre ne confirme encore cette première impression.

D'autre part, dans tous les traités de minéralogie publiés jusqu'à présent, les minéraux sont surtout étudiés au point de vue de leur propriétés intrinsèques. Je ne crois pas que l'on ait cherché, dans aucun ouvrage d'ensemble, à déterminer d'une façon méthodique toutes les conditions de gisement des espèces minérales et à passer en revue les formes sous lesquelles ces espèces se présentent dans chacun d'entre eux. De plus, l'étude

des minéraux considérés comme éléments de roche est toujours systématiquement reléguée dans des ouvrages spéciaux.

C'est un travail de détermination de *toutes* les conditions de gisement des minéraux d'un grand pays qui constitue la seconde partie de mon plan. Ayant moi-même visité la plupart des régions dont je parle, il m'a été possible d'apporter sur cette question de nombreux documents nouveaux et une réelle précision dans leur examen.

J'espère que les efforts que j'ai faits dans cet ordre d'idées ne seront pas perdus et montreront — ce qui semble presque oublié en France — que l'étude des questions rattachant la minéralogie à l'histoire naturelle n'est pas sans offrir quelque intérêt général et mérite mieux que l'intérêt restreint qu'on lui accorde généralement. La minéralogie ainsi comprise cesse d'être une simple annexe des sciences mathématiques et physico-chimiques pour former une science ayant sa raison d'être en elle-même et éclairant de nombreuses questions géologiques.

L'exécution de ce plan m'a entraîné plus loin que je ne le pensais tout d'abord. A l'origine, je comptais pouvoir traiter tous les *Silicates et Titanates* dans un premier volume et en consacrer un second aux autres classes de minéraux. L'abondance de matières me force à réserver la moitié du tome II à la fin de l'histoire des Silicates et Titanates et à augmenter mon ouvrage d'un volume.

La plupart des personnes qui m'ont aidé de leurs communications pour mon premier volume ont bien voulu les continuer; je tiens à leur en témoigner ma reconnaissance, ainsi qu'à tous ceux qui depuis lors m'ont procuré de nouveaux documents, et parmi lesquels je citerai : MM. Bouhard, Berthier, Carnot, Gaubert, Gentil, Mourgues, Tirlet, Vernières, et tout particulièrement M. Nentien.

Paris, 2 janvier 1896.

A. LACROIX.

MINÉRALOGIE DE LA FRANCE

SILICATES ET TITANATES

MÉTASILICATES

(Suite)

LEUCITE

$K Al Si^2 O^6$

Pseudocubique.

Formes observées. a^2 (211) (fig. 2).

Macles. (Voir à *propriétés optiques*).

Clivages. Clivages b^1 (110) peu nets. Cassure inégale.

Dureté. 5,5 à 6. Fragile.

Densité. 2,45 à 2,50.

Coloration et éclat. Blanche, grise. Transparente ou translucide.

Inclusions. La leucite présente souvent des inclusions (inclusions vitreuses, inclusions d'augite, de magnétite, etc.) distribuées d'une façon régulière (fig. 1) en zones concentriques parallèles à ses contours extérieurs. Tantôt ces inclusions sont bien individualisées; tantôt, au contraire, elles forment des couronnes concentriques continues.



Fig. 1.
Cristaux de leucite dessinés d'après des lames minces et montrant les inclusions d'augite et de verre régulièrement distribuées (leucotéphrites d'Algérie).

Propriétés optiques. La leucite, pseudocubique à la température ordinaire, devient rigoureusement cubique à partir de 500° (Klein, Penfield, Rosenbusch). La biréfringence est faible, mais souvent appréciable en lames minces. La structure intime se traduit par l'existence

de lamelles hémitropes croisées à angle droit dans les sections parallèles à p (001), à 60° et à 120° dans les sections parallèles à l'octaèdre et aux faces du dodécaèdre. On peut avec M. Klein interpréter ces propriétés en admettant que la forme cubique extérieure est produite par l'interpénétration de trois cristaux rhombiques maclés suivant b^1 (110); les trois individus constitutifs peuvent être inégalement développés, et même un seul cristal peut prédominer, renfermant des bandelettes qui correspondent aux deux autres orientations. La bissectrice positive n_g est perpendiculaire à une face p (100) ; l'écartement des axes est petit.

La réfringence et la biréfringence sont très faibles.

$$\mathbf{n}_g = 1{,}509 \text{ (Dx.)};$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}508 ;$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}001.$$

Composition chimique. La formule donnée plus haut correspond à la composition suivante :

SiO^2.....	55,0
Al^2O^3....	23,5
K^2O.....	21,5
	100,0

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau. Avec l'azotate de cobalt, donne la couleur bleue de l'alumine. Décomposée par l'acide chlorhydrique sans faire gelée.

Altérations. La leucite est fréquemment transformée suivant deux modes différents.

1° Transformation en zéolites (analcime, christianite). Ce genre de pseudomorphose est fréquent dans les roches leucitiques tertiaires ou modernes.

2° Transformation en feldspath. Ce mode d'altération est réalisé dans les leucotéphrites carbonifères dont il sera question plus loin. La leucite y est entièrement transformée en petites lamelles d'albite, associées à quelques paillettes micacées : dans d'autres régions, le feldspath produit est de l'orthose.

Diagnostic. La leucite peut être confondue avec l'analcime, qui possède les mêmes formes géométriques et présente des phénomènes de

biréfringence analogues. Le meilleur procédé de diagnostic consiste à chauffer au rouge le minéral ou la roche qui le renferme ; l'analcime devient opaque et dégage de l'eau, alors que la leucite reste transparente. Les essais microchimiques montrent le potassium dominant dans le cas de la leucite, le sodium dans celui de l'analcime. Enfin ce dernier minéral fait gelée avec les acides et possède une densité plus faible (2,22 à 2,29).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La leucite se rencontre exclusivement dans les roches éruptives. J'ai à la considérer dans les deux catégories de roches suivantes :

1° Dans des roches volcaniques, comme élément essentiel ;

2° Dans un basalte feldspathique, comme élément anormal.

1° *Dans les roches volcaniques, comme élément essentiel.*

Plateau Central. — La leucite n'existe dans aucune roche volcanique tertiaire ou pleistocène du Plateau Central. Jusqu'à ces derniers temps, la leucite a été regardée comme l'apanage exclusif de quelques roches volcaniques tertiaires, pleistocènes ou récentes. Depuis peu, on a découvert au Brésil, dans l'Arkansas, en Sibérie, des roches leucitiques antétertiaires. Nous avons, M. Michel Lévy et moi, décrit récemment une roche de ce genre provenant du Mâconnais (*B. C. F.* n° 45. 1895) ; ce gisement est fort remarquable, eu égard à l'extrême rareté de ce type de roche ancienne.

Saône-et-Loire. Entre les hameaux de La Place et des Cours près Clermain, se trouvent, à la base des tufs porphyriques du Culm et parfois entre les tufs et les schistes à empreintes végétales (*Sagenaria*, *Stigmaria*, *Sphenopteris dissecta*), des *leucotéphrites* et des *porphyrites micacées* ainsi que des brèches de ces deux roches, comprenant probablement les débris d'une ancienne coulée.

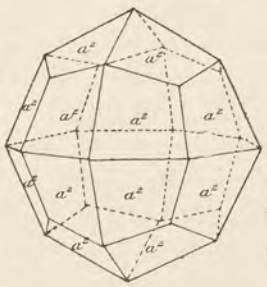


Fig. 2.
Trapézoèdre de leucite.

Les leucotéphrites sont compactes, d'un gris verdâtre foncé, rappelant celui des phonolites. A l'œil nu, on distingue de grands cristaux de pyroxène et des trapézoèdres blancs de leucite à arêtes vives (atteignant 2^{mm} de diamètre). Au microscope, on con-

state qu'avec ces minéraux il existe de l'apatite, de la biotite, disséminées dans un magma formé de microlites d'augite, d'oligoclase (?) et d'une grande quantité de trapézoèdres de leucite.

Les grands et les petits cristaux de leucite sont complètement transformés en albite accompagnée de paillettes de biotite, de grains d'épidote et d'aiguilles microscopiques d'actinote.

Algérie. — *Oran*. L'existence de roches à leucite a été signalée pour la première fois par M. Vélain à l'île de Rachgoun, à l'entrée de la Tafna. Des leucitites et des néphélinites y sont, d'après lui, recouvertes par des coulées basaltiques.

MM. Curie et Flamand (*Les roches éruptives d'Algérie*, 1890) ont décrit des leucotéphrites dans les falaises à l'ouest de Nemours et aux environs d'Aïn-Témouchent (Djebel-Guerrien, Djebel-Afsa, tuilerie d'Aïn-Tolba). M. Gentil, qui a récemment exploré cette région, a rapporté et m'a communiqué de beaux échantillons de ces roches. Celle du cratère du lac Ben-Ganah renferme des cristaux de leucite riches en inclusions régulièrement distribuées.

Madagascar. — En examinant la collection de roches rapportées au Muséum par M. Catat, j'ai trouvé (*Les encl. des roches volc.* 536) une leucitite néphélinique à olivine provenant du mont Tsiafajavona (prov. d'Imérina). Elle est formée par de grands cristaux d'olivine et d'augite englobés dans un magma constitué par de gros microlites d'augite et de leucite avec beaucoup de magnétite et de biotite. Cette roche, qui a l'aspect extérieur d'un basalte, renferme de petites ségrégations formées par de la leucite et de l'augite grenue, avec un peu d'ægyrine, de sodalite et d'orthose.

Nosi-Bé. — M. Vélain a bien voulu me communiquer une intéressante roche à leucite recueillie par le Dr Cassien en 1882, à Ankoronkarany, sur la côte occidentale de l'île : il l'a brièvement signalée antérieurement (*C. R.* LXXXIII. 1205. 1876). L'échantillon étudié offre la plus grande analogie avec les leucophonolites du Kaiserstuhl. Des trapézoèdres nets de leucite zéolitisée, atteignant 4^{mm} de diamètre, sont engagés dans une pâte d'un gris verdâtre. Au microscope, on constate que les grands cristaux de leucite accompagnés par des rhombododécaèdres de grenat mélanite (brun à structure zonée) et de l'augite verte, de l'apatite sont englobés dans un magma microlitique essentiellement formé par de la leucite, de l'augite et des microlites feldspathiques (orthose et oligoclase). La roche renferme de l'ægyrine et de la calcite secondaires.

2° *Dans un basalte, comme produit de formation anormal.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* J'ai trouvé une veinule de leucite formée dans le basalte des plateaux qui couronnent la Banne d'Ordenche (*C. R.* CXIII. 751. 1891. et *Les encl. des roches volc.* 73. pl. III. fig. 5). L'échantillon que j'ai examiné renferme deux traînées blanches de leucite ayant environ 1^{mm} d'épaisseur et 5^{cm} carrés de surface. La leucite, sans formes distinctes, moule les parois du basalte ; par places, elle est séparée de celui-ci par du feldspath triclinique et de l'orthose aplatis suivant g^1 (010) et groupés en rosettes. Il existe en outre un peu de pyroxène, de biotite et de magnétite englobés dans la leucite ou la moulant. La formation de tous ces minéraux est donc contemporaine.

La leucite et les feldspaths sont criblés de longs cristallites de pyroxène. Au microscope, il est facile de constater, dans cette leucite, les macles et les propriétés optiques caractéristiques de ce minéral.

Il est extrêmement remarquable de voir la leucite se former ainsi localement dans un basalte normalement dépourvu de cette substance.

La structure de la veine leucitique semble indiquer une formation par voie ignée. D'autre part, l'acidité des feldspaths, plus grande dans la veine leucitique que dans le basalte, l'existence dans celle-ci de minéraux n'existant pas dans cette roche, prouvent un apport de matière étrangère. Il est probable que la leucite et les minéraux qui l'accompagnent sont le résultat de la transformation d'une enclave acide incomplètement résorbée et étirée par suite de la fluidalité de la roche. La structure des feldspaths est, du reste, celle que l'on observe souvent dans les enclaves acides en voie de recristallisation au milieu du basalte. Cette hypothèse est rendue vraisemblable par l'abondance d'enclaves énallogènes dans le basalte de cette région et par celle d'un fragment de diabase englobé dans l'échantillon même de basalte étudié.

Une des veines leucitiques montre à l'œil nu, dans sa cassure, une surface blanche irrégulière, comme scoriacée, couverte de petits octaèdres de spinellides et de lamelles de biotite.

BÉRYL

$Gl^3\ Al^2\ Si^6\ O^{18}$

Hexagonal.

$$b : h = 1000 : 498{,}838.\ (Dx).$$
$$[a : c = 0{,}49884]$$

Formes observées. p (0001), m ($10\bar{1}0$), h^1 ($11\bar{2}0$), h^2 ($21\bar{3}0$), a^1 ($11\bar{2}1$), b^1 ($10\bar{1}1$), $b^{1/4}$ ($1.0.\bar{1}.14$), $a_2 = (b^1\ b^{1/2}\ h^1)$ ($21\bar{3}1$).

Lx : mesures prises sur les cristaux de La Villeder ;

Lx' » » sur un cristal des environs de Chanteloube.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
mm	120°		$*p\,a^1$	135° 4′	135° 2′ (Lx.)	a^1a^1 adj.	138°38′	
$m\,h^1$	150°		$p\,b^{1/4}$	177°39′	177°53′ (Lx.)	ma_2 adj.	142°11′	142°20′ (Lx′)
$m\,h^2$	160°54′		$b^{1/4}\,m$	92°21′		ma^1 adj.	127°43′	127°53′ (Lx)
$h^1\,h^2$	169° 6′		$p\,b^1$	150° 3′	149°55′ (Lx.)	mb^1 s. a^1	104°27′	104°35′ (Lx.)
$h^2\,h^2$ sur h^1	158°13′		$b^1\,m$	119°57′	120° 5′ (Lx.)	a_2a^1 adj.	165°31′	
$m\,a_2$ opp.	129°12′	129°10′(Lx′)	$p\,m$	90°		a^1b^1 adj.	156°44′	156°42′(Lx.)
$m\,a^1$ sur $b^{1/2}$	90°		$p\,a_2$	123°16′	123°12′(Lx′)	a^1a^1 sur p	104°34′	104°30′ (Lx′)
a_2a_2 sur m	148°14′	148°10′(Lx′)	$p\,h^2$	90°		b^1b^1 sur p	151° 6′	
a_2a_2 sur h^1	161°49′							

Faciès des cristaux. Tous les cristaux de béryl des gisements français sont allongés suivant l'axe vertical et présentent la base. Ils sont parfois un peu aplatis suivant une face m ($10\bar{1}0$) ; les faces de la zone verticale sont quelquefois striées verticalement (fig. 1), d'autres fois elles sont ternes. Les faces du sommet sont généralement très brillantes, elles sont souvent dissymétriques comme dans les cristaux de l'Oural (Voir page 13).

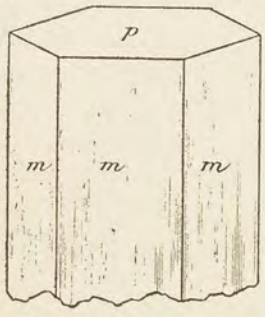


Fig. 1.
Cristal de béryl, strié verticalement.

Quelques cristaux du pont de Barost présentent une structure fibreuse très nette.

Déformations mécaniques. Les cristaux de béryl des pegmatites sont souvent brisés ; leurs fragments sont alors cimentés par du quartz. Dans la pegmatite

du parc de Montjeu, j'ai observé un cristal courbé en arc de cercle qui n'a subi aucune fracture (fig. 6), dans d'autres cas, il y a torsion hélicoïdale (fig. 10).

Clivages. Clivage *p* (0001) imparfait. Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 7,5 à 8.

Densité. 2,63 à 2,80; 2,690 b. de Miséri, 2,702 b. du pont de Barost, 2.719 b. de La Villeder, 2,73 b. rose de Madagascar (M. Damour).

Coloration. Incolore, jaune plus ou moins foncé, vert clair, vert bleuâtre (*aigue-marine*) à vert émeraude (*émeraude*), rarement violet ou rose. Poussière blanche.

Éclat vitreux. Transparent ou translucide.

Inclusions. Le béryl est généralement très riche en inclusions liquides à bulles parfois mobiles. Quelques cristaux de La Villeder sont absolument creux ou remplis par du quartz.

Propriétés optiques. Un axe *négatif* (n_p). J'ai mesuré les indices suivants par la méthode du prisme (lumière jaune).

	La Villeder (B. incolore)	Madagascar (B. rose)
n_g =	1,5785	1,5825
n_p =	1,5735	1,5761
$n_g - n_p$ =	0,006 en moyenne.	

Le béryl présente fréquemment des anomalies optiques : une section basique est alors divisée en six secteurs biaxes avec souvent un centre uniaxe. Les cristaux de gisements français que j'ai examinés ne présentent pas ces phénomènes d'une façon régulière.

Les cristaux possédant une structure fibreuse (Chanteloube), examinés parallèlement à leur base, montrent parfois le phénomène de l'astérisme et du cercle parrhélique (échantillon communiqué par M. E. Bertrand).

Pléochroïsme. Le béryl est plus ou moins pléochroïque en lames épaisses;

	B. roses	B. jaunes	B. bleus	Émeraude
n_g =	incolore	jaune d'or	bleu verdâtre à incolore	vert jaune
n_p =	rose pâle	jaune rougeâtre	bleu	vert bleu de mer

Composition chimique. *a*) Composition théorique correspondant à la formule $Gl^3\ Al^2\ Si^6\ O^{18}$;

Analyses : *b*) du béryl de Chanteloube, par Vauquelin;

c) du béryl de Chanteloube, par Klatzo (*Jahrb. Chem.* 1216. 1889);

d) du béryl bleu de Charmoz, par M. Mrazec (Thèse. Genève. 1892. p. 42);

e) du béryl rose de Madagascar, par M. Damour (*B. S. M.* IX. 153. 1886).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)
SiO	67,0	67,4	67,78	63,64	66,56
Al^2O^3.....	19,0	16,1	17,58	19,19	18,66
FeO... ..	»	»	0,27	»	»
FeO.	»	0,7	»	5,00	»
MnO.	»	»	»	»	0,21
GlO.....	14,0	13,3	13,72	9,94	12,47
MgO.... .	»	»	»	1,16	»
CaO	»	0,5	»	traces	0,06
Perte	»	»	»	1,07	2,30
	100,0	98,0	99,35	100,00	100,35

D'après MM. Penfield et Harper (*Am. J. of Sc.* XXXII. 110. 1886), un grand nombre de béryls renferment des alcalis (K, Na, Cs) ; celui de Limoges contient 0,73 de Na^2O.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, les cristaux transparents deviennent blancs et opaques, le béryl fond difficilement sur les bords en une scorie bulleuse. Les béryls riches en alcalis fondent plus facilement que ceux qui n'en renferment que peu. L'émeraude donne avec le borax les réactions du chrome. Inattaquable par les acides.

Altérations. — Kaolinisation. — Les cristaux de béryl se fissurent souvent, deviennent opaques, et, dans leurs fentes, se développe du kaolin. M. Damour a étudié des cristaux de La Vilate qui, tout en conservant leurs formes extérieures, perdent leur éclat, leur transparence et leur dureté ; ils sont alors constitués par une masse terreuse, douce au toucher, englobant des grains cristallins non altérés. Cette masse terreuse est formée par de la *kaolinite*, dont l'analyse a été donnée, tome I, page 462.

La transformation s'effectue le long des nombreuses fissures qui sillonnent le minéral. Quand la kaolinisation s'effectue par la périphérie des cristaux homogènes et non fissurés, on observe la production de très curieuses figures de corrosion sur les fragments non altérés et en général très limpides. Dans la zone prismatique, elles ont la forme de losanges très allongés suivant l'axe vertical. Sur la base, au contraire, le minéral est creusé de profondes cavités de corrosion très régulières et ayant la forme d'isoscéloèdres atteignant plusieurs millimètres suivant leur axe vertical.

Les cristaux ainsi altérés présentent fréquemment la forme de barillets représentés par la fig. 2.



Fig. 2.
Béryl corrodé en forme de barillet, extrait du kaolin (Pont de Barost). (Grandeur naturelle.)

Ce mode d'altération met en évidence la structure fibreuse de quelques cristaux de béryl, certaines fibres s'attaquant plus rapidement que d'autres.

Production de bertrandite. — Au lieu de cette kaolinisation produite par élimination de la glucine, le béryl de quelques localités françaises a donné naissance à de petits cristaux de bertrandite; ces derniers sont implantés directement sur le béryl non transformé (Chanteloube) ou occupent la place de cristaux hexagonaux disparus (La Villeder, Orvault).

Diagnostic. Le béryl a été souvent confondu, dans les roches, avec l'apatite, qui l'accompagne fréquemment et qui possède la même forme et la même couleur; la dureté plus forte et surtout la résistance à l'action des acides constituent un excellent diagnostic différentiel du minéral. L'apatite bleue de La Villeder, qui se trouve souvent dans les collections sous le nom de béryl, possède un clivage *très net* suivant la base, qui est également différentiel du béryl.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

J'étudierai successivement le béryl dans les gisements suivants :

1° Dans les filons stannifères associés à des granulites;
2° Dans les granulites et les pegmatites;
3° Dans les micaschistes.

1° *Dans les filons stannifères.*

Bretagne. — *Morbihan.* Les plus beaux cristaux français de béryl proviennent des mines d'étain de La Villeder près de Roc-Saint-André.

Ces cristaux aujourd'hui assez rares atteignent parfois 4^{cm} suivant l'axe vertical; par leur limpidité et la netteté de leurs faces, ils peuvent rivaliser avec ceux de l'Oural. Je dois à l'obligeance de M. de Limur la plupart des cristaux que j'ai étudiés. Un de leurs caractères, presque constant, consiste en ce que toutes les faces de la zone verticale sont dépolies, alors que la base et les pyramides sont remarquablement bril-

lantes et limpides. Les cristaux transparents sont incolores, mais on rencontre dans ce même gisement des cristaux bleus ou bleu verdâtre, qui sont opaques ou faiblement translucides. On trouve souvent dans les collections, sous le nom d' « émeraude de La Villeder », de jolis cristaux transparents verts ou bleus d'apatite riches en faces, qui seront étudiés tome III. J'ai observé dans les cristaux transparents de béryl les combinaisons de formes suivantes : p (0001), m (10$\bar{1}$0) (fig. 1), $p\,m\,h^1$ (fig. 3), $p\,m\,a^1$ (fig. 13), b^1 (10$\bar{1}$1) avec ou sans h^1 (fig. 4) et $b^{1/4}$ (1.0.$\bar{1}$.14) (fig. 6). Ces faces sont souvent réduites à de très petites modifications; plus rarement, elles sont largement développées comme dans les cristaux de l'Oural (fig. 5). Les faces $b^{1/4}$ sont toujours petites; les faces a^1 sont souvent bordées par de petites facettes arrondies (fig. 6), que je n'ai pu mesurer avec précision.

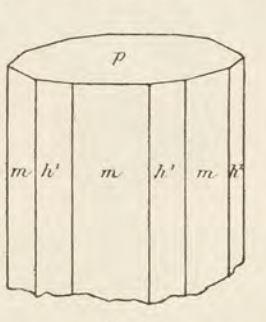


Fig. 3.

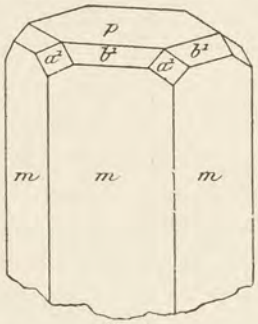


Fig. 4.

Béryl de La Villeder.

Ces cristaux transparents se trouvent dans les cavités du quartz, de la muscovite; ils sont parfois implantés avec apatite sur les cristaux de cassitérite; on les observe aussi fréquemment au milieu de masses lithoïdes de béryl, elles-mêmes engagées dans du quartz laiteux.

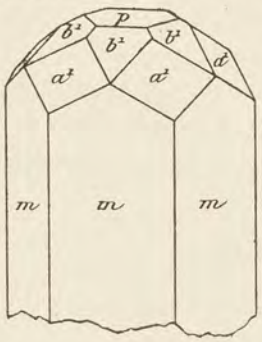


Fig. 5.
Béryl de La Villeder.

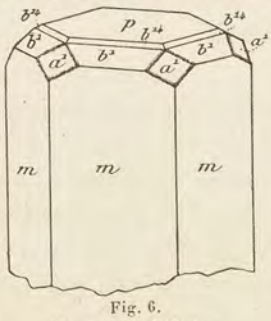


Fig. 6.
Béryl de La Villeder.

De beaux cristaux p m translucides se trouvent aussi empâtés dans le quartz laiteux ou même dans une granulite à mispickel.

Les cristaux de La Villeder présentent souvent des particularités intéressantes. L'un d'eux montre à l'œil nu une division en six secteurs des plus nettes; je n'ai pu l'étudier au point de vue optique.

Il n'est pas rare de trouver deux cristaux accolés suivant une face m (10$\bar{1}$0); il y a fréquemment alors aplatisse-

ment des cristaux suivant leur face d'accolement. Souvent aussi les faces a^1 et b^1 de ces cristaux aplatis sont inégalement développées ; quelques-unes d'entre elles manquent même complètement : le cristal peut prendre des allongements variés et offrir alors une apparence très dissymétrique (fig. 7 et 8).

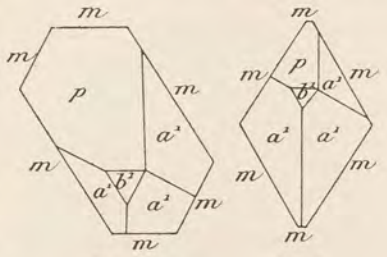


Fig. 7. Fig. 8.
Projection, sur la base, de deux cristaux de béryl à sommets dissymétriques (La Villeder).

Les cristaux de béryl transparents sont rares, relativement aux variétés translucides ou lithoïdes, qui abondent dans ce gisement. Celles-ci sont englobées dans le quartz fétide, plus rarement dans la granulite ; enfin, elles constituent de véritables roches avec de la muscovite et de la cassitérite.

J'ai trouvé à La Villeder des cristaux de béryl remplacés par de petits cristaux de bertrandite (Voir page 118 du tome I). Le béryl de ce gisement se transforme souvent partiellement en kaolinite.

Le béryl transparent de La Villeder, s'il avait été plus abondant quand la mine était encore exploitée, aurait pu être utilisé dans la joaillerie.

Loire-Inférieure. Le béryl a été rencontré en cristaux d'un blanc jaunâtre associé à la cassitérite de Piriac.

2° *Dans les granulites et les pegmatites.*

Le béryl est assez fréquent dans les granulites et pegmatites françaises ; il y est partout associé à de la tourmaline, du grenat almandin, du quartz, etc. Les plus gros cristaux sont engagés dans les pegmatites à grands éléments et particulièrement dans leur quartz. Beaucoup de gisements signalés autrefois dans le Plateau Central comme renfermant du béryl ne contiennent que de l'apatite.

Normandie. — *Orne.* Le béryl est très anciennement connu dans les granulites des environs d'Alençon et particulièrement dans celles des carrières de Pont-Percé et de Hertré. M. L. de La Foye a décrit ce gisement (*Mém. Soc. linnéenne du Calvados*, I. 215. 1824) ; il y a trouvé dans la granulite une fissure de 12^m de large sur 1^m de haut entièrement tapissée de rosaces de cristaux de béryl, atteignant jusqu'à 8^{cm} de diamètre. Chaque rosace était constituée par des

aiguilles d'un jaune de miel foncé partant d'un centre. Quelquefois ces cristaux étaient transparents et non fendillés. Les cristaux terminés étaient très rares : il n'était guère possible d'en isoler d'entiers. Je dois à l'obligeance de M. Le Tellier un échantillon de béryl blanc grisâtre présentant ces groupements bacillaires, dont le Muséum possède quelques bons spécimens; ils sont englobés par de la granulite à grains fins (fig. 9). Les carriers les désignent sous le nom de « Saint-Sacrement ».

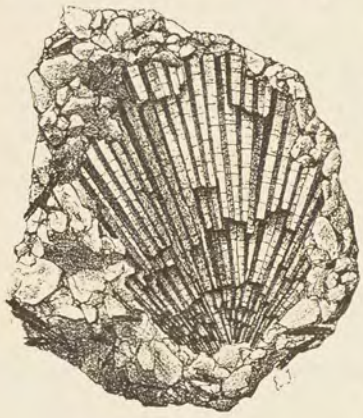


Fig. 9.
Béryl de Pont-Percé. (Réduction de 1/2.)

Le même minéral, en cristaux plus ou moins nets, d'un vert clair, parfois transparents, se trouve aussi dans les filonnets pegmatoïdes de cette granulite, engagés soit dans le quartz, soit dans le feldspath. Ils n'ont pas, à ma connaissance, été trouvés dans les géodes qui dans ces gisements ont fourni les cristaux bien connus de « quartz enfumé. »

Bretagne. — *Finistère*. Le Dr Le Hir a trouvé en abondance le béryl dans le Finistère (*Écho de Morlaix*, 6 mai 1842, et *Congrès scient. de Saint-Brieuc*, 1872), où ils sont engagés dans les filons de pegmatite du Fer-à-Cheval à la base du banc de Sainte-Anne en Saint-Pol, de l'île Stérec, de Mespaul, de Carrière-ar-Ménez, de la butte du moulin de Kergoulouarn (masses fibrobacillaires), de Terenez en Plougasnou, de Saint-Pol (Créach-André, Kérigou), de Roscoff, de Coat Crenn et Tromeur en Plouvorn (dans quartz des micaschistes), de Trefflez, etc.

Ce béryl forme des prismes hexagonaux (atteignant parfois plusieurs centimètres), jaunes ou vert jaunâtre, rarement vert foncé (émeraude) [dans pegmatite rose du Fer-à-Cheval en Saint-Pol], Ils sont fréquemment très fendillés.

Loire-Inférieure. Dubuisson a cité quelques gisements de béryl dans la Loire-Inférieure; M. Baret en a découvert de nombreux autres dans lesquels il a trouvé de bons cristaux (*op. cit.* 49 et *B. S. M.* X. 131. 1887). On peut signaler à ce point de vue les localités suivantes : carrière de La Salle-Verte à Saint-Clair (avec tourmaline), Petit-Port et La Trémissinière à Nantes, Sautron (à 1 km. N. du bourg), Le Chêne-Vert

en Saint-Herblain, Orvault (avec tourmaline, apatite, almandin, autunite, etc.). Dans ces gisements, les cristaux verdâtres translucides et parfois transparents offrent les formes p, m et sont engagés soit dans le quartz soit dans le feldspath des pegmatites. A Orvault, les cristaux de béryl ont parfois disparu, laissant un vide tapissé de petits cristaux de bertrandite.

La collection du Muséum renferme un joli cristal transparent d'un vert émeraude clair engagé dans du quartz de pegmatite de la route de Rennes à Nantes. Il n'est pas inutile de faire remarquer ici que ce gisement, qui a fourni de si beaux minéraux, est aujourd'hui épuisé.

A Saint-Clair, M. Baret a trouvé des masses bacillaires verdâtres, pesant plusieurs kilogrammes; elles sont parfois en voie de kaolinisation.

A Miséri près Nantes, le même savant a recueilli des cristaux translucides d'un vert pâle, dépassant 15^{cm} de longueur, qui possèdent les formes p (0001), m $(10\bar{1}0)$, h^1 $(11\bar{2}0)$; ils sont parfois tout à fait incolores. On les trouve dans une pegmatite à deux micas avec tourmaline, apatite, grenat, mispickel, molybdénite, érubescite, chalcopyrite, etc. (*B. S. M.* X. 131. 1887).

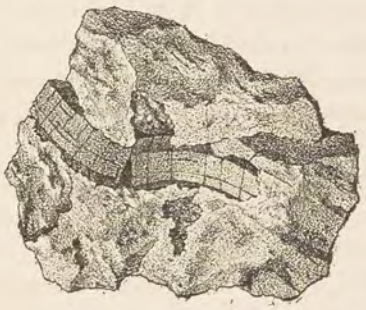


Fig. 10.
Cristal tordu de béryl dans le quartz de La Salle-Verte. (Grandeur naturelle environ.)

Nous avons signalé, M. Baret et moi (*B. S. M.* XII. 531. 1889), dans les glandules quartzeux des schistes micacés de la Noeveillard en Sainte-Marie près Pornic, un cristal de béryl p m aplati suivant la base.

Enfin Dubuisson a signalé les gisements suivants, que je n'ai pu visiter : Baron en Pilleux, et, à Nantes même, le cours Henri IV et le Four-au-Diable.

La fig. 10 représente un cristal de béryl bleu (Coll. du Muséum), provenant de La Salle-Verte à Saint-Clair, qui a subi des déformations mécaniques remarquables (torsion hélicoïdale).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Leymerie a signalé des prismes grisâtres de béryl dans le quartz du Labourd sans indication plus précise (*Descript. géol. de la Haute-Garonne.* 1882. 212).

Hautes-Pyrénées. J'ai recueilli de jolis cristaux p (0001) m $(10\bar{1}0)$

blanc laiteux de béryl dans les glandules de pegmatite que l'on rencontre dans les schistes, en montant de l'hôtellerie, au pic du Midi. Ces cristaux atteignent 4^{cm}. Au lac Bleu et près de l'émissaire, j'ai trouvé un prisme hexagonal basé, d'un bleu verdâtre pâle ; il est engagé avec quartz et orthose dans une géode d'une pegmatite en filon au milieu des schistes feldspathisés.

Haute-Garonne. Coquand a signalé (*B. S. G.* IX. 226. 1836) de gros cristaux de béryl dans les pegmatites de la vallée de Burbe près Bagnères-de-Luchon. D'après Leymerie (*Descr. géol. de la Haute-Garonne*, 212), François a également recueilli ce minéral dans la même vallée au lieu dit Clot de Culgo. M. Gourdon a trouvé le même minéral en prismes d'un bleu ou jaune verdâtre à Luchon même, au Bosquet des Bains, dans une pegmatite à tourmaline.

Ariège. Les pegmatites traversant les schistes micacés du mont Fourcat renferment en assez grande abondance des cristaux de béryl (je les ai observés surtout vers le col d'Aigotorto) ; ce minéral est quelquefois associé à de la cordiérite, mais ne se rencontre pas avec l'andalousite : tandis que celle-ci est particulièrement fréquente dans les filons pauvres en feldspath, le béryl, au contraire, est surtout abondant dans ceux qui sont très feldspathiques. C'est dans les mêmes conditions que j'ai recueilli un gros cristal arrondi de béryl, au sud d'Ax, sur le bord du ruisseau de Gnoles peu avant d'arriver à l'étang de Naguille.

J'en ai trouvé également des cristaux de 2^{cm} dans une pegmatite riche en tourmaline et en grenat rose saumon près du confluent de l'Oriège et du ruisseau descendant de l'étang de Baxouillade.

Pyrénées-Orientales. J'ai recueilli de gros cristaux de béryl, translucides, d'un blanc verdâtre, dans les pegmatites à grands éléments qui traversent le granite sur le bord de la route de Saint-Paul à Saint-Martin-de-Fenouillet et à peu de distance de ce village. Ces pegmatites à grandes lames de muscovite sont riches en tourmaline.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Le béryl a été trouvé par M. Gonnard (*C. R.* 1283. 1886) dans les veines de granulite traversant le granite de La Chaise-Dieu à environ 500 mètres au nord du bourg. Ce minéral y constitue de petits prismes hexagonaux blancs ou jaunâtres, associés au grenat almandin, à la tourmaline bacillaire et à l'apatite verte.

Haute-Vienne. Le béryl se trouve en grande abondance au sud de

Bessines dans les carrières de pegmatite des environs de Chanteloube. Il y a été découvert en 1801 par Lelièvre (Haüy, *op. cit.* IV. 512. 1801) et s'y est même rencontré en telle quantité dans les exploitations de feldspath qu'il a servi à une certaine époque à charger la route entre le pont de Barost et Chanteloube. Il est surtout abondant dans les carrières situées à droite de la route de Bessines à Chanteloube, bien qu'on l'ait aussi trouvé dans la carrière de La Vilate (voir à *orthose*), où il formait parfois le centre d'énormes sphéroïdes feldspathiques et micacés. La fig. 11 représente un échantillon de la collection du Muséum constitué par un de ces sphéroïdes de moindre taille.



Fig. 11.
Cristal de béryl (B) entouré d'une gaine d'albite (F), puis d'un mélange de quartz (Q) et de muscovite (M). Chanteloube. (Réduction de $\frac{1}{4}$ environ.)

Le béryl de cette région se présente d'ordinaire en masses prismatiques, généralement cannelées suivant l'axe vertical et atteignant parfois plus de 100 kg. Elles sont faiblement translucides ou opaques. Les cristaux n'ayant que quelques décimètres ou quelques centimètres sont souvent translucides, blancs ou d'un blanc verdâtre, jaunes de diverses nuances; leurs faces sont fréquemment brillantes; leur forme la plus habituelle est p (0001), m (10$\bar{1}$0) (fig. 1).

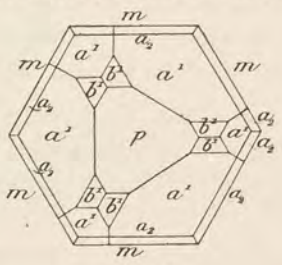


Fig. 12.
Projection sur la base d'un cristal de béryl de Chanteloube.

Cependant on trouve parfois, à l'extrémité de gros cristaux translucides, des facettes larges et très brillantes. Grâce à l'obligeance de M. E. Bertrand et de M. Guyot de Grandmaison, j'ai pu examiner quelques pointements de ce genre : ils possèdent un aspect rhomboédrique par suite du développement exagéré de trois faces a^1. L'un des cristaux de M. Bertrand présente la combinaison a^1 (11$\bar{2}$1), b^1 (10$\bar{1}$1) et a_2 (21$\bar{3}$1) (fig. 12); un autre montre les faces $b^{1/4}$ (1.0.$\bar{1}$. 14); les mesures données plus haut (Lx') sont celles que j'ai prises sur ces cristaux.

Dans les carrières voisines du pont de Barost, on a trouvé des cristaux de béryl absolument limpides, incolores ou bleuâtres, atteignant plusieurs centimètres de longueur et de diamètre; ils sont généralement peu allongés suivant l'axe vertical et sont engagés dans un kaolin blanc de neige formé à leurs dépens : ils sont alors corrodés (fig. 2). Ce genre d'altération a été décrit page 10. M. Damour, comme je l'ai fait remarquer plus haut, a le premier signalé ces pseudomorphoses en kaolin dans les pegmatites de La Vilate. La forme de ces cristaux est celle du prisme hexagonal (fig. 1), avec parfois les faces a^1 (fig. 13).

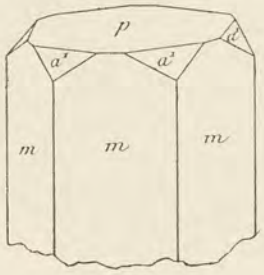


Fig. 13.
Béryl du pont de Barost.

Des échantillons de béryl incolore ont été recueillis aussi à Margnac, aux Huréaux et à Malabard (Barret, *Géolog. du Limousin*, 1892. 55).

Le béryl transparent du Limousin a été taillé et a fourni d'assez jolies pierres ; la variété lithoïde est utilisée par l'industrie chimique pour l'extraction de la glucine.

Puy-de-Dôme. D'après M. Gonnard (*B. S. M.* XI. 21. 1887. etc.), le minéral décrit comme béryl par Bouillet et Lecoq à Anthezat-le-Sauvetat, à la Grande-Côte près Saint-Amand-Tallende et à Roure est en réalité de l'apatite. Des cristaux de béryl verdâtre, souvent kaolinisés, se rencontrent dans la pegmatite de Biauchaud au nord de Saint-Pierre-la-Bourlhogne ; ils atteignent 0^m32 sur $2^{cm}5$ de diamètre (Gonnard et Adelphe : *B. S. M.* XVIII. 614. 1894).

Loire. En 1789, de Bournon signala aux environs de Montbrison l'existence de divers minéraux et entre autres de l'émeraude (*J. P.* 1789. 453). Quelques années plus tard, Passinges revint sur ce minéral (*J. M.* XXXVII. 203. 1797), en donna la description et signala notamment des cristaux d'émeraude « fistuleux ou percés d'un bout à l'autre ».

Dans son traité de minéralogie (IV. 361. 1801), Haüy cite ce gisement d'émeraude avec un point de doute et le fait suivre de l'observation suivante : « L'opinion qu'il existe des émeraudes en France a pour auteur le célèbre de Bournon, qui regardait comme tels de petits cristaux en prismes hexaèdres réguliers, qu'il avait trouvés dans le ci-devant Forez, où ils occupaient le même filon de feldspath qui a offert depuis à l'observation de ce minéralogiste la substance que nous

avons nommée feldspath apyre [andalousite]. La dureté de ces cristaux variait beaucoup : les uns, suivant Bournon, avaient celle de l'émeraude ordinaire et les autres se laissaient facilement entamer. J'en ai vu, dans la collection du cit. Gillet, sur lesquels la pointe d'un couteau laissait une trace très sensible. Leur couleur est tantôt uniformément verdâtre et tantôt en partie verdâtre, en partie grise. »

L'année suivante, de Bournon répliqua (*Philos. Trans. London.* 1802. p. 94 du tirage à part), en maintenant son opinion.

Enfin, tout récemment M. Gonnard (*B. S. M.* VII. 467. 1884), en cherchant à retrouver le gisement du minéral en question, rencontra sur les bords du Vizézy, aux environs de Montbrison, des filons de pegmatite à cordiérite renfermant de petits cristaux d'apatite qui répondent assez bien à la description des auteurs précédents.

La collection du Muséum possède l'échantillon qu'Haüy dit avoir examiné chez Gillet de Laumont. Il porte l'étiquette suivante : « Émeraude des environs de Montbrison en Velay. Bournon. » Il faisait partie de la collection Gillet de Laumont acquise en 1835 par le Muséum. Il est facile de le reconnaître à la description donnée par Haüy. On y distingue plusieurs cristaux de la forme m $(10\bar{1}0)$, p (0001), b^1 (et non $b^{1/2}$) ; le plus grand a environ 2 millimètres suivant l'axe vertical et 1 millimètre de diamètre dans la base.

J'ai pu m'assurer, par un essai chimique, que le minéral est de l'apatite (*B. S. M.* XVII. 41. 1894).

Rhône. Le béryl a été cité aux environs de Lozanne, de Dommartin, à l'île Barbe, avec grenat, apatite, tourmaline, etc. (Drian, *op. cit.*, 134 ; Gonnard : *B. S. M.* VI. 1889).

La collection du Muséum possède un échantillon d'une pegmatite rose à tourmaline montrant un cristal de béryl jaunâtre en voie de kaolinisation et provenant de Maltaverne sur la route de Chessy à Lyon.

Allier. La granulite de Droiturier près La Palisse, employée pour le pavage de la ville de Clermont, renferme (Gonnard : *B. S. M.* XV. 32. 1892), dans ses parties pegmatoïdes, de gros cristaux blanc verdâtre opaques de béryl. Le minéral se trouve aussi en petits cristaux limpides $p\,m$ transparents (3 à 4^{mm}) dans des géodes de la même roche, qui contient localement un peu de molybdénite.

Saône-et-Loire. Les pegmatites des environs d'Autun sont riches en cristaux de béryl blanc verdâtre, rarement transparents, qui atteignent

souvent plus d'un décimètre. Ils y ont été découverts par Champeaux au commencement du siècle. Le gisement le plus remarquable à ce point de vue est le parc de Montjeu. Le béryl y est généralement engagé dans le quartz grisâtre d'une pegmatite à très grands éléments ; il y est associé à d'énormes cristaux de tourmaline et à de gros trapézoèdres de grenat almandin. Les formes habituelles sont p (0001), m ($10\bar{1}0$) et souvent h^1 ($11\bar{2}0$), h^2 ($21\bar{3}0$) (fig. 14 et 15). Quelques cristaux sont déformés par développement anormal de deux ou plusieurs faces m.

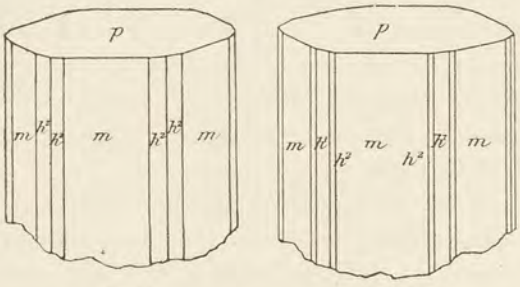


Fig. 14. Fig. 15.

Béryl de Montjeu.

Les cristaux présentent parfois de remarquables phénomènes de torsion (fig. 16) ; dans d'autres cas, des cristaux brisés en plusieurs tronçons sont ressoudés par du quartz. Le béryl de Montjeu est très riche en inclusions liquides à bulle mobile.

Les autres gisements à citer sont : Broye, Marmagne, Saint-Symphorien-de-Marmagne, etc. Dans ces derniers gisements, le béryl est très souvent engagé dans le feldspath, et parfois en voie de kaolinisation.



Fig. 16.
Cristal tordu de béryl de la pegmatite de Montjeu.

Lorsqu'on veut extraire de ces roches les cristaux de béryl, ils se brisent avec la plus grande facilité. Afin de les obtenir entiers, il est bon de laisser à l'air pendant quelques jours les blocs extraits ; les cristaux perdent alors leur eau de carrière, prennent de la solidité et peuvent être extraits plus aisément de leur gangue.

Vosges. — M. Vélain a trouvé de gros cristaux translucides de béryl associés à la tourmaline et au grenat dans les pegmatites à mica palmé de l'Étang d'Huchère à Saint-Nabord ; de petits cristaux du même minéral ont été rencontrés à Raon-l'Étape par le même géologue.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie.* Soret a décrit en 1820 (*Bull. Soc. philomatique*), sous le nom de « corindon », de jolis

prismes hexagonaux d'un bleu foncé, engagés dans un granite (protogine) trouvé au pied de l'aiguille de Charmoz. M. Spezia montra, en 1875 (*Atti della R. Accad. Scienze di Torino*, XI. 82), que le minéral en question était du béryl. M. des Cloizeaux arriva aux mêmes conclusions par l'étude des propriétés optiques (*B. S. M.* IV. 94. 1881). M. Michel-Lévy a décrit la roche et montré sa richesse en épidote (*B. S. F.* n° 9. I. 13. 1890). Dans son mémoire sur la protogine du mont Blanc, M. Mrazec (*Thèse*. Genève, 1892. p. 42) a donné une analyse (*c*) de ce béryl, qui constitue jusqu'à 10 % de la roche qui le contient.

Le gisement en place est inconnu. Cette roche, très rare aujourd'hui, se rencontrait autrefois dans les éboulis de l'un des grands couloirs descendant de l'aiguille de Charmoz, du côté de la Mer de Glace. Ce béryl, d'un très joli bleu, est très pléochroïque; il présente les formes p (0001), m (10$\bar{1}$0).

M. Brun a signalé (*Z. K.* V. 104. 1880) de petits cristaux de béryl dans les moraines du glacier de Miage.

Madagascar. — M. Damour a décrit (*B. S. M.* IX. 153. 1886) un fragment de cristal de béryl rose, fendillé et ressemblant à du quartz ; par places, il est transparent et constitue une véritable pierre précieuse. Il a été donné comme provenant de Farafatrana (côte orientale de l'île); il était accompagné de tourmaline, de quartz, de triphane, etc.

C'est sur un fragment que je dois à la bienveillance de M. Damour qu'ont été mesurés les indices donnés plus haut.

M. Suberbie a rapporté de Madagascar (rivières descendant du massif d'Ankaratra sur la côte occidentale) des fragments transparents de béryl aigue-marine bleuâtre.

3° *Dans les micaschistes.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Dans la collection du Muséum se trouve un échantillon de micaschiste à biotite indiqué comme provenant des environs immédiats de Nantes ; il renferme des cristaux d'*émeraude* d'un vert superbe ; ils ont près d'un centimètre suivant l'axe vertical et sont transparents.

Gisements incertains.

Pyrénées. — *Ariège*. M. Boubée a signalé (*Bull. d'hist. nat.* 6e section, p. 8) des cristaux d'aigue-marine limpide dans un filon de

cuivre pyriteux à gangue quartzeuse près de Saint-Lary dans la Vallongue. Je n'ai pu vérifier cette observation, qui demande confirmation.

Alpes. — *Isère.* D'après une note de M. Héricart de Thury publiée par Lucas dans son *Tableau des Espèces minérales*, 1813. 138, des cristaux nets et transparents de béryl blanc verdâtre auraient été trouvés, par Schreibert, avec quartz, anatase, feldspath, rutile et chlorite, près de la cascade de l'Enversin en Vaujany (Oisans). Depuis lors, ce minéral n'a plus été cité par personne ; il n'existe, à ma connaissance, dans aucune collection, et il est très probable que la substance à laquelle il est fait allusion est la phénacite décrite tome I, page 203[1].

1. Depuis la publication du tome I, nous avons pu, M. des Cloizeaux et moi (*C. R.* CXVI. 1231. 1893), étudier de beaux cristaux de ce minéral et nous assurer de l'exactitude de la conclusion formulée, page 203 (tome I), au sujet de l'assimilation à la phénacite des petits prismes du Dauphiné, décrits comme tourmaline incolore. L'échantillon de la collection du Muséum que nous avons examiné est indiqué comme provenant de Saint-Christophe-en-Oisans.

POLYSILICATES

GROUPE DES FELDSPATHS

Les minéraux constituant le groupe des feldspaths présentent entre eux de nombreux caractères communs; leurs formes cristallines sont voisines, bien que les uns soient monocliniques et les autres tricliniques. Ils possèdent deux clivages faciles faisant entre eux un angle de 90° (feldspaths monocliniques) ou voisin de 90° (feldspaths tricliniques).

Leur densité varie de 2,5 à 2,9; leur dureté est de 6 à 6,5.

A l'état frais, ils sont incolores, vitreux, mais ils prennent fréquemment par altération une couleur grise, jaune, verte, rouge, etc.

Au point de vue chimique, ce sont des silicates d'aluminium, de potassium, de sodium ou de calcium, avec rarement du baryum.

Les feldspaths ont une importance considérable, non seulement à cause de leurs propriétés intrinsèques et des questions théoriques que soulève leur étude, mais encore en raison du rôle considérable qu'ils jouent dans la nature. Ils forment l'un des éléments essentiels de la plupart des roches éruptives et métamorphiques; ils se rencontrent dans nombre de roches sédimentaires. Vouloir étudier à fond toutes les manières d'être des feldspaths serait en somme écrire un traité de pétrographie. Le cadre restreint de cet ouvrage me force à ne donner sur ce sujet que des notions générales, limitées aux catégories de gisements existant en France.

On peut classer les feldspaths en deux grands groupes, d'après leur système cristallin :

a) feldspaths monocliniques;
b) feldspaths tricliniques.

Les divisions secondaires établies dans chacune de ces séries sont basées sur la composition chimique, dont les variations entraînent des

différences dans les diverses propriétés physiques. Le tableau suivant comprend les divers types feldspathiques.

a) Feldspaths monocliniques

Orthose	$K\,Al\,Si^3\,O^8$
* *Hyalophane*	$(K^2, Ba)\,Al^2\,Si^4\,O$

b) Feldspaths tricliniques

Feldspaths sodopotassiques (pseudo-monocliniques)	*Microcline*	$K\,Al\,Si^3\,O^8$
	Anorthose	$(Na, K)\,Al\,Si^3\,O^8$
Feldspaths calcosodiques (plagioclases)	*Albite*	$Na\,Al\,Si^3\,O^8$
	Oligoclase, *Andésine*	$m\,Na\,Al\,Si^3\,O^8$
	Labrador, *Bytownite*	$+\,n\,Ca\,Al^2\,Si^2\,O^8$
	Anorthite[1]	$Ca\,Al^2\,Si^2\,O^8$

Les relations existant entre les propriétés optiques et les propriétés cristallographiques de ces divers feldspaths seront exposées dans le premier des paragraphes consacrés aux plagioclases.

Afin d'éviter les répétitions et avant d'aborder l'étude particulière des deux séries feldspathiques, je m'occuperai d'un certain nombre de caractères communs aux feldspaths en général.

Faciès des cristaux. Les cristaux simples des divers feldspaths, bien que se présentant avec une abondance très inégale dans chacun d'eux, se rapportent tous à un petit nombre de types. Les différences angulaires que l'on observe entre les feldspaths monocliniques et les feldspaths tricliniques sont assez peu considérables pour que tous les feldspaths présentent un *air de famille*, qui les fait aisément reconnaître.

1. Une anorthite de baryte (celsian) vient d'être découverte à Jacobsberg (Suède) dans un gisement de magnétite. Ce feldspath avait été obtenu autrefois par MM. Fouqué et Michel-Lévy (par fusion ignée des éléments), ainsi que les divers autres plagioclases.

Je vais énumérer rapidement ces divers types : les figures ci-jointes représentent la combinaison la plus pauvre en faces ; les combinaisons plus compliquées seront décrites plus loin dans l'étude particulière des gisements des différents feldspaths.

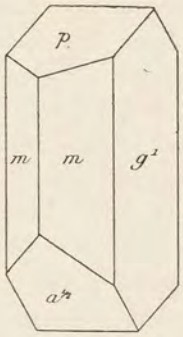


Fig. 1.
Type I (orthose).

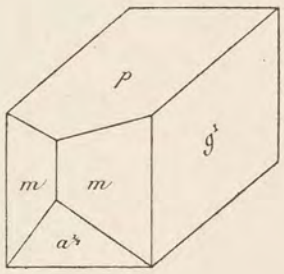


Fig. 2.
Type II (orthose).

Type I. Cristaux aplatis suivant g^1 (010), allongés suivant l'axe vertical (fig. 1).

Type II. Cristaux allongés suivant l'arête $p\,g^4$ (001) (010) ; ces cristaux ont l'apparence de baguettes quadrangulaires (fig. 2).

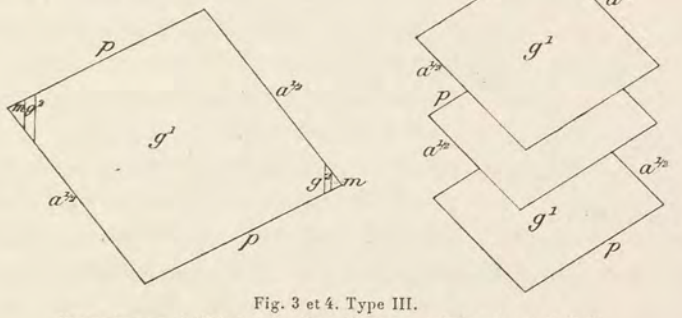


Fig. 3 et 4. Type III.
Projection sur g^1 (010) de microlites d'orthose, aplatis suivant g^1 (010).

Type III. Cristaux lamelleux suivant g^1 et limités le plus souvent par les faces p (001), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) (fig. 3) ou a^1 ($\bar{1}01$) (fig. 5) ; ils présentent fréquemment des groupements suivant l'axe vertical en forme de dents de scie (fig. 4 et 6) ; c'est la forme de beaucoup de microlites feldspathiques.

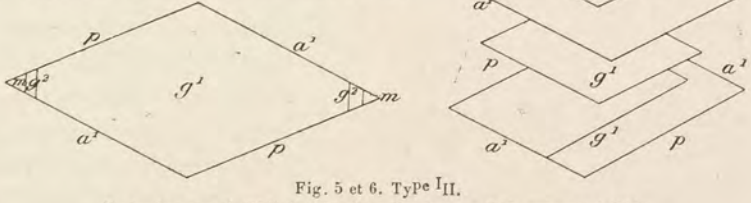


Fig. 5 et 6. Type III.
Projection sur g^1 (010) de microlites d'orthose, aplatis suivant g^1 (010).

Ces trois types simples existent dans tous les feldspaths ; les autres ne sont bien développés que dans quelques-uns d'entre eux.

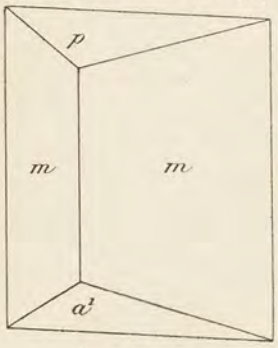


Fig. 7. Type IV. Adulaire.

Type IV. Cristaux allongés suivant l'axe vertical, ne présentant dans la zone prismatique que les faces m (110) très développées ; c'est le type habituel de la variété d'orthose désignée sous le nom d'*adulaire* (fig. 7).

Type V. Cristaux allongés suivant l'arête de zone $p\ h^1$ (001)(010) ; type de certains cristaux d'albite (*péricline*) (voir fig. 16), très rarement d'orthose.

Type VI. Cristaux aplatis suivant p (001) et d'ordinaire également développés suivant les axes a et b (fig. 8) ; ce type est réalisé par l'orthose de quelques gisements volcaniques, des calcaires, etc.

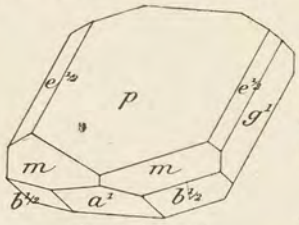


Fig. 8. Type VI. Orthose aplatie suivant p (001).

Type VII. Cristaux allongés suivant une arête $g^1\ a^1$ (010) ($\bar{1}$01) et aplatis suivant une face de la zone $g^1\ a^1$ perpendiculaire à g^1 ; je ne connais cet allongement que dans l'albite (voir à cet article).

Ces divers types viennent se compliquer par l'existence de macles suivant les diverses lois qui vont être énumérées.

Macles. Les feldspaths présentent, en effet, des macles nombreuses.

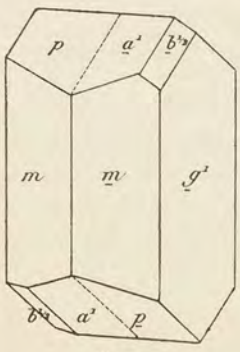


Fig. 9. Macle de Carlsbad par accolement (orthose).

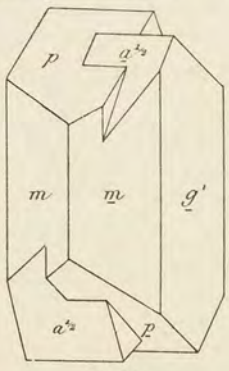


Fig. 10. Macle de Carlsbad par pénétration (orthose).

1°. Macle de Carlsbad. — Macle par rotation de 180° autour de l'axe vertical. La face d'association est généralement g^1 (010). On verra, à l'*orthose* et à l'*albite*, que la face d'association est parfois une face perpendiculaire à g^1 (010) faisant partie de la zone verticale [h^1 (100) pour l'orthose] ou une face perpendiculaire à l'axe vertical. Ces cristaux maclés sont accolés et ne présentent parfois pas d'angles rentrants (orthose) (fig. 9),

ou interpénétrés (fig. 10); ils sont généralement constitués par deux individus, rarement par un plus grand nombre (fig. 8 de l'orthose).

2°. Macle de Four-la-Brouque ou de Manebach[1]. — Plan (d'assemblage p (001) et axe de rotation perpendiculaire à p (001) fig. 11).

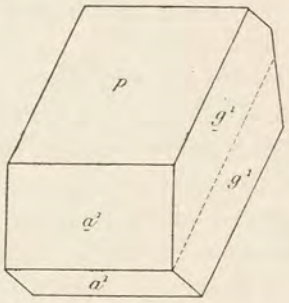


Fig. 11.
Macle de Four-la-Brouque (orthose des granulites).

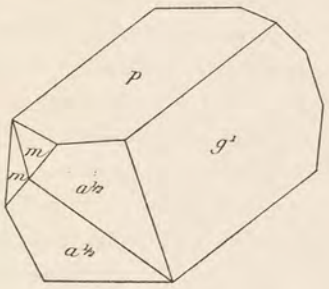


Fig. 12[2].
Macle de Baveno (orthose).

3°. Macle de Baveno. — Plan d'assemblage $e^{1/2}$ (021) dans l'orthose, $i^{1/2}$ (021) dans les feldspaths tricliniques et axe de rotation perpendiculaire (fig. 12). Les cristaux maclés suivant cette loi sont toujours allongés suivant $p\,g^1$ et parfois en outre aplatis suivant p.

Ces macles sont communes à tous les feldspaths sans exception; elles sont généralement simples.

Les suivantes sont particulières aux feldspaths tricliniques.

4°. Macle de l'albite. — Plan d'assemblage g^1 (010) et axe de rotation perpendiculaire à cette même face (fig. 13). La macle est presque toujours polysynthétique et détermine sur le clivage p (001)

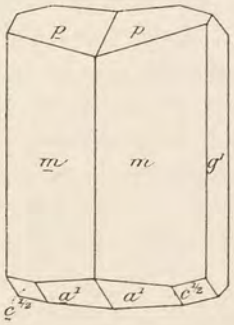


Fig. 13.
Macle de l'albite (albite).

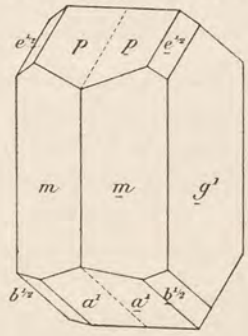


Fig. 14.
Macle de l'albite (orthose.)

1. Cette macle a été décrite pour la première fois par Haüy (*op. cit.* II. 603. 1801) d'après des cristaux provenant de La Clayette (*Saône-et-Loire*) (voir plus loin). Le nom de « macle de Four-la-Brouque » a été proposé par M. Gonnard pour rappeler son extrême abondance dans le gisement auvergnat de ce nom.

2. Les faces m, $a^{1/2}$, p, g^1 de la partie supérieure de la figure doivent porter une barre inférieure.

des cannelures parallèles à la trace de g^1 (010), produites par des angles alternativement rentrants et saillants ; ces cannelures sont caractéristiques des plagioclases : elles y sont presque constantes.

La macle de l'albite existe aussi dans l'orthose, mais, ce minéral étant monoclinique, l'axe de rotation perpendiculaire à g^1 (010) est un axe de symétrie binaire : la macle consiste alors simplement dans l'accolement de deux cristaux semblablement orientés (fig. 14).

5°. Macle du Roc Tourné. — Cette macle, qui, en France, n'existe que dans l'albite de certains gisements, sera étudiée en détail à l'article *albite*. Je ferai seulement remarquer ici qu'elle consiste en une double macle de l'albite; deux groupes de cristaux maclés suivant la loi de l'albite sont maclés entre eux à nouveau suivant la même loi et interpénétrés de telle sorte que l'on peut considérer la forme d'accolement théorique comme étant la face de la zone verticale exactement perpendiculaire à g^1 (010), c'est-à-dire une face voisine de h^1 (100). En réalité, il n'y a pas accolement suivant un plan, mais interpénétrations irrégulières. Les cristaux maclés suivant cette loi sont toujours aplatis suivant g^1 (fig. 15).

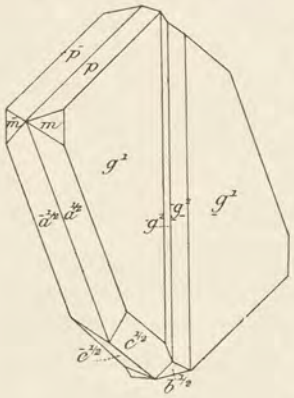


Fig. 15.
Macle du Roc Tourné de deux groupes de cristaux maclés suivant la loi de l'albite (albite du Roc Tourné).

6°. Macle de la péricline. — Le plan d'assemblage présente une orientation variable suivant les types feldspathiques, mais il reste voisin de p (001) (voir à *plagioclases*). L'axe de rotation est l'axe b [arête $p\ h^1$ (001) (100)]. Cette macle est polysynthétique comme les précédentes et n'est généralement visible qu'à l'aide des propriétés optiques. Toutefois, les cristaux d'albite (*péricline*) la présentent parfois à l'état macroscopique : ils sont allongés suivant l'arête $p\ h^1$ (fig. 16).

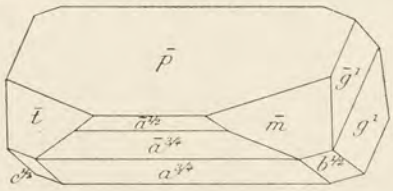


Fig. 16.
Macle de la péricline (albite, var. péricline).

7°. Macle du microcline. — Cette macle se rencontre d'une façon constante dans le microcline (voir plus loin) : elle ne diffère de la précédente qu'en ce que le plan d'assemblage est très éloigné de p (001). Il fait dans g^1 (010) un angle de 99° avec p (001) et de 17°

avec h^1 (100) [dans l'angle obtus $p\ h^1$ (001) (100)]; il est par suite très voisin de $a^{1/4}$ ($\bar{4}01$), car dans l'orthose on a (angles des normales) :

$$p\,a^{1/4} = 99°3', \qquad a^{1/4}\,h^1 = 17°4'.$$

Cette macle est toujours polysynthétique; associée à celle de l'albite, elle n'est pas visible à l'œil nu.

8°. Macle de l'Esterel. — Cette macle a été signalée par M. des Cloizeaux dans l'andésine de l'Esterel (c'est à cause de cette circonstance que je la désigne sous le nom de « macle de l'Esterel ») et dans l'albite d'Ala. Elle a pour face d'association p (001) comme la macle de la péricline, mais l'axe de rotation est l'axe a (arête $p\,g^1$); les cristaux qui la présentent offrent une apparence extérieure analogue à ceux qui sont maclés suivant la loi de Four-la-Brouque. Cette macle sera étudiée en détail à l'article *andésine* : on y verra qu'au point de vue optique elle possède une particularité intéressante.

Je ne m'occuperai pas des groupements plus complexes et fort rares qui ont été signalés dans des cristaux d'orthose du Saint-Gothard et qui ne sont pas réalisés dans les gisements étudiés dans cet ouvrage.

Combinaison de ces diverses macles. — Les cristaux maclés de feldspath sont souvent fort complexes; cela tient à diverses causes :

1° A ce que les formes des éléments constitutifs de la macle peuvent varier d'un échantillon à l'autre ;

2° A ce que les diverses macles peuvent se combiner entre elles de la façon la plus variée.

Dans les feldspaths tricliniques, les macles de l'albite, de la péricline et de Carlsbad coexistent très fréquemment, sans que pour cela la structure extérieure soit compliquée, les macles de l'albite et de la péricline ne constituant alors que des lames polysynthétiques microscopiques.

Je décrirai plus loin les groupements d'orthose des rhyolites (porphyres) présentant des associations des diverses macles de Carlsbad, de Baveno, de Four-la-Brouque, soit entre elles, soit avec des cristaux simples.

Dans l'albite des calcaires des Alpes et des Pyrénées, on rencontre fréquemment des combinaisons multiples des macles de l'albite, de Carlsbad et du Roc Tourné dans lesquelles les formes accessoires de chacun des individus composants peuvent elles-mêmes varier.

Les macle de l'albite, de la péricline et de l'Esterel s'associent dans l'andésine de l'Esterel.

Associations régulières des feldspaths entre eux ou avec d'autres minéraux. En outre des groupements réticulaires qui viennent d'être décrits, les feldspaths présentent souvent d'autres genres de groupements réguliers, qui peuvent être très variés :

1° Groupements de deux ou plusieurs feldspaths entre eux ;

2° Groupements des feldspaths avec d'autres minéraux.

Groupement des feldspaths entre eux. — L'étude des roches a montré que les groupements de ce genre sont extraordinairement fréquents. Deux ou plusieurs feldspaths sont associés de telle façon que leurs axes cristallographiques sont sensiblement dans la même direction. Il semble au premier abord qu'il ne puisse pas y avoir facilement de groupements réguliers de ce genre entre les feldspaths tricliniques et les feldspaths monocliniques, mais il se passe là un fait fréquent dans l'histoire des minéraux à forme limite : l'inclinaison des axes $y\,z$ et $x\,y$ des feldspaths tricliniques n'étant pas très différente de 90° et les paramètres étant voisins de ceux de l'orthose, ce dernier feldspath participe aux groupements au même titre que les feldspaths tricliniques.

Ces groupements peuvent se produire de trois façons différentes :

a) Par périmorphose. — Ce cas est fréquent pour l'albite qui se forme sur l'orthose ou le microcline ; sur les cristaux de ces derniers viennent s'implanter des cristaux d'albite disposés de telle sorte que les faces g^1 (010) des deux minéraux coïncident. Ils sont bientôt enveloppés par un ou plusieurs cristaux d'albite semblablement orientés. Les faibles différences angulaires existant entre l'angle $p\,g^1$ (001) (010) des deux minéraux permettent d'obtenir simultanément un clivage de l'assemblage. L'examen microscopique fait voir que peu à peu le feldspath potassique est imbibé d'albite, qui finit parfois par l'épigéniser totalement. Ces groupements sont réalisés en grand dans les pegmatites, où ils sont généralement d'origine secondaire, l'albite étant formée par altération de l'orthose ou du microcline. Inversement il existe des groupements d'orthose (adulaire) sur albite qui seront étudiés plus loin à l'article *orthose* : je les considère comme d'origine primaire.

J'ai fait voir (*Les encl. des roches volc.*) que, dans les roches (granite, gneiss) enclavées par les roches volcaniques et notamment par les trachytes du Mont Dore, etc., les feldspaths (orthose, oligoclase) ont été souvent corrodés par voie métamorphique. Sur leurs débris est venu cristalliser l'orthose néogène, dont les cristaux renferment ainsi

un petit squelette ancien qui leur a servi de point de départ et a déterminé leur orientation cristallographique (fig. 17).

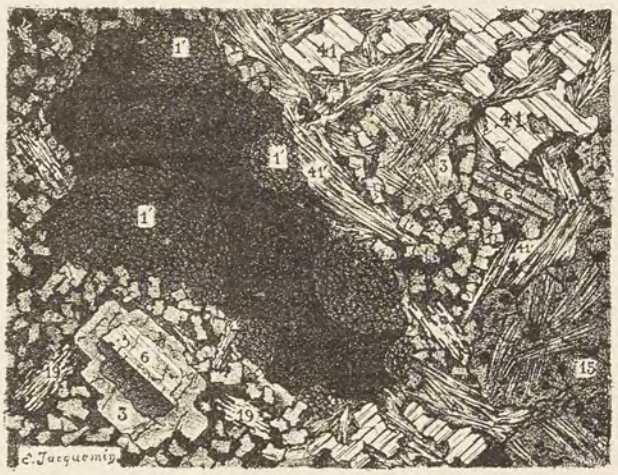


Fig. 17.

Lame mince d'une enclave de gneiss dans une andésite du Lioran. Les éléments anciens sont formés par de la sillimanite (41'), de l'andalousite (41), de la biotite (19), de la cordiérite (15) et de l'oligoclase (3). Celle-ci est par places entourée par de l'orthos néogène. Une large cavité est tapissée de tridymite. (Lumière polarisée.)

Des faits du même genre s'observent dans les roches volcaniques, où les grands cristaux intratelluriques renferment souvent à leur centre un fragment corrodé d'une autre espèce feldspathique, soit que ce fragment représente réellement une enclave, soit que de brusques changements dans les conditions physiques ou chimiques du magma aient amené la dissolution partielle des cristaux déjà formés; dans ce cas, cependant, on observe plus fréquemment les feldspaths régulièrement zonés qui vont être étudiés plus loin.

a) Perthite et microperthite. — On donne ce nom à l'interpénétration de deux ou plusieurs feldspaths (feldspaths acides : orthose, microcline, anorthose, albite) qui possèdent la même orientation géométrique : faces g^1 (010) communes, faces p (001) aussi voisines que le comporte la valeur des angles $p\,g^1$ des individus composants. Le feldspath dominant forme en quelque sorte la charpente de l'édifice, dont l'autre ou les autres feldspaths constituent le remplissage sous forme de facules plus ou moins abondantes et régulières; celles-

ci sont macroscopiques (*perthite*). Dans le gisement classique de Perth (Canada), l'orthose rougeâtre englobe l'albite blanche.

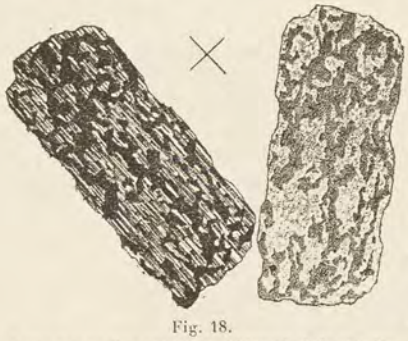


Fig. 18.

Lame mince d'un cristal de feldspath de la syénite néphélinique de Pouzac (*Hautes-Pyrénées*). Microperthite d'orthose sodique et d'anorthose maclée suivant la loi de l'albite. Dans la figure de droite l'assemblage a été placé dans l'une des positions d'éclairement commun faisant disparaître les macles de l'anorthose.

Le plus généralement, et c'est le cas des feldspaths français, ces groupements ne peuvent être décelés que par l'étude microscopique (fig. 18).

On peut distinguer les divers types suivants : *orthose microperthitique*, *microcline microperthitique*, suivant que c'est l'orthose ou le microcline qui englobe les facules d'albite ou d'anorthose.

M. Brögger a donné le nom de *kryptoperthite* à des groupements submicroperthitiques d'orthose et d'albite qui, aux faibles grossissements, se comportent comme un minéral homogène (orthose sodique) et ne peuvent être étudiés qu'aux plus forts grossissements (voir à *microcline*) : leur composition chimique correspond, du reste, à cette hypothèse.

La production d'albite secondaire du type précédent fournit des microperthites, mais souvent aussi celles-ci sont le résultat direct de la cristallisation (syénite néphélinique de Pouzac, albitites de la Sarthe (voir à *albite*), etc.).

c) Feldspaths zonés. — Tandis que les microperthites s'observent surtout dans les feldspaths acides, les feldspaths zonés sont plus fréquents dans la série basique, bien qu'on les constate d'une extrémité à l'autre du groupe des feldspaths.

Dans les feldspaths zonés, le cristal est formé de zones concentriques plus ou moins nombreuses, généralement régulières et emboîtées les unes dans les autres. La plus extérieure donne au cristal sa forme apparente. L'examen microscopique fait voir, d'après la forme de ces diverses zones d'accroissement, que fort souvent le cristal n'a pas eu la même forme extérieure aux divers stades de sa formation. Certaines zones peuvent présenter des particularités de structure, de couleur, dues à l'existence dans les unes d'inclusions qui manquent dans les autres, etc.

Ces diverses zones sont constituées par des feldspaths de composition différente; les plus basiques sont généralement au centre du

cristal, mais ce fait souffre des exceptions. Dans le premier cas, les diverses zones se succèdent régulièrement dans leur ordre de basicité

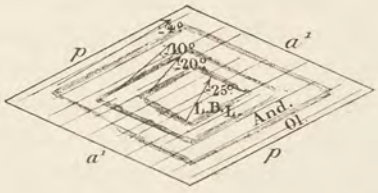


Fig. 19.

Face g^1 (010) d'un cristal feldspathique zoné du trachyte augitique à olivine de La Morangie (*Puy-de-Dôme*). *La basicité croit de la périphérie au centre* [Ol. oligoclase-andésine, And. andésine, L. labrador, L.B. Labrador-bytownite].

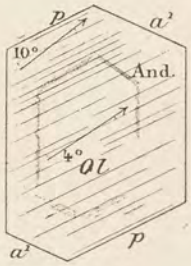


Fig. 20.

Face g^1 (010) d'un cristal feldspathique d'une andésite augitique du Lioran. *La basicité décroît de la périphérie au centre* [And. andésine, Ol. oligoclase-andésine].

croissante en allant de la périphérie au centre (fig. 19) ; plus rarement c'est l'inverse qui a lieu (fig. 20). Dans d'autres cas, il y a des sauts brusques d'un type basique à un type acide (fig. 21). Enfin, parfois on observe des retours (simples ou alternatifs) à la composition d'une zone précédente (fig. 22) (voir aussi les deux photographies reproduites plus loin, aux généralités des *plagioclases*).

Ces variations de structure peuvent être souvent mises en évidence par l'altération de certaines zones, alors que d'autres restent intactes, ou grâce à des essais chimiques (la facile attaque par un acide de l'anorthite, par exemple, quand elle est associée à un feldspath inattaquable). Mais l'examen des propriétés optiques de ces diverses zones (et particulièrement la méthode de l'éclairement commun étudiée par M. Michel-Lévy) est le procédé le plus propre à mettre en évidence leur véritable nature (voir à *plagioclases*).

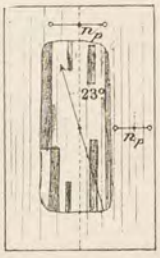


Fig. 21.

Face perpendiculaire à la bissectrice aiguë de la périphérie d'un cristal zoné, formé au centre par du labrador, à l'extérieur par de l'anorthose (Labradorite diabasique de Beaulieu (*Bouches-du-Rhône*)).

L'interprétation théorique du mode de genèse de ces cristaux zonés est facile. A mesure qu'il se produit des cristallisations feldspathiques dans un magma en voie de consolidation, la composition de ce dernier se transforme, celle des produits formés se modifie en même temps.

Quand ces variations sont très lentes ou quand la cristallisation feldspathique est très rapide, les cristaux formés sont homogènes ; dans le cas contraire, ils sont zonés. Si les variations de composition sont faibles, les zones d'accroissement ont des propriétés voisines; quand, au contraire, la composition ou la température du magma varie beaucoup, les cristaux déjà individualisés peuvent se dissoudre partiellement ou être enveloppés par des espèces feldspathiques de composition éloignée : ces cristaux produits dans des magmas de composition et de saturation différentes peuvent en outre donner naissance à des formes éphémères dont la trace n'est souvent laissée que par des traînées d'inclusions.

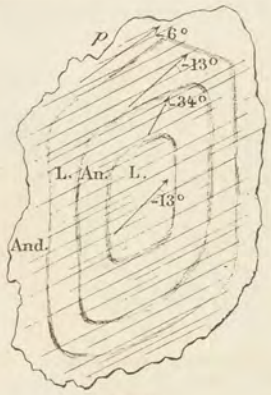


Fig. 22.

Face g^1 (010) d'un cristal zoné du granite amphibolique de Vaugneray (*Rhône*). Il y a *alternance de zones de basicité variée*. [And. andésine, L. labrador, An. anorthite.] Le feldspath le plus basique n'est pas au centre.

Groupements réguliers de feldspaths avec d'autres substances. — Les groupements réguliers de feldspaths[1] avec d'autres substances présentent des types fort nombreux. On peut les classer de la façon suivante :

a) un cristal unique de feldspath englobe un autre minéral
- α. possédant une orientation uniforme. — groupements pegmatiques et micropegmatiques.
- β. possédant des orientations quelconques. — groupements pœcilitiques et micropœcilitiques.

b) plusieurs cristaux de feldspath à orientation quelconque sont englobés par un autre minéral à orientation unique. — groupements ophitiques.

c) plusieurs cristaux de feldspath à orientation quelconque englobent un autre minéral à forme dentelée. — groupements dentelliformes.

a) — α. *Groupements pegmatiques et micropegmatiques.* — Ce genre de groupement est celui qui est bien connu dans la *pegmatite graphique*. Des cristaux cristallitiques de quartz, allongés suivant l'axe vertical, sont disposés en grand nombre dans un cristal de feldspath, de telle sorte qu'une section perpendiculaire à l'axe vertical de l'un d'eux coupe transversalement tous les autres (fig. 23).

1. Par extension, quand ces groupements affectent la totalité ou une grande partie des feldspaths de la roche qui les renferme, celle-ci est dite posséder la structure pegmatoïde, pœcilitique ou ophitique.

Dans les syénites néphéliniques, on observe plus rarement des pegmatites graphiques de feldspath et d'ægyrine[1].

Dans les micropegmatites, ces mêmes pegmatites graphiques se rencontrent, mais dans la pâte microscopique ; tantôt elles sont distribuées sans ordre dans la roche, tantôt elles sont groupées autour d'un minéral plus ancien (quartz ou feldspath) sur lequel s'oriente l'élément semblable de la micropegmatite (*micropegmatite à quartz* ou *feldspath auréolé* (fig. 24) de M. Michel-Lévy) : ce genre de groupement est très fréquent.



Fig. 23.
Groupement pegmatique de quartz et d'orthose (pegmatite graphique (d'Ax)). (Grandeur naturelle.)

Dans d'autres cas, l'auréole n'est pas constituée par un cristal unique, mais par des plages à orientation différente (*micropegmatite à étoilement*) (fig. 25, en haut) ; souvent même le fragment central des figures données plus haut disparaît et la micropegmatite forme des sortes de larges sphérolites. Le quartz est alors en éléments très fins ; souvent même il ne se voit qu'avec de fort grossissements, sur leur bord, et ces groupements (fig. 25, à gauche en bas), passent alors par gradations insensibles à de véritables

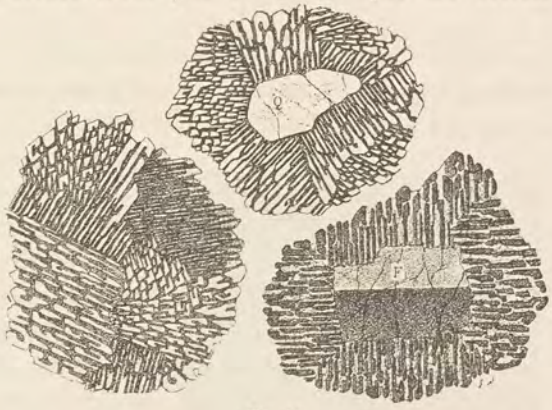


Fig. 24.
Micropegmatites auréolées. (Lame mince de la micropegmatite de Calasima (*Corse*). En haut, un grain de quartz (Q) est entouré d'une auréole de micropegmatite d'orthose et de quartz, dont le quartz est orienté comme le grain central (le feldspath a été éteint). A droite en bas, c'est l'inverse qui se produit : le feldspath de l'auréole est orienté comme le cristal de feldspath central (F). A gauche en bas, micropegmatite dépourvue de cristal central.

1. On peut voir, tome I, page 93, des groupements pegmatoïdes *de quartz et de tourmaline* (fig. 8 et 9) ; j'ai signalé, dans le même volume, des groupements analogues de quartz et de muscovite (page 338), de quartz et de cordiérite (page 521).

sphérolites fibreux à croix noire (*sphérolites pétrosiliceux*) : ceux-ci sont en réalité constitués par du feldspath imprégné de quartz (fig. 25, à droite en bas) et parfois aussi de matière vitreuse. Ces passages des micropegmatites aux sphérolites pétrosiliceux ont été mis en évidence par les travaux de M. Michel-Lévy (*A. M.* VIII. 400. 1875 et *Struct. et classific. des roch. érupt.* 1889. 21).

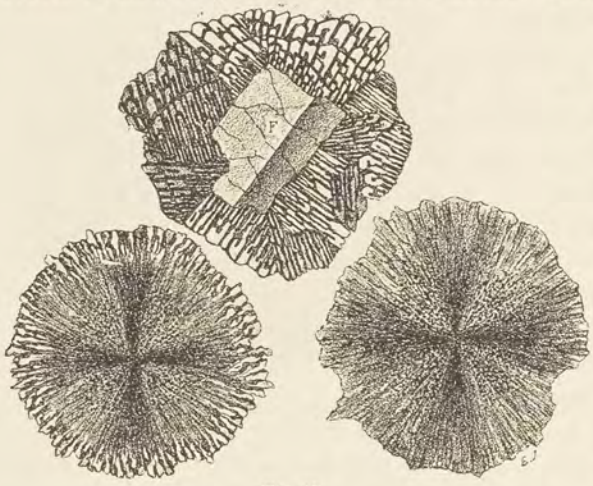


Fig. 25.
Micropegmatites à étoilement, passant (figures inférieures) aux sphérolites à croix noire (Lame mince de la micropegmatite de Calasima).

Les groupements micropegmatiques se rencontrent comme éléments microscopiques des micropegmatites, des rhyolites (porphyres) pétrosiliceuses et à quartz globulaire ; le feldspath y est constitué par de l'orthose, sodique ou non ; on les trouve aussi dans les diorites, diabases, gabbros quartzifères et particulièrement dans ceux qui contiennent de l'orthose.

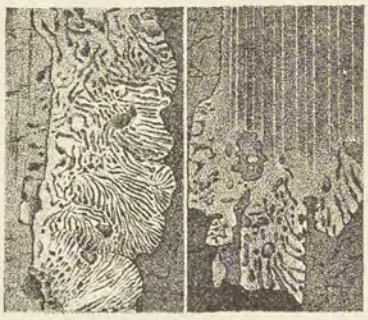


Fig. 26.
Groupements de feldspaths et de quartz vermiculé. A droite, oligoclase de la granulite de Frugières-le-Pin (*Haute-Loire*); à gauche, orthose du gneiss granulitique de Saint-Bonnet près Condat (*Cantal*).

A ce genre d'associations de feldspath et de quartz, il y a lieu d'ajouter ceux qui renferment le quartz de corrosion (fig. 26) (Fouqué et Michel-Lévy) ou vermiculé (Michel-Lévy). Dans une plage feldspathique, il se développe du quartz qui, dans les lames minces, offre l'apparence de larmes ou de gouttelettes (fig. 26), au lieu de présenter des formes géométriques comme dans la micropegmatite. Il existe des passages entre ces deux catégories de groupements : il est probable que beaucoup de ces groupements vermiculés sont d'origine secondaires.

β) *Groupements pœcilitiques et micropœcilitiques.* — Tandis que les

groupements pegmatiques sont fréquents dans les roches acides, c'est dans les roches basiques que se rencontrent le plus souvent les groupements pœcilitiques. Dans ceux-ci, un même cristal de feldspath englobe un grand nombre de cristaux d'un ou plusieurs minéraux n'ayant entre eux aucune relation d'orientation, ou bien, inversement, c'est un autre minéral qui englobe des cristaux ou des grains diversement orientés de feldspath.

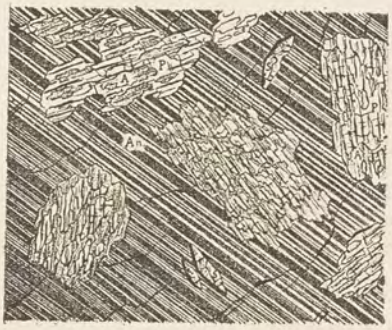


Fig. 27.

Groupement pœcilitique de bytownite (An), de pyroxène (P), ouralitisé (A) et de sphène (S) du gneiss pyroxénique des environs de Montbrison. (Lame mince : grossissement de 15 diamètres.)

Les gneiss à pyroxène montrent souvent de grands cristaux de labrador, de bytownite ou d'anorthite, englobant des grains ou des cristaux de pyroxène (fig. 27). En faisant miroiter à la lumière un clivage de feldspath, on voit le pyroxène former au milieu de celui-ci des taches noires[1]. J'ai décrit des groupements d'anorthite et de pyroxène du même genre dans les cornéennes de contact de la lherzolite de l'Ariège.

Les diorites et gabbros de Levie et de Santa Lucia de Tallano (*Corse*) présentent souvent des cristaux de hornblende brune de plusieurs centimètres, englobant des cristaux nets d'hypersthène et de feldspath, avec lesquels ils constituent une structure pœcilitique facile à voir, même sans le secours du microscope (fig. 4, page 673, tome I).

La même structure se rencontre dans les éléments microscopiques des roches (groupements micropœcilitiques).

Dans beaucoup de basaltes d'Auvergne, le feldspath du second temps, au lieu de se produire en microlites, forme des plages qui englobent une grande quantité de microlites d'augite diversement orientés.

1. Les groupements pœcilitiques (*lustremottling* des minéralogistes anglais) sont fréquents dans les roches non feldspathiques : bronzite (bastite) et olivine (serpentine) des harzburgites, hornblende et olivine des picrites à hornblende (*Ariège*), etc. ; enfin, on en trouve de magnifiques exemples, qui pourraient être considérés comme type de cette structure, dans les cristaux de calcite de Fontainebleau, qui ont englobé des grains de sable quartzeux (grès dit cristallisé de Fontainebleau) et dans certains cristaux de gypse d'Algérie également riches en grains de quartz (voir à *gypse* et à *calcite*).

Enfin, dans les roches acides, les rhyolites (porphyres) à quartz globulaire montrent souvent des groupements pœcilitiques de feldspath et de quartz, les grains ou microlites feldspathiques étant englobés dans des éponges de quartz à orientation homogène (*quartz globulaire* de M. Michel-Lévy ; voir à *quartz*).

Les mêmes groupements sont fréquents dans les roches microlitiques altérées, quartzifiées par voie secondaire (trachytes, andésites quartzifiées, etc.)[1].

b) *Groupements ophitiques.* — Le nom de « structure ophitique » a été donné par M. Michel-Lévy (*B. S. G.* VI. 156. 1877) à la disposition réalisée dans les ophites des Pyrénées et dans un très grand nombre de roches basiques (diabases, basaltes, labradorites, etc.). Elle consiste essentiellement en ce qu'un plus ou moins grand nombre de cristaux de feldspaths (tricliniques) aplatis suivant g^1(010) sont englobés par un cristal de pyroxène (fig. 28). Tantôt, cette disposition est visible à l'œil nu (groupements ophitiques de certaines ophites à grands éléments des gabbros de Corse et des Alpes, du Pallet, etc.); tantôt, il faut employer le microscope pour la déceler (groupements microphitiques) [basaltes, la plupart des ophites des Pyrénées, etc.].

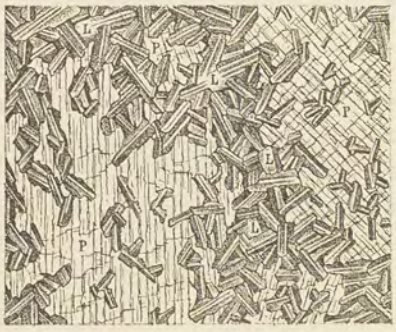


Fig. 28.
Lame mince de l'ophite de Pouzac (*Hautes-Pyrénées*), montrant le groupement ophitique de labrador (L) et d'augite (P). (Lumière polarisée.)

Bien que dans le langage pétrographique la dénomination de « structure ophitique » soit réservée aux groupements de feldspath et de pyroxène, on peut l'appliquer aussi à ceux qui sont représentés par la fig. 3 de la page 63 du tome I : on y voit de l'albite aplatie suivant g^1 (010) moulée par des plages de quartz, par de la cassitérite, de la topaze, etc. Ces divers minéraux jouent le même rôle que le pyroxène dans les ophites normales.

1. J'ai décrit de remarquables exemples de groupements pœcilitiques non feldspathiques dans toutes les roches à dipyre de contact des ophites. (Voir à *dipyre*.) On l'observe aussi dans les néphélinites (microlites d'augite englobés dans de grandes plages de néphéline) ; elle est le résultat d'une transformation secondaire dans les ophites dipyrisées et ouralitisées (amphibole englobée par le dipyre).

c) Groupements dentelliformes. — Je propose de désigner sous le nom de *groupements dentelliformes* et *microdentelliformes* les associations régulières de feldspath et d'un élément coloré, associations que l'on rencontre fréquemment réalisées dans la nature et particulièrement dans les schistes cristallins. L'élément coloré (pyroxène, amphibole) est formé par des cristaux creusés de cavités qui dans les lames minces se présentent sous une forme dentelée, dont les *jours* sont limités, soit par des contours anguleux en rapport avec la symétrie cristalline du minéral, soit par des contours arrondis.

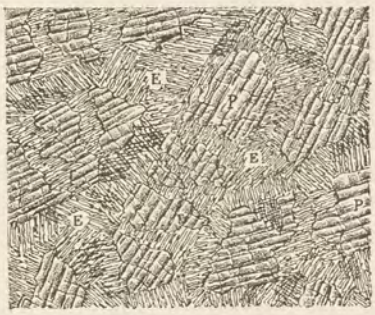


Fig. 29.
Lame mince de l'éclogite de Bouvron (*Loire-Inférieure*) montrant de grands cristaux d'omphazite (P) se transformant en un groupement microdentelliforme de smaragdite et d'albite.

Le feldspath (généralement triclinique), au lieu de former une plage unique comme dans le cas de la structure pegmatique, est constitué par des plages grenues ne présentant le plus souvent aucune orientation les unes par rapport aux autres. Ce feldspath remplit tous les *jours* de la dentelle formée par le silicate coloré.

Comme exemple de ces groupements [1], je citerai ceux d'amphibole et de labrador des amphibolites de Marmagne (Michel-Lévy : *B. S. M.* I. 41. 1878), ceux d'albite, d'amphibole et de pyroxène, que j'ai décrits, dans les éclogites, les gneiss amphiboliques et pyroxéniques de la Loire-Inférieure (*B. S. M.* XII. 1889; *B. Sc. nat. Ouest*, I. 1892) (fig. 29).

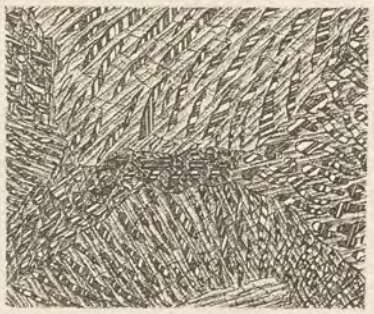


Fig. 30.
Lame mince de la lherzolite transformée du Tuc d'Ess en Coulédoux, montrant des groupements dentelliformes de hornblende et d'anorthite.

La figure 30 représente des groupements dentelliformes d'anorthite et d'amphibole verte produits par transformation de la lherzolite du Tuc d'Ess (voir à *anorthite*).

Comme variétés de groupements dentelliformes, on peut distinguer

1. Cette structure dentelliforme s'observe aussi par le groupement de grenat et de quartz; d'amphibole, de pyroxène et de quartz, etc.

les *groupements kélyphitiques*, qui s'observent dans les péridotites (serpentines), les diallagites, dans les gneiss amphiboliques grenatifères, etc.; l'amphibole est allongée suivant l'axe vertical et implantée perpendiculairement à la surface des cristaux de grenat.



Fig. 31.

Lame mince de la diallagite à grenat de Moncaup (*Haute-Garonne*). Un grand cristal de diallage renferme un grain de pyrope. Aux dépens de ces deux minéraux se forment de l'anorthite et de l'amphibole en groupements microdentelliformes et microkélyphitiques.

Les *groupements kélyphitiques* sont des *groupements dentelliformes à étoilements*. Au point de vue de la disposition, ils peuvent, dans une certaine mesure, être comparés aux groupements de micropegmatites représentés par la fig. 25 et donnant des globules à étoilements : mais ils présentent avec eux cette différence que l'élément central du groupement est toujours différent de ceux qui constituent la zone kélyphitique.

Ces kélyphites forment aux cristaux de grenat une enveloppe concen-

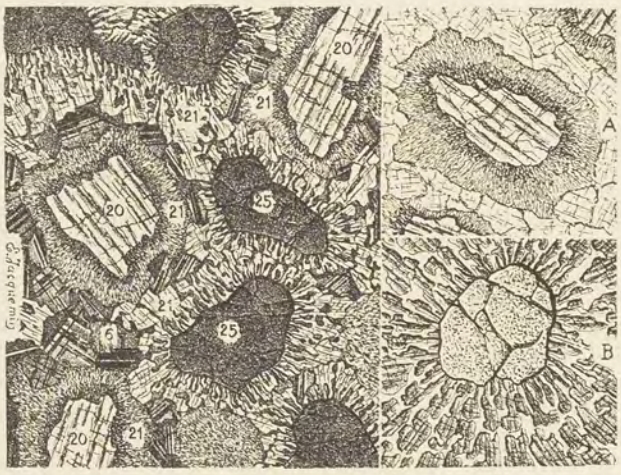


Fig. 32.

Groupements microkélyphitiques d'amphibole et de plagioclase autour du grenat (25) de l'éclogite de Gerscao en Plounévez (*Finistère*). La roche renferme, en outre, du pyroxène (20), se transformant en un semblable mélange. En A et en B mêmes groupements (autour du pyroxène A et du grenat B).

trique, ayant parfois une épaisseur notable. A l'œil nu, elles semblent

formées par de l'amphibole fibreuse. L'emploi du microscope permet de déceler leur véritable nature.

Des groupements microscopiques du même genre se rencontrent dans les gneiss à pyroxène de Bretagne (structure microkélyphitique) (fig. 32).

Inclusions. Suivant leur origine, les divers feldspaths peuvent posséder des inclusions microscopiques (primaires ou secondaires), gazeuses, liquides ou vitreuses, qui sont parfois régulièrement orientées sur leur hôte, sans cependant présenter rien de caractéristique. Il n'en est pas de même pour certaines inclusions que peuvent posséder l'adulaire, l'albite, l'oligoclase et le labrador, pour l'étude desquelles je renvoie à ces articles.

Altérations. Les feldspaths présentent un nombre considérable de modes d'altérations. Les uns se montrent indistinctement dans tous les feldspaths; d'autres, au contraire, sont spéciaux à quelques-uns d'entre eux. On peut les résumer de la façon suivante :

Altérations atmosphériques. — *a*) Transformation en minéraux phylliteux. — Les minéraux secondaires que je désigne sous ce nom sont caractérisés par l'existence d'un clivage facile suivant la base; ils se présentent sous la forme de petites paillettes; ce sont la muscovite (damourite), la kaolinite, l'hydrargillite et enfin la chlorite.

α) Damouritisation. — La transformation en mica est fréquente dans tous les feldspaths. Elle se propage le plus souvent dans les clivages faciles[1]; peu à peu le minéral est comme rongé et parfois entièrement transformé en paillettes d'un mica incolore. Celles-ci sont souvent cryptocristallines, mais elles sont parfois de taille suffisante pour que l'examen de leurs propriétés optiques soit possible; l'écartement des axes est généralement très faible, ce qui m'engage à assimiler un grand nombre de ces micas à la variété de muscovite désignée sous le nom de *damourite*.

Les feldspaths transformés en micas deviennent tout d'abord troubles, puis ils perdent leur aspect vitreux, pour prendre un aspect cireux ; leur

1. Le mica secondaire se produisant souvent le long des clivages p (001), g^1 (010) des feldspaths, on comprend pourquoi dans les lames minces de roche les paillettes micacées de feldspath altéré se présentent souvent orientées dans deux directions rectangulaires ou voisines seulement de 90°. Les clivages m (110) de l'orthose de l'Ariège sont aussi recouverts d'un enduit nacré de damourite.

dureté diminue, leur densité augmente. A l'œil nu, ils apparaissent souvent d'un beau jaune. Le résultat de cette transformation a été désigné par divers auteurs sous le nom de *pinitoïde* : le granite de Romanèche (*Saône-et-Loire*) donne de superbes exemples de ces produits jaune d'or ; la prétendue *villarsite* du granite du Forez et du Morvan, dont il a été question tome I, page 194, n'est pas autre chose que du feldspath damouritisé.

Cette transformation est souvent irrégulière, affectant tantôt le centre, tantôt la périphérie des cristaux. Dans les feldspaths zonés, certaines zones sont parfois altérées, alors que d'autres sont intactes. On rencontre ce mica blanc associé à de l'épidote, du quartz, de la calcite.

Enfin, dans les pegmatites, le développement de muscovite drusique formée aux dépens des feldspaths est parfois accompagné de cristallisation de quartz et d'albite.

Par analogie avec leur composition chimique, on peut supposer que le mica secondaire formé aux dépens des feldspaths tricliniques sodo-calciques se rapporte dans certains cas à la paragonite. Les propriétés optiques sont impuissantes à démontrer cette hypothèse et les essais chimiques ne sont guère possibles pour assurer sa vérification.

Delesse a analysé les feldspaths tricliniques de beaucoup de roches des Vosges ; dans quelques-uns d'entre eux, et particulièrement dans ceux de la diabase de Ternuay (*Haute-Saône*), il a constaté la présence d'une quantité notable de magnésie, de potasse et d'eau. En réunissant ces substances à la chaux et à la soude, il a obtenu un rapport d'oxygène conduisant à une formule intermédiaire entre celle du labrador et celle de l'anorthite. Considérant ces feldspaths comme une espèce définie, il l'a désignée sous le nom de *vosgite* (*A. M.* XII. 287. 1847).

SiO^2.....	49,32
Al^2O^3.....	30,07
Fe^2O^3.....	0,70
MnO.....	0,60
CaO.....	4,25
MgO.....	1,96
Na^2O	4,85
K^2O	3,45
H^2O.....	3,15
	99,35

L'examen microscopique montre que le feldspath de Ternuay dont

l'analyse vient d'être donnée n'est autre chose qu'un labrador incomplètement transformé en mica : le nom de *vosgite* doit donc être rayé de la nomenclature minéralogique.

β) Kaolinisation. — Un stade plus avancé de décomposition conduit à la formation de kaolinite par perte complète des alcalis, sans apport de magnésie comme dans le cas précédent (décomposition par l'action des eaux météoriques chargées d'acide carbonique et enlevant les alcalis sous forme de carbonates solubles). La transformation du feldspath s'effectue suivant la même marche que pour la damouritisation ; le produit altéré est souvent d'un beau blanc de neige. La dureté du feldspath diminue, et sa densité devient également plus faible (distinction d'avec la damouritisation). On sait que ce sont surtout les feldspaths acides (orthose, microcline, albite) qui présentent ce mode de décomposition, origine première des gisements de kaolin. La kaolinite ainsi formée par altération des feldspaths reste sur place ou va se concentrer mécaniquement dans des poches ou fissures.

L'examen microscopique montre que généralement les paillettes de kaolinite sont de plus petite taille que celles des micas.

On a vu, à la page 464 du tome I, que la kaolinisation des feldspaths n'est pas toujours un phénomène de décomposition superficielle. Je reviendrai sur ce sujet page 49.

γ) Transformation en chlorite. — Dans les roches très altérées, il n'est pas rare de voir les feldspaths imprégnés de chlorite ; à ce point de vue il y a lieu de signaler les transformations en pennine (pseudophite) de l'orthose de SainteMarie-aux-Mines (fig. 33) dont il a été question page 388 du tome I. Cette transformation s'effectue par départ d'alcalis et apport de magnésie, de fer empruntés aux éléments voisins.



Fig. 33.
Nodule feldspathique des cipolins de la carrière Saint-Philippe, entouré d'une zone fibrolamellaire de phlogopite. L'orthose (F) se transforme en pseudophite. (Réduction de 1/3 environ.)

Dans quelques gabbros de Corse (groupe supérieur de la première série basique signalée page 590 du tome I), les feldspaths tricliniques se transforment en pennine grenue d'un vert clair. Dans un échantillon de Sant' Agostino près Sermano, que m'a communiqué M. Nentien, on peut suivre les diverses phases de la corrosion graduelle des feldspaths. Il faut peut-être considérer

cette chloritisation comme un cas particulier de la saussuritisation, car parfois, dans la même roche, on voit se développer, dans le feldspath non chloritisé, de grands cristaux de zoïsite et même tous les minéraux habituels de la saussurite qui se mêlent à la chlorite. Ces gabbros sont généralement riches en glaucophane.

δ) Transformation en glauconie. — Ce genre de transformation ne s'observe que dans les calcaires sédimentaires ou tertiaires, dans lesquels les grains clastiques d'orthose, de microcline, sont parfois très fissurés et imprégnés de paillettes de glauconie qui, peu à peu, envahissent complètement le minéral et le transforment en un agrégat de lamelles vertes excessivement fines. Les calcaires cénomaniens des environs du Havre m'ont fourni les plus beaux exemples de ce genre d'altération.

Ces transformations se sont opérées dans le fond des mers (voir tome I, page 409), sans l'intervention d'agents chimiques autres que ceux qui sont dissous dans l'eau de mer. C'est pourquoi j'ai placé ici ce genre d'altération.

ε) Transformation en hydrargillite. — Cette transformation s'observe surtout dans les roches basiques et particulièrement dans les basaltes, dont les microlites sont transformés souvent d'une façon complète en petites lamelles d'hydrargillite ; ce minéral se distingue aisément des précédents par la grande obliquité des extinctions des sections de la zone perpendiculaire au clivage, par les macles polysynthétiques rappelant celles des feldspaths tricliniques, par le signe positif de la bissectrice aiguë oblique au clivage. La biréfringence est d'environ $n_g - n_p = 0{,}019$ (voir à hydrargillite). Le même minéral forme généralement, sur les parois des cavités de la roche, des croûtes fibrolamellaires se prêtant bien à l'examen des propriétés optiques.

b) Transformation en calcite, épidote, quartz. — Les pseudomorphoses en calcite, épidote, quartz sont fréquentes et ne présentent pas de particularités bien remarquables.

c) Dipyrisation. — J'ai décrit avec détail (*B. S. M.* XIV. 16. 1891) les phénomènes de transformation en dipyre des feldspaths tricliniques basiques des diabases amphiboliques et des ophites des Pyrénées. La marche de cette altération est toujours la même ; dans les fentes des feldspaths ou sur la périphérie des plages, on voit apparaître du dipyre, qui par corrosion gagne de proche en proche et finit par épigéniser totalement le minéral aux dépens duquel il se produit. Un même cristal

de dipyre de grande taille se forme parfois par la corrosion d'un grand nombre de cristaux de feldspath. La roche ainsi transformée est alors à beaucoup plus grands éléments qu'à l'état intact. Ce fait est surtout remarquable quand la dipyrisation a lieu aux dépens de roches de contact microlitiques ou finement grenues. La dipyrisation est presque toujours accompagnée d'ouralitisation du pyroxène.



Fig. 34.
Lame mince d'une diabase du port de Saleix (*Ariège*) montrant la transformation progressive du labrador (L) en dipyre (W); à droite se trouve un cristal d'augite (P). (Lumière polarisée.)

Les ophites dipyrisées se reconnaissent aisément à l'œil nu ; l'élément blanc devient très apparent, d'un blanc de lait. La roche perd généralement de sa ténacité.

La dipyrisation est un phénomène qui a commencé à se produire à une époque lointaine de l'histoire des roches pyrénéennes ; elle ne peut cependant être considérée comme liée nécessairement aux phénomènes dynamométamorphiques contemporains des plissements pyrénéens, car j'ai observé des échantillons dans lesquels le dipyre a subi des actions mécaniques puissantes (structure en ciment), alors que souvent on rencontre ce minéral se formant aux dépens d'éléments anciens écrasés ou aux dépens de roches n'ayant subi aucune déformation mécanique. A Lez (*Haute-Garonne*), il est facile de constater que la dipyrisation est un phénomène superficiel qui se continue certainement à l'heure actuelle. A Pouzac et à Castillon, on voit en outre nettement que le phénomène se propage le long des diaclases, facilitant la pénétration des eaux atmosphériques dans la masse ophitique.

d) Zéolitisation. — Dans les gisements français, je n'ai observé de transformations de feldspaths (orthose, anorthose) en zéolites que dans les syénites néphéliniques de Pouzac (*Hautes-Pyrénées*), dans les enclaves homœogènes (syénite néphélinique ou sodalitique) de quelques phonolites néphéliniques du Plateau Central et enfin dans la néphélinite porphyroïde du puy de Saint-Sandoux. Cette zéolitisation [formation de mésotype, d'hydronéphélite et plus rarement (Saint-Sandoux) de christianite] commence toujours aux dépens de la néphéline et des minéraux du groupe de la sodalite, pour se propager ensuite dans les feldspaths.

Au milieu des fragments de gneiss et de granite englobés et métamorphisés par les roches volcaniques basiques et acides du Plateau Central, on trouve souvent (*Les encl. des roch. volc.*) des zéolites (christianite, thomsonite, rarement apophyllite) ayant emprunté leurs éléments aux feldspaths, mais ceux-ci ont été préalablement fondus : ce n'est donc pas, à proprement parler, une pseudomorphose dont il s'agit ici, bien que, dans certains cas, la zéolitisation ait pu attaquer les fragments feldspathiques encore intacts.

La même observation peut être faite au sujet des zéolites (chabasie et stilbite) que j'ai trouvées dans l'ophite de Lez près Saint-Béat (*Haute-Garonne*), dans celle de Pouzac (*Hautes-Pyrénées*), etc. ; celles-ci se sont produites dans le feldspath (labrador) après sa transformation en dipyre ; c'est ce dernier minéral qui semble avoir été décomposé à son tour pour donner naissance aux minéraux qui viennent d'être signalés.

e) Transformation en wollastonite. — Les gneiss à pyroxène de Roguédas (*Morbihan*), de Saint-Clément (*Puy-de-Dôme*) et de Saint-Félicien (*Ardèche*) renferment de la wollastonite, qui, au moins en partie, est d'origine secondaire et produite aux dépens de l'anorthite de ces roches. A Roguédas, le feldspath se remplit peu à peu de fibres de wollastonite offrant souvent les macles suivant h^1 (100) ; par places elles forment des faisceaux plus ou moins parallèles ou divergents, ailleurs elles s'enchevêtrent de la façon la plus irrégulière, puis peu à peu le feldspath est totalement épigénisé (fig. 35).

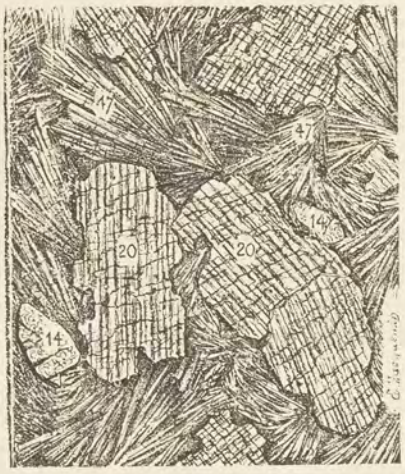


Fig. 35.
Lame mince du gneiss à pyroxène de Roguédas (*Morbihan*) dont l'anorthite a été entièrement transformée en wollastonite (47) qui englobe le pyroxène (20) et le sphène (14).

Altérations spéciales aux régions dynamométamorphisées. — Saussuritisation. — Les plagioclases basiques (labrador, bytownite, anorthite) des gabbros des régions dynamométamorphisées, et particulièrement ceux (euphotides) des Alpes et de Corse, présentent souvent une transformation profonde.

Ils sont remplacés par une masse finement grenue, à éclat mat, d'un blanc bleuâtre, grisâtre ou verdâtre, dont la densité est généralement plus grande que celle des feldspaths et atteint 3,40. Ce produit fut d'abord considéré comme une substance spéciale. H. B. de Saussure (*Voyage dans les Alpes*, I. 114. 1787) l'a rapporté au jade ; Delametherie l'a désigné sous le nom de *lehmanite* (*Théorie de la Terre*, II. 354. 1797) ; enfin Th. de Saussure l'a décrit sous celui de *saussurite* (*J. M.* XIX. 205. 1806), sous lequel il a été désigné jusqu'au jour où les études microscopiques ont définitivement montré son hétérogénéité (voir notamment Cathrein, *Z. K.* X. 444. 1885).

D'une façon générale, les feldspaths saussuritisés sont transformés en un mélange de zoïsite, d'épidote, de feldspath acide (ordinairement albite) avec souvent des amphiboles (trémolite et actinote) incolores ou peu colorées, et parfois du grenat, du rutile, plus rarement une wernerite, du quartz ; consécutivement les pyroxènes sont ouralitisés (smaragdite, glaucophane, etc.).Ces transformations présentent des différences individuelles considérables, et il me paraît utile de donner la description de quelques échantillons de localités françaises permettant de préciser la nature de ces différences.

Ces phénomènes de saussuritisation se rencontrent exclusivement dans les gabbros de régions dynamométamorphisées ; ils sont souvent accompagnés par une structure schisteuse rubanée, pseudofluidale, qui est le témoin des phénomènes mécaniques subis par les roches qui les présentent.

Dans le gabbro de Villarodin près Modane (*Savoie*), le feldspath triclinique primordial a totalement disparu : il est remplacé par des grains irréguliers d'épidote et de zoïsite se touchant presque tous et moulés par des plages globuleuses et irrégulières d'un feldspath non maclé, qui, par le signe positif de sa bissectrice aiguë, l'écartement de ses axes optiques ($2V = 75°$ à $80°$), paraît être de l'albite. Il existe en outre quelques aiguilles d'une amphibole incolore en lames minces. L'albite forme souvent une enveloppe relativement pauvre en épidote aux grands cristaux de diallage en voie d'ouralitisation. Dans d'autres échantillons, la structure originelle de la roche est à peine visible au microscope, le diallage est totalement transformé en amphibole verte ou en glaucophane. Ces deux minéraux sont extrêmement abondants, mélangés aux produits de saussuritisation, à du sphène secondaire et par places à de la calcite (voir tome I, page 581).

Enfin, un dernier échantillon est plus transformé encore que les précédents, bien que par ses caractères extérieurs il ait conservé l'apparence d'un gabbro. L'examen microscopique montre qu'il est formé par de gros cristaux d'épidote, des cristaux allongés d'une glaucophane d'un bleu de Prusse foncé très pléochroïque, englobés par de l'albite et de la calcite ; il existe des fragments d'une biotite foncée ; le fer titané est transformé en sphène.

Dans des échantillons de gabbros (euphotides) du mont Genèvre, que j'ai examinés, le feldspath est entièrement transformé en grands cristaux prismatiques de zoïsite atteignant plusieurs millimètres, accompagnés de quelques aiguilles d'amphibole incolore et englobés par de grandes plages d'albite très rarement maclée. Par places et particulièrement au voisinage de grands cristaux de diallage ouralitisé (smaragdite), l'amphibole en petites aiguilles devient extrêmement abondante.

Les gabbros (euphotides) à smaragdite de Corse offrent des transformations analogues.

Dans la norite d'Arvieu (*Aveyron*), tandis que la bronzite se transforme en anthophyllite, le labrador se décompose en albite grenue, grenat grossulaire, actinote, etc.

Transformation par fumerolles acides. — α) Transformation en tourmaline. — J'ai décrit dans le tome I, page 98, des pseudomorphoses de gros cristaux d'orthose de la microgranulite de Chaludet (*Puy-de-Dôme*) en tourmaline fibreuse. Quand le remplissage du cristal d'orthose est incomplet, la tourmaline y présente des formes nettes à l'extrémité libre des fibres divergentes (fig. 36).

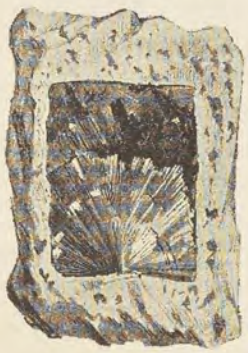


Fig. 36.
Cristal d'orthose de Chaludet (*Puy-de-Dôme*) transformé en tourmaline. (Grandeur naturelle.)

Ces transformations ont été opérées par voie de fumerolles et sont comparables aux pseudomorphoses d'orthose en cassitérite du Cornwall ; elles sont identiques à celles qui ont été observées par Breithaupt dans l'orthose de Johann-Georgenstadt (*in* Blum, *Pseudomorph.* II. 136).

On a vu, page 465 du tome I, que beaucoup de gisements de kaolin renfermant de la cassitérite se sont vraisemblablement produits par l'action de fumerolles fluorées sur les feldspaths.

β) Transformation en alunite. — Les tufs andésitiques et trachytiques du ravin de la Craie au Mont-Dore ont été traversés par des émanations sulfureuses (voir à *soufre*) qui les ont profondément altérés. Les feldspaths potassiques (sanidine, anorthose, etc.) ont été, de même que la masse de la roche, plus ou moins attaqués et transformés en alunite, alors que les plagioclases résistaient davantage. Au microscope, on constate que les feldspaths altérés sont remplacés par de petites plages d'alunite faciles à reconnaître par leurs propriétés optiques. Le clivage parallèle à a^1 (0001) est perpendiculaire à l'axe optique unique positif. La biréfringence maximum $n_g - n_p = 0{,}020$. On peut distinguer dans les géodes de petits rhomboèdres basés du même minéral. La roche altérée est souvent riche en soufre natif, qui vient remplir les vides laissés par la destruction complète de grands cristaux feldspathiques.

Transformations par fumerolles à sels alcalins. — Les roches feldspathiques enclavées par les magmas volcaniques acides (trachytes, andésites à biotite ou hornblende) ont subi des phénomènes de résorption parfois très intenses, souvent facilités par une fusion préalable. J'ai décrit (*Les encl. des roches volc.* 1893) de nombreux exemples de feldspaths monocliniques ou tricliniques de gneiss ou de granite (enclavés dans les roches trachytiques d'Auvergne) corrodés et nourris par de l'orthose sodique récente, géométriquement orientée sur les fragments anciens (fig. 17) : la production de ce dernier minéral est due à l'action, sur les éléments de l'enclave, des fluides alcalins ayant accompagné l'émission de la roche volcanique.

Dans les andésites et les trachytes enclavés par les trachytes plus récents du mont Dore, les grands cristaux de sanidine atteignant plusieurs centimètres de longueur sont fréquemment plus ou moins corrodés et remplacés par un agrégat miarolitique de sanidine, de tridymite, d'augite, d'hypersthène, etc. : ces minéraux se sont produits par le même mécanisme que dans les enclaves énallogènes.

Transformation sous l'action de la chaleur. — Les feldspaths des enclaves quartzofeldspathiques que l'on rencontre en grande abondance dans les roches volcaniques d'Auvergne ou dans leurs tufs ont souvent subi des transformations physiques très intenses. Ils sont *étonnés*, leurs clivages s'ouvrent largement, puis ils fondent progressivement et parfois recristallisent en présentant de nombreuses particularités pour la description desquelles je renvoie à mon mémoire

déjà cité. Le minéral se charge d'inclusions gazeuses, vitreuses, qui le rendent trouble. L'orthose est optiquement déformée [tufs basaltiques du Velay et en particulier de La Denise près le Puy (*Haute-Loire*)].

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le groupe des feldspaths est l'un des plus importants, non seulement à cause des intéressantes propriétés qui ont été exposées plus haut et qui seront étudiées plus en détail dans les paragraphes suivants, mais encore à cause du rôle considérable que ses divers membres jouent dans la constitution des roches.

Aussi me paraît-il utile de donner ici quelques indications générales sur les conditions dans lesquelles on les trouve, ce qui évitera des répétitions dans les paragraphes spéciaux à chacun d'entre eux.

Les feldspaths se rencontrent dans les diverses catégories suivantes de gisements :

1° *Dans les roches éruptives.*

α. *Comme élément essentiel.*

Les feldspaths constituant l'élément essentiel et souvent caractéristique de la plupart des roches éruptives, je crois devoir rappeler sommairement ici les principes de la classification et de la nomenclature pétrographique dont j'ai fait usage dans ce livre. Ce sont, avec quelques modifications, celles qui ont été à diverses reprises exposées par mes maîtres, MM. Fouqué et Michel-Lévy (*Minéralogie micrographique*, Paris, 1878, et Michel-Lévy, *Structure et classification des roches éruptives*, 1889).

Le principe de la classification repose sur la considération de la structure et de la composition minéralogique ; la nomenclature qui lui correspond permet de désigner une roche par ses propriétés intrinsèques seules, abstraction faite de toute notion extérieure. L'avantage d'une semblable classification saute aux yeux, car elle laisse les faits d'observation précis en dehors de toute question théorique sur le gisement ou l'origine de la roche étudiée. Les roches ainsi minéralogiquement spécifiées peuvent ensuite être groupées en familles géologiques, dont l'établissement et l'étude sortent du sujet de cet ouvrage.

TABLEAU DES GROUPES DE ROCHES ÉRUPTIVES

Éléments colorés caractéristiques	ROCHES FELDSPATHIQUES								ROCHES NON FELDSPATHIQUES						
	à Feldspaths non calcosodiques				à Plagioclases calcosodiques				à Feldspathoïdes			sans Feldspathoïdes			
	avec Quartz	seuls	avec Feldspathoïdes		avec Quartz	seuls	avec Feldspathoïdes		Néphéline	Leucite	Mélilite	Micas	Amphiboles	Pyroxènes	Olivine
			Néphéline	Leucite			Néphéline	Leucite							
I. ROCHES A STRUCTURE GRENUE OU OPHITIQUE *(Un seul temps de consolidation, ou plusieurs temps successifs sans discontinuité tranchée ; roches holocristallines.)*															
Micas	Granites (Granites, Granulites et Pegmatites)	Syénites micacées (Minettes)	Syénites néphéliniques et leucitiques		Kersantites quartzifères	Kersantites									
Amphiboles		Syénites			Diorites quartzifères	Diorites									
Pyroxènes : Augite et Diopside		Syénites augitiques			Diabases quartzifères	Diabases	Teschenites		Ijolite				Amphibolites	Pyroxénolites	Péridotites
Pyroxènes : Diallage et Hypersthène					Gabbros et Norites quartzifères	Gabbros et Norites									
Olivine						Diabases, Gabbros, Norites à olivine	Teschenites à olivine								
II. ROCHES A STRUCTURE PORPHYRIQUE, MICROLITIQUE OU SEMI-OPHITIQUE *(Deux temps de consolidation nettement tranchés : roches à résidu vitreux fréquent et souvent abondant.)*															
Micas, Amphiboles ou Pyroxènes	Microgranulites et Rhyolites Trachytes quartzifères	Trachytes	Phonolites	Leucophonolites	Dacites, Andésites et Labradorites quartzifères	Andésites et Labradorites	Téphrites	Leucotéphrites	Néphélinites	Leucitites	Mélilitites	Biotilites	Hornblendilites	Augitites	
avec en outre Olivine		Trachytes à olivine				Andésites et Labradorites à olivine Basaltes	Téphrites à olivine	Leucotéphrites à olivine	Néphélinites à olivine	Leucitites à olivine	Mélilitites à olivine			Limburgites	

Les noms de *porphyres, orthophyres, porphyrites, mélaphyres,* sont ceux donnés autrefois aux rhyolites, trachytes, andésites ou labradorites et basaltes antétertiaires ; ils sont commodes pour le langage géologique, mais n'ont aucune valeur au point de vue de la classification.

Dans la série de roches sans feldspaths ni feldspathoïdes, il existe des types très variés de pyroxénolites et de péridotites. Les pyroxénolites diffèrent les unes des autres par la nature de leur pyroxène dominant (*diallagites*, *bronzitites*, *diopsidites*) ; les péridotites, d'après celle des pyroxènes accompagnant l'olivine (*picrites*, *harzburgites*, *wehrlite*, *lherzolites*). Il existe même des types sans pyroxènes (*dunites*) (voir tome I, à *olivine*).

Dans la série microlitique, les andésites et les labradorites se distinguent les unes des autres par la nature du plagioclase microlitique.

A. Lacroix. *Minéralogie de la France*. T. II, p. 51.

La *considération de la structure* permet de distinguer les roches éruptives en deux grands groupes, celui des *roches grenues*, holocristallines (*granites*, *diorites*, *gabbros*, *péridotites*, etc.) et celui des roches microlitiques, dans la cristallisation desquelles il est possible de distinguer nettement deux périodes et dans lesquelles il existe le plus souvent un résidu vitreux non cristallisé.

La *considération de la composition minéralogique* conduit à introduire dans ces deux groupes des divisions empruntées — pour les roches à structure grenue, en premier lieu à l'élément ferrugineux et en second lieu à la nature du feldspath qui l'accompagne, — pour les roches à structure microlitique, tout d'abord à la nature du feldspath du second temps de consolidation (microlites) et ensuite aux éléments ferrugineux.

Le tableau ci-joint donne une vue d'ensemble sur les différents types pétrographiques, dont chacun est susceptible de très nombreuses divisions secondaires.

Ce tableau est, à quelques modifications près, la reproduction de celui que j'ai donné dans mes conférences au Collège de France depuis plusieurs années et que j'ai publié en 1893 (*Les encl. des roches volc.*). Il fait disparaître cette dualité de noms pour les roches de même composition suivant quelles sont paléo- ou néo-volcaniques, dualité qui ne peut être admise dans une classification minéralogique.

En ce qui concerne les *roches grenues*, la nature du feldspath est indiquée à l'aide d'un adjectif, un *gabbro labradorique* étant un gabbro dont le feldspath appartient à la série du labrador. L'épithète d'*andésitique* est réservée pour désigner les roches dont les feldspaths appartiennent aux séries de l'oligoclase et de l'andésine, etc.

Dans les *roches microlitiques*, quand les microlites feldspathiques qui servent à dénommer la roche sont accompagnés de microlites d'un élément ferrugineux, celui-ci est spécifié par un adjectif, les éléments ferrugineux en cristaux du premier temps de consolidation étant ensuite énumérés (ils sont précédés de la préposition *à*) ; c'est ainsi qu'un *trachyte augitique à olivine* est une roche dont les microlites d'orthose (« *trachyte...* ») sont accompagnés de microlites d'augite (« ... *augitique...* »), la roche renfermant de grands cristaux d'olivine (« ... *à olivine* »).

Dans ce tableau de classification, il n'a pas été fait d'indication spéciale pour les roches à structure ophitique qui, dans les séries verticales, établissent le passage entre les roches grenues et les roches

microlitiques, ni pour les roches vitreuses qui portent le nom de *pechsteins* pour tout le groupe des roches quartzifères, d'*obsidiennes* pour la série des trachytes et des andésites, de *tachylites* pour les roches plus basiques.

Forme sous laquelle les feldspaths se rencontrent dans les roches éruptives.

a) *Roches grenues*. Les feldspaths des roches grenues se présentent avec des formes géométriques ou sans formes distinctes ; dans le premier cas, ils se rapportent ordinairement au type I ou II (voir page 25) ; ils ne sont généralement pas susceptibles d'être isolés en cristaux nets, sauf dans les roches à structure miarolitique[1] ; le plus souvent ils se sont gênés mutuellement au moment de leur cristallisation et ne forment que des cristaux arrondis ou même des plages irrégulières moulant les éléments plus anciens.

J'examinerai rapidement, au point de vue de la nature de leurs feldspaths, les différentes roches grenues, pour ne m'occuper, aux paragraphes spéciaux à chaque série feldspathique, que des gisements présentant quelque particularité intéressante.

Granite. — Dans le granite normal, le feldspath caractéristique est l'orthose, parfois accompagnée de microcline, d'anorthose. Les feldspaths sans forme distincte (sauf dans les granites porphyroïdes) sont postérieurs aux feldspaths tricliniques, qui, dans les granites normaux, appartiennent au groupe de l'oligoclase et de l'andésine, mais peuvent dans les granites à amphibole devenir plus basiques, atteindre le labrador, la bytownite et même l'anorthite [granite de Vaugneray (Michel-Lévy, *Ét. sur la détermin. des feldsp.*, 1893)]. Ces feldspaths basiques, généralement très zonés, sont surtout fréquents dans les granites à amphibole produits par métamorphisme endomorphe au contact de roches calcaires, elles-mêmes exomorphisées. De beaux exemples de faits de ce genre ont été mis en lumière par les travaux de M. Michel-Lévy (*op. cit.*). J'en ai moi-même trouvé de magnifiques dans les Pyrénées et notamment au sud d'Ax. Ces granites à amphibole passent à de véri-

1. La structure miarolitique est caractérisée par l'existence de cristaux à formes nettes, s'enchevêtrant et laissant entre eux des espaces vides que tapissent des cristaux distincts. Les filons granulitiques, les sanidinites des trachytes présentent de beaux exemples de cette structure.

tables diorites, par l'intermédiaire de diorites quartzifères, pauvres en quartz et en orthose.

L'orthose des granites présente de fréquentes associations microperthitiques avec de l'albite et plus rarement de l'anorthose.

Granulites. — Dans la granulite, les feldspaths, comme le quartz du reste, ont une grande tendance à prendre des formes propres, qui deviennent extrêmement fréquentes dans les filons miarolitiques où ont été recueillis quelques-uns des plus intéressants cristaux d'orthose qui seront décrits plus loin. Ils y sont accompagnés de cristaux d'albite, de quartz généralement enfumé, de muscovite, d'apatite, de tourmaline, etc.

De beaux cristaux d'orthose ou de microcline se trouvent aussi engagés dans les filons de quartz de pegmatites. Ce genre de gisement produit les plus gros cristaux de feldspath dont j'aurai l'occasion de parler plus loin. Leurs poids atteint parfois plusieurs kilogrammes.

Les feldspaths dominants des granulites sont l'orthose et le microcline, seuls ou associés. C'est dans cette catégorie de roches que le microcline atteint son maximum de développement. L'orthose et le microcline forment fréquemment, dans les pegmatites, des masses laminaires de très grande dimension, très souvent imprégnées de filonnets microscopiques de quartz et d'albite.

L'albite se rencontre aussi à l'état primaire dans nombre de granulites et d'une façon particulière dans celle des gisements stannifères (Montebras, Limousin, etc.), ainsi que dans les variétés filoniennes à grains fins, pauvres en plagioclases calcosodiques (aplites des environs de Nantes, etc.).

Il existe toute une catégorie de granulites dans lesquelles les plagioclases calcosodiques manquent à peu près totalement. Ces granulites, riches en orthose sodique, anorthose et albite, sont représentées en France par les granulites et aplites à riebeckite et ægyrine de Corse, décrites dans le tome I (page 695).

Les plagioclases calcosodiques (oligoclase, andésine, etc.) sont d'ordinaire peu abondants dans les granulites, mais ils se présentent, au contraire, en superbes échantillons dans celles de ces roches qui ont été endomorphisées à leur contact avec des roches cristallophylliennes ou sédimentaires basiques. Nous en retrouverons plus loin des exemples aux articles *oligoclase*, *andésine* et *anorthite*. C'est là un fait analogue à celui qui a été signalé plus haut au sujet du granite.

Syénites. — Les feldspaths essentiels des syénites sont l'orthose et l'anorthose, seuls ou associés et souvent groupés en microperthite avec l'albite ; le microcline s'y présente parfois. C'est dans quelques-unes de ces roches que se trouvent les groupements submicroscopiques d'orthose et d'albite désignés sous le nom de « kryptoperthite ». Ces feldspaths sont aplatis suivant g^1 (010), enchevêtrés et parfois moulés par du quartz (syénites quartzifères). Quand il existe des feldspaths tricliniques, ceux-ci prêtent aux mêmes remarques que dans le granite.

L'orthose et l'anorthose de ces syénites tend parfois à prendre des formes microlitiques en s'aplatissant beaucoup suivant g^1 (010) et en prenant une petite taille : on est ainsi conduit à des types trachytiques (*orthophyres*, *kératophyres*). Ces roches existent soit comme roches distinctes, soit comme forme de contact des syénites.

Syénite néphélinique. — L'orthose sodique, l'anorthose, quelquefois le microcline, seuls ou associés en microperthite entre eux ou avec de l'albite, et enfin l'albite constituent les feldspaths essentiels des syénites néphéliniques, dont les filons pegmatoïdes présentent fréquemment de gros cristaux : leurs larges masses laminaires feldspathiques sont comparables à celles des pegmatites granitiques. Dans les syénites néphéliniques, les feldspaths sont fréquemment aplatis suivant g^1, leurs intervalles sont moulés par de la néphéline ou de la sodalite, qui jouent alors le même rôle que le quartz dans le granite. Les plagioclases sont généralement rares (oligoclase).

Les syénites néphéliniques, par aplatissement de leurs feldspaths, et par leur diminution de taille, passent souvent à des phonolites (enclaves syénitiques des phonolites de la Haute-Loire) ou même perdent leur néphéline pour se transformer en trachytes (orthophyres) à microlites parfois palmés ou sphérolitiques (contact de la syénite néphélinique de Pouzac (*Hautes-Pyrénées*)).

Diorites, diabases, gabbros. — Dans ces différentes roches, les feldspaths essentiels sont exclusivement constitués par des plagioclases, généralement grenus, parfois aplatis suivant g^1, le plus souvent dépourvus de formes géométriques. Toute la série des plagioclases s'y rencontre, donnant des types andésitiques, labradoriques, anorthiques, parfois associés dans les différentes parties d'un même massif. Les feldspaths zonés sont parfois remarquablement beaux (sud d'Ax). Les feld-

spaths basiques de ces roches présentent souvent les phénomènes de schillerisation dont il sera question à l'article *labrador*.

Toutes ces roches sont susceptibles de présenter des types très basiques, riches en anorthite, et d'autres, au contraire, relativement acides passant latéralement au granite par introduction du quartz et de l'orthose : ces deux minéraux présentent alors la même structure que dans le granite, c'est-à-dire qu'ils moulent les feldspaths tricliniques. L'orthose est souvent associée au quartz sous forme de micropegmatite. Ces types acides de roches basiques peuvent donc se présenter comme produit endomorphe, soit de roches plus acides au contact de sédiments calcaires, soit de roches plus basiques au contact de roches elles-mêmes plus acides [norites quartzifères du Pallet (*Loire-Inférieure*)].

Dans les gabbros et les diabases, les feldspaths, au lieu d'être grenus et d'englober les pyroxènes, sont fréquemment aplatis suivant g^1 (010) et moulés par les pyroxènes (structure ophitique) : les roches offrant cette structure [gabbros (euphotides) de Corse et des Alpes, ophites des Pyrénées, etc.] établissent le passage avec les roches microlitiques, qui, elles aussi, offrent des types ophitiques.

b) *Roches microlitiques*. Dans les roches microlitiques, sauf exceptions qui seront indiquées plus loin, les feldspaths existent à deux états : en grands cristaux macroscopiques (phénocristaux), qui peuvent parfois (trachytes du mont Dore) atteindre plusieurs centimètres de longueur, et en cristaux microlitiques (second temps de consolidation).

Phénocristaux. — Les grands cristaux ou phénocristaux sont souvent d'origine intratellurique ; la plupart des microlites se sont formés dans le trajet filonien ou pendant l'épanchement de la roche microlitique.

La forme des grands cristaux peut être rapportée soit au type I, soit au type II. Les premiers sont généralement maclés suivant la loi de Carlsbad et en outre dans les feldspaths tricliniques suivant la loi de l'albite. Leur aplatissement suivant g^1 (010) est le plus souvent très net. Les faces sont peu nombreuses. Dans les trachytes du mont Dore, l'orthose (*sanidine*) atteint 3 à 4^{cm} de plus grande dimension. Les feldspaths tricliniques qui les accompagnent, au contraire, dépassent rarement 2 à 3^{mm}, et dans les roches microlitiques françaises les feldspaths tricliniques se présentent rarement en cristaux de plus grande dimension.

Les phénocristaux présentent de très fréquents phénomènes de corrosion dus à l'action du magma, qui sont souvent visibles sans le secours du microscope.

Microlites. — Le magma du second temps des *roches quartzifères* présente une structure tout à fait différente de celle des roches sans quartz. Dans les microgranites et les microgranulites, l'orthose, plus rarement (dacites) les feldspaths tricliniques, forment des grains arrondis, et parfois des cristaux nets moulés par du quartz ou accompagnés de grains de ce minéral ; dans les micropegmatites, le quartz et le feldspath sont associés sous forme de micropegmatites.

Dans les rhyolites (porphyres) à quartz globulaire, le feldspath a la même forme ; il est englobé par les éponges de quartz globulaire. Dans les rhyolites pétrosiliceuses, le feldspath se présente le plus souvent sous forme de sphérolites imprégnés de quartz dont il sera question à l'article *orthose*.

Dans les *roches non quartzifères*, les microlites ont les mêmes formes que les grands cristaux, mais ils sont beaucoup plus petits, atteignant rarement 1^{mm} ; les cristaux du type I sont beaucoup plus aplatis encore que les grands cristaux. Dans les trachytes acides de la chaîne des Puys, les microlites d'orthose ont des formes très nettes qui peuvent être vues d'une façon distincte quand la matière vitreuse abonde ; ils sont limités par les faces p (001), a^1 ($\bar{1}01$) ou $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) (Michel-Lévy : *B. S. G.* XVIII. 721. 1890) ; ils sont groupés en dents de scie et maclés suivant la loi de Carlsbad (fig. 4 et 6, page 25).

Dans les phonolites, les formes des microlites d'orthose sont les mêmes, mais ils sont plus larges, à bords souvent indécis. Orientés dans la même direction, ils déterminent la fissilité de la roche, aussi, les sections minces de phonolite présentent-elles des aspects fort différents suivant qu'elles sont taillées parallèlement à la fissilité (les cristaux se présentent alors comme dans les figures 3 et 5) ou perpendiculairement (les sections offrent alors l'apparence de minces baguettes).

Les microlites de plagioclase des basaltes sont souvent aplatis suivant g^1 (010). Leurs formes sont difficiles à voir quand il n'existe pas beaucoup de verre ; les tachylites basaltiques se prêtent, au contraire, bien à cette étude ; leurs surfaces exposées à l'air mettent parfois en liberté les grands microlites après décomposition du verre qui les englobe. A Perier, près d'Issoire, les microlites aplatis de labrador sont limités par les formes p (001) et a^1 (101) ; ils sont maclés

suivant la loi de l'albite et souvent celle de Carlsbad (Michel-Lévy : *B. S. M.* X. 69. 1887).

Les microlites appartenant au type II, c'est-à-dire ayant la forme de bâtonnets allongés suivant $p\ g^1$ (001) (010), sont trapus (trachytes à olivine du mont Dore, enclaves diabasiques de la dacite de Saint-Raphaël, des trachytes et andésites du mont Dore, etc.), ou allongés et presque filiformes. Quand ils sont de grande taille, leur centre est parfois formé par de la matière vitreuse.

Il existe des roches microlitiques qui renferment deux catégories de microlites de taille différente, produits les uns pendant l'ascension du magma dans les cheminées souterraines, les autres pendant l'épanchement (certains basaltes de la Chaîne des Puys, etc.)

Enfin, il y a lieu de signaler le cas réalisé par le basalte à grands cristaux du mont Dore, dit « basalte demi-deuil », qui a été décrit par M. Michel-Lévy sous le nom de basalte *semi-ophitique*. Dans cette roche les cristaux du premier temps de consolidation sont constitués par de l'olivine ainsi que par de l'augite et du labrador en cristaux automorphes, groupés ophitiquement et noyés dans un magma microlitique.

Ces deux catégories de cristaux feldspathiques, phénocristaux et microlites, ne coexistent pas dans toutes les roches d'épanchement à structure microlitique. Les microlites manquent, en effet, parfois plus ou moins complètement. C'est ce qui a lieu dans les roches refroidies brusquement (obsidiennes, scories et ponces). Les grands cristaux existent alors seuls au milieu d'un verre plus ou moins homogène [obsidienne de Ramburtet, de Verrière (*Cantal*)[1] etc.].

Dans d'autres cas, au contraire, ce sont les phénocristaux qui manquent totalement. C'est ce qu'on observe en particulier dans les roches basiques (labradorites et basaltes) qui, épanchées en grandes masses et à haute température, se sont refroidies lentement [basaltes doléritiques (dolérites des anciens auteurs) du Plateau Central, Bouzentès près Saint-Flour, Seriers, Bercheval, Espinasse, Cussagol (*Cantal*), Battu (*Puy-de-Dôme*), andésite diabasique de Beaulieu près Aix

1. Dans beaucoup de pechsteins, de perlites (mont Dore) d'obsidiennes, ces grands cristaux manquent eux-mêmes et la roche est entièrement vitreuse, mais je n'ai pas à m'occuper de ce cas dans ce chapitre, consacré exclusivement aux feldspaths.

(*Bouches-du-Rhône*), qui présentent la plus grande analogie avec les diabases anciennes ayant une même origine]. Dans ces roches, les plagioclases (andésine, labrador, labrador-bytownite), et rarement l'orthose, associés aux feldspaths tricliniques, forment de grands cristaux aplatis suivant g^4 (010), orientés dans le sens de la fluidalité de la roche ou enchevêtrés si la consolidation s'est effectuée dans des conditions parfaites de tranquillité. Leurs intervalles sont remplis par le pyroxène, la magnétite, et le plus souvent par un résidu vitreux plus ou moins abondant, qui contient parfois quelques microlites. Quand le pyroxène forme de grands cristaux au lieu de se présenter en microlites, la roche devient ophitique. Beaucoup d'ophites holocristallines des Pyrénées sont à rapporter à ce type pétrographique : elles établissent le passage entre les roches microlitiques proprement dites et les roches grenues.

Les roches microlitiques filoniennes ne renferment souvent du feldspath qu'à un seul temps de consolidation ; c'est ce qui a lieu notamment pour les trachytes (*orthophyres*), les andésites et les labradorites (*porphyrites*) micacées et amphiboliques anciennes, si abondantes dans le Plateau Central, le Morvan, les Vosges, etc. Les cristaux feldspathiques de ces roches peuvent être comparés aux microlites des roches volcaniques ; il en est de même pour les feldspaths des variétés à grands éléments de ces mêmes roches (*minettes* des Vosges, *kersantites* de Bretagne, etc.).

A côté des formes normales de microlites qui viennent d'être énumérées, il y a lieu de signaler la tendance que ceux-ci ont dans certaines roches à prendre une forme arborisée [andésites siluriennes (porphyrites) de Menez Hom (*Finistère*), andésites micacées (porphyrites) de l'*Allier*] ou à se grouper en sphérolites.

Enfin dans les roches vitreuses les microlites présentent très fréquemment des formes cristallitiques et squelettiques fort intéressantes.

Sphérolites. — Les sphérolites feldspathiques sont formés par la réunion, autour d'un centre, de fibres ou de lamelles appartenant le plus souvent à des types acides (orthose, oligoclase). Ce dernier cas est particulièrement réalisé dans la variolite de la Durance, du Chablais (oligoclase), dans les trachytes (*orthophyres*) et les andésites (*porphyrites micacées*) du Morvan, dans les rhyolites (porphyres) pétrosiliceuses. Les éléments de ces sphérolites sont le plus souvent allongés suivant pg^4 (001) (010).

Dans des cas plus rares (rhyolite de l'Usclade au Mont Dore), les sphérolites d'orthose à allongement pg^1 sont accompagnés par des sphérolites dont les propriétés optiques impliquent un allongement suivant $h^1\ g^1$ (100) (010) ou $p\ h^1$ (001) (100) (orthose sodique).

Cette disposition palmée ou variolitique des microlites s'observe dans les roches refroidies lentement et dans des conditions de tranquillité parfaite. Elle a été reproduite synthétiquement, avec la plus grande facilité, par MM. Fouqué et Michel-Lévy.

Les tableaux suivants indiquent la nature des grands cristaux et des microlites de quelques types de roches volcaniques françaises récemment étudiés par M. Fouqué (*B. S. M.* 1894). On y verra que ces feldspaths peuvent être très variés, surtout au premier temps de consolidation, et que d'une façon générale les microlites sont plus acides que les cristaux intratelluriques; cette loi, posée pour la première fois par M. Fouqué, dans son étude des roches de Santorin, a été depuis lors généralisée par tous les minéralogistes qui ont étudié des roches volcaniques.

Ces tableaux montrent, en outre, que la nature des microlites est beaucoup moins variée que celle des phénocristaux. Les microlites sont rarement zonés, tandis que l'inverse est presque la règle pour les phénocristaux. Ce fait légitime l'importance attribuée par MM. Fouqué et Michel-Lévy aux microlites pour l'établissement de la classification des roches microlitiques.

Les noms écrits en *italique* sont ceux des feldspaths dominants.

	Premier temps de consolidation (*Phénocristaux*)	Second temps de consolidation (*Microlites*)
	BASALTES	
	a) *Basaltes doléritiques.*	
Cantal. Bouzentès.	»	Andésine, *labrador, labrador-bytownite,* bytownite.
Seriers.	»	Andésine, *labrador, labrador-bytownite,* moulés par un feldspath plus acide (oligoclase).
Bercheval, près Le Vaulmier.	»	Labrador, *labrador-bytownite,* bytownite, puis microlites plus petits de labrador.
Espinasse.	»	*Andésine,* labrador, bytownite.
Aveyron. Cussagol, près Murde-Barrez.	»	*Labrador,* bytownite.
Puy-de-Dôme. Battu.	»	*Labrador.*
Lusclade (mont Dore). Basalte semi-ophitique	Andésine, *labrador,* bytownite groupés ophitiquement avec le pyroxène.	*Oligoclase-andésine.*

b) *Basaltes normaux.*

Cantal. Lubihac.	*Labrador, labrador-bytownite,* quelquefois *bytownite.*	*Labrador.*
Plomb du Cantal.	*Labrador.*	*Labrador.*
Hougade.	*Labrador, bytownite.*	*Labrador.*
Castel-Noël.	*Labrador,* labrador-bytownite.	Labrador, *labrador-bytownite.*
Vergne.	Labrador, labrador-bytownite, bytownite.	*Labrador, labrador-bytownite.*
Martinet.	Labrador, labrador-bytownite, *bytownite.*	*Labrador.*

c) *Basaltes à hornblende.*

Cantal. Chambeuil.	Labrador, *labrador-bytownite.*	*Labrador.*

d) *Basaltes andésitiques.*

Puy-de-Dôme. Pont de Besse.	Oligoclase-andésine, *andésine.*	*Oligoclase-andésine*[1].
Église de Besse.	*Oligoclase-andésine, andésine.*	*Oligoclase-andésine.*
La Morangie.	*Anorthose et sanidine, oligoclase-andésine,* labrador, labrador-bytownite, bytownite.	*Oligoclase-andésine.*

LABRADORITES

Cantal. Dienne.	Andésine, *labrador,* bytownite.	Andésine, *labrador.*

ANDÉSITES

a) *Andésites augitiques.*

Bouches-du-Rhône. Beaulieu (roche doléritique).	»	*Andésine,* labrador, anorthose.
Cantal. Chastel près Murat.	Oligoclase-andésine, andésine, *labrador.*	*Oligoclase-andésine.*

b) *Andésites à augite.*

Cantal. Sévérac.	Andésine, *labrador,* labrador-bytownite, bytownite.	*Oligoclase-andésine,* andésine?

c) *Andésites à hornblende.*

Cantal. Chastel.	*Oligoclase-andésine,* andésine.	*Oligoclase-andésine.*
Lioran.	id.	id.
Pignon près Murat.	Andésine, *labrador.*	id.
Fraisse-Haut.	*Labrador.*	id.
La Chassagne.	*Andésine.*	id.
Plomb du Cantal.	*Andésine, labrador,* labrador-bytownite, bytownite.	id.

1. Dans ces roches l'andésine-oligoclase n'a pas été distinguée de l'oligoclase-andésine.

	Chambeuil.	*Andésine, labrador.*	*Oligoclase-andésine.*
	Cheylade.	*Andésine*, labrador.	id.
	Combenègre.	Labrador, *labrador-bytownite.*	id.
	Ravin d'Alagnon.	Oligoclase-andésine, *andésine*, labrador.	id.
	id.	Oligoclase-andésine.	id.
	Crête de Lapsou.	*Andésine*, labrador.	*Oligoclase-andésine*, labrador.
	Viaguin.	Oligoclase-andésine, *andésine.*	*Oligoclase-andésine.*
	Auzolle-Haut.	Oligoclase-andésine, *andésine*, labrador.	id.
	Lioran.	id.	id.

d) *Andésites à hornblende et biotite.*

Cantal.	Lioran.	Oligoclase-andésine, *andésine.*	*Oligoclase-andésine.*

e) *Andésite à biotite.*

Cantal.	Peyre-Arse.	Andésine.	*Oligoclase-andésine.*
	Chastel près Murat.	Oligoclase-andésine, *andésine*, labrador, labrador-bytownite.	id.
	Marniac.	*Andésine.*	id.
	Pied n. du Plomb.	Oligoclase-andésine, *andésine.*	
	Ramburtet (obsidienne).	Oligoclase-andésine, *andésine.*	id.
	Carrière de Lescuno près Murat.	Oligoclase-andésine, *andésine*, labrador.	*Oligoclase-andésine.*
	Le Croizet.	Oligoclase? oligoclase-andésine, *andésine.*	Oligoclase-andésine, *andésine.*
Puy-de-Dôme.	Rigolet-Haut (mont Dore).	Oligoclase-andésine, *andésine.*	id.

f) *Andésite micacée à biotite.*

Cantal.	Fraisse-Haut.	*Andésine.*	*Oligoclase-andésine.*

g) *Andésite à hornblende et haüyne (téphrite).*

Cantal.	Battaillouze.	Oligoclase-andésine, *andésine*, labrador.	*Oligoclase-andésine.*

TRACHYANDÉSITES

Puy-de-Dôme.	Puy-Ferrand.	*Oligoclase-andésine*, andésine, *sanidine.*	*Oligoclase-andésine*, sanidine.
	Vallée de la Cour.	*Oligoclase-andésine, sanidine.*	Oligoclase, *oligoclase-andésine*, sanidine.
	La Morangie.	Oligoclase, *oligoclase-andésine, anorthose, sanidine.*	id.
	Sommet du Sancy.	*Oligoclase-andésine*, andésine, *anorthose, sanidine.*	*Oligoclase*, oligoclase-andésine, sanidine.
	Lusclade.	Oligoclase-andésine, *andésine*, anorthose, *sanidine.*	*Oligoclase-andésine*, sanidine.

PHONOLITES

a) *Phonolites feldspathiques.*

Cantal. Thiézac.	Oligoclase-andésine, *anorthose.*	Oligoclase-andésine, *anorthose* et sanidine.
La Terrisse.	id.	Oligoclase-andésine, *anorthose.*
Puy Griou.	Oligoclase-andésine, *anorthose.*	id.
Haute-Loire. Liberté.	Anorthose.	id.

b) *Phonolites néphéliniques.*

Cantal. Thiézac.	Anorthose et sanidine.	*Anorthose* et *sanidine.*
Madagascar. Diégo-Suarez.	Sanidine.	*Sanidine.*

β. *Comme produit secondaire.*

Les roches éruptives renferment parfois des feldspaths produits par voie secondaire aux dépens d'autres feldspaths. L'albite surtout se forme dans ces conditions; on la rencontre dans le granite et les granulites, plus rarement dans les roches éruptives basiques, les leucotéphrites, etc. Elle s'y présente parfois en très beaux cristaux drusiques. Dans les lherzolites et les filons de pyroxénolites qui leur sont associés (*Pyrénées*), j'ai observé des cas intéressants de production d'anorthite qui seront décrits plus loin.

2° *Dans les roches sédimentaires métamorphisées par les roches éruptives*

On verra à l'article *orthose* que le granite et la granulite déterminent à leur contact dans les gneiss, dans les micaschistes, dans les schistes argileux et dans les grès paléozoïques, la formation des feldspaths acides qu'ils renferment eux-mêmes : il se produit ainsi des roches qui offrent la plus grande analogie avec les schistes cristallins feldspathiques (*contact du granite* : Flamanville, Saint-Léon, Pyrénées — *schistes et micaschistes granulitisés* du Morvan, de Bretagne, etc.).

Les calcaires métamorphisés par les mêmes roches sont fréquemment transformés en roches basiques (amphibolites, cornéennes), dans lesquelles les plagioclases basiques abondent.

J'ai montré que, dans les Pyrénées, les calcaires jurassiques métamorphisés par la lherzolite sont parfois riches en feldspaths grenus, les mêmes roches pouvant présenter associées de l'anorthite et de l'orthose ou du microcline.

Au contact des ophites des Pyrénées, plus rarement à celui de la lherzolite, ces calcaires renferment de remarquables cristaux d'albite offrant les mêmes formes que ceux qui vont être signalés plus loin.

Les enclaves énallogènes des roches volcaniques acides fournissent parfois (mont Dore) des cristaux néogènes d'orthose sodique.

3° *Dans les schistes cristallins et les roches sédimentaires transformés en dehors de l'action de roches éruptives.*

Les roches cristallophylliennes qui renferment des feldspaths sont désignées dans cet ouvrage sous le nom général de *gneiss*. Les gneiss normaux, les gneiss porphyroïdes, les gneiss amphiboliques, les gneiss pyroxéniques, correspondent respectivement, comme composition minéralogique, sinon comme structure, au granite, au granite porphyroïde, à la diorite, à la diabase. Leurs feldspaths sont généralement grenus et dépourvus de formes géométriques.

La formation de roches similaires aux gneiss par l'action de roches éruptives sur des sédiments donne des indications sur le mode de formation probable de beaucoup de ces roches. Il faut donc donner au nom de « gneiss » une signification minéralogique plutôt que stratigraphique.

Des feldspaths sont aussi rencontrés dans les calcaires (cipolins) intercalés dans les gneiss ou micaschistes feldspathisés ; ils y forment généralement des grains arrondis, très rarement pourvus de contours géométriques.

De nombreux schistes, et calcaires paléozoïques ou moins anciens, au contact desquels ne s'observe aucune roche éruptive, renferment des feldspaths dont la formation peut être attribuée au métamorphisme régional ; ils seront décrits aux articles *orthose* et *albite*. Dans les calcaires (albite), ils forment des cristaux remarquablement nets : dans les schistes, ils constituent le plus généralement des masses globulaires sans formes géométriques, ils donnent parfois à la roche une texture globulaire ou porphyroïde (Alpes, Corse). La formation de ces cristaux est fréquente dans certaines régions où les actions dynamiques ont été énergiques. Mais celles-ci ne sont pas indispensables pour la production de ces feldspaths, qui se rencontrent dans les calcaires sédimentaires jurassiques ou crétacés de régions telles que le bassin de Paris.

4° *Dans les fentes de roches diverses, par voie hydrothermale.*

Les fentes d'un grand nombre de roches éruptives ou métamorphiques sont tapissées de cristaux feldspathiques appartenant exclusivement à l'orthose (adulaire) et à l'albite (et plus rarement à l'oligoclase-albite).

Ils sont d'ordinaire remarquablement nets, et fournissent de beaux échantillons de collection. Le quartz, l'axinite, l'épidote, l'anatase, la brookite, la ripidolite, l'asbeste, la calcite les accompagnent généralement dans les gisements français.

5° *Dans les roches clastiques.*

Les sables, et, d'une façon plus générale, toutes les roches sédimentaires formées à proximité de massifs de roches éruptives ou métamorphiques renferment comme élément clastique les feldspaths de ces dernières, qui se rencontrent ainsi comme résidu jusque dans la craie du bassin de Paris.

FELDSPATHS MONOCLINIQUES

ORTHOSE

$K\,Al\,Si^3\,O^8$

Monoclinique. $mm = 118°48'$ (Dx., Kuppfer).

$b : h = 1000 : 464{,}273$. $D = 835{,}128$. $d = 550{,}056$.

angle plan de $p = 113°15'30''$

angle plan de $m = 114°\ 0'46''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}65865 : 1 : 0{,}55593: \\ z\,x = 63°53' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010), g^2 (130), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $e^{1/2}$ (021), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

Macles. La macle la plus fréquente est celle de Carlsbad. Elle se produit avec ou sans pénétration; elle est généralement formée par deux cristaux seulement (fig. 9 et 10, page 26).

La macle de l'albite ne se manifeste ni par des angles rentrants, ni par des différences de propriétés optiques; l'axe de rotation étant l'axe binaire perpendiculaire à g^1 (010). Elle consiste donc tout simplement dans le groupement à axes parallèles de deux ou plusieurs cristaux, groupement qui n'est apparent que grâce à l'irrégulière dimension des individus constituants ou à leur ligne de suture (fig. 14, page 27).

Les macles de Baveno (fig. 12, pag 27) et de Four-la-Brouque sont fréquentes, dans certains gisements seulement. Les cristaux sont généralement allongés suivant l'arête $p\,g^1$ (001) (010) et parfois en outre (macle de Four-la-Brouque, fig. 11, page 27) aplatis suivant p (001).

Les macles de Four-la-Brouque offrent des aspects différents suivant

leurs gisements, voir à *granulite* (page 78) et à *microgranulite* (page 84).

Ces diverses macles présentent entre elles des associations régulières, qui seront étudiées page 88 à l'occasion des cristaux de Four-la-Brouque, dans lesquels elles sont fréquentes.

Les angles observés donnés ci-dessous représentent les moyennes de mes mesures prises sur de petits cristaux à faces brillantes des pegmatites de Batz.

	Angles calculés	Angles mesurés
	118°48′	118°40′
mh^1	149°24′	
$^*mg^1$	120°36′	120°37
h^1g^1	90°	
mg^2	150° 0′	150° 2′
g^2g^2	150°36′	
ph^1 ant.	116° 7′	
$^*pa^1$ adj.	129°40′	129°42′
$^*a^1h^1$ adj.	114°13′	
$pa^{1/2}$ adj.	99°37′	99°36′
$a^{1/2}h^1$ adj.	144°16′	
$a^{1/7}h^1$ adj.	170°41′	
$a^{1/8}h^1$ adj.	171°54′	

	Angles calculés	Angles mesurés
$pe^{1/2}$	135° 3′	135° 7′
$g^1e^{1/2}$	134°57	134°56′
pg^1	90°	
pm ant.	112°16′	112°16′
$pb^{1/2}$ adj.	124°42′	124°45′
pg^2 ant.	102°29′	102°31′
$g^1b^{1/2}$	116°53′	116°50′
g^1a^1	90°	
$b^{1/2}b^{1/2}$ s. a^1	126°14′	
$e^{1/2}m$ post.	95°15′	95°15′
a^1m ant.	69°19′	

	Angles calculés	Angles mesurés
e^1m ant.	128°53′	128°50′
b^1/m ant.	85° 8′	85° 9′
$a^{1/2}m$ ant.	45°41′	45°38′
$e^{1/2}e^{1/2}$ s. $b^{1/2}$	96°47′	96°40′
$b^{1/2}a^{1/2}$ adj.	140°32′	140°32′
$e^{1/2}g^1$ ant.	140°13′	140°10′
$b^{1/2}g^2$ post.	125° 0′	125° 4′
$a^{1/2}g^2$ ant.	66°31′	66°31
a^1g^2 post.	101°37′	
Macle de Four-la-Brouque		
$a^{1/2}\underline{a}^{1/2}$	160°46′	
$a^1\underline{a}^1$	129°40′	

Faciès des cristaux. Les cristaux simples d'orthose se présentent sous quatre formes principales :

1° Cristaux aplatis suivant g^1 (010) et allongés suivant l'axe vertical (type I, fig. 1, p. 25). Ils ont parfois un aspect orthorhombique, par suite de l'égal développement de p (001) et de a^1 ($\bar{1}01$).

2° Cristaux allongés suivant l'arête pg^1 (001) (010), tantôt les faces p et g^1 sont également développées (type II, fig. 2, page 25), tantôt il y a aplatissement suivant g^1 (010) (fig. 44, page 98) ou plus rarement suivant p (001) (fig. 45, page 100).

Ces deux formes se rencontrent dans la plupart des roches volcaniques.

3° Cristaux lamelleux suivant g^1 (010) (type III, fig. 3 à 6 de la page 25) : c'est la forme d'un très grand nombre de microlites d'orthose ; ils s'enfilent parfois en grand nombre suivant l'axe vertical (trachytes du Puy-de-Dôme, etc.).

4° Cristaux également développés suivant les axes a et b et très aplatis suivant p (001) (type VI, page 26, fig. 8). Cette forme est

spéciale aux druses des roches volcaniques et à celles de leurs enclaves.

5° Cristaux allongés suivant l'axe vertical présentant le plus souvent les faces m (110), a^1 ($\bar{1}01$), avec ou sans p (001). Cette forme est caractéristique de l'adulaire (type IV, page 26). Ces cristaux se groupent parfois en grand nombre à axes parallèles h^1 (100) (fig. 51, page 112).

6° Dans les sphérolites, l'orthose est le plus généralement allongée suivant $p\,g^1$ (001) (010), elle l'est plus rarement suivant $h^1\,g^1$ (100) (010) ou $p\,h^1$ (001) (100).

Les faciès des cristaux maclés ont été étudiés plus haut.

Les faces de la zone prismatique, et surtout m (110), g^2 (130), sont parfois striées verticalement dans l'adulaire. Dans cette dernière variété les faces g^2 (130) sont souvent ternes et recouvertes de ripidolite. Les faces p (001) et a^1 ($\bar{1}01$) sont parfois striées parallèlement à leurs intersections mutuelles et passent ainsi insensiblement l'une à l'autre en formant aux cristaux des sommets arrondis. La face a^1 ($\bar{1}01$) est beaucoup moins brillante et se distingue aisément de p (001) dans les macles de Carlsbad : les deux faces appartenant à deux individus différents se trouvent alors sensiblement sur le même plan.

L'orthose se présente souvent, en outre, sous forme de masses laminaires sans contours géométriques.

Déformations mécaniques. L'orthose des roches dynamométamorphisées présente de remarquables phénomènes d'écrasement et de torsion.

Clivages. Clivage parfait suivant p (001), moins facile suivant g^1 (010). Clivages plus ou moins faciles suivant m (110) (Limousin), souvent aidés par la présence de lamelles de damourite (env. de Vicdessos); parfois l'un de ces clivages est plus facile que l'autre. Plans de séparation (secondaires ?) suivant h^1 (100) et suivant une face $a^{1/7}$ ($\bar{7}01$) ou $a^{1/8}$ ($\bar{8}01$) très voisine de h^1 (100) ; c'est à l'existence de ces derniers qu'est attribuée l'opalescence de certaines variétés d'orthose (adulaire, pierre de lune, certaines sanidines, etc.). Les cristaux de sanidine sont extrêmement fendillés.

Dureté. 6. La sanidine est très fragile.

Densité. 2,55 à 2,58; 2,56 adulaire (dôme du Gouter).

Coloration et éclat. Incolore, blanc gris, rose de chair, rougeâtre, brun, vert. Toutes ces colorations sont d'origine secondaire et dues à des inclusions ou à des altérations.

Transparente (*adulaire*, *sanidine*).

Poussière blanche. Éclat vitreux, nacré sur le clivage p (001). Les cristaux d'orthose des roches volcaniques récentes possèdent un éclat vitreux très vif ; ils sont très fendillés et ont reçu le nom de *sanidine*.

Inclusions. L'orthose ne présente pas d'inclusions caractéristiques, les inclusions gazeuses, liquides ou vitreuses qu'elle contient étant seulement parfois géométriquement orientées suivant les faces limitant le cristal.

Dans l'adulaire des Pyrénées et des Alpes, on observe souvent en très grande abondance des inclusions de ripidolite uniformément ou irrégulièrement distribuées. Elles donnent aux cristaux qui les renferment une couleur verte et une surface raboteuse (*adulaire chloritée*) (fig. 49, page 110). Dans des cristaux translucides d'adulaire de l'Oisans, j'ai observé un noyau brunâtre (fig. 52) constitué par des produits chloriteux, entouré par un revêtement extérieur limpide.

Propriétés optiques. Dans la plupart des orthoses, le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1 (010), sa trace n_p fait dans g^1 (010) un angle de + 5° avec p (001).

La bissectrice aiguë est *négative* (n_p) ; la bissectrice obtuse n_g est rigoureusement perpendiculaire au clivage g^1 (010).

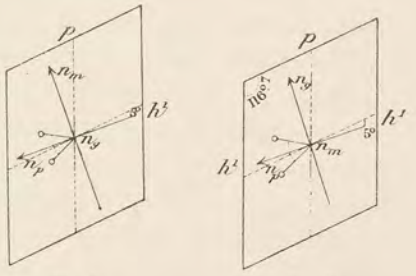


Fig. 1. Orthose non déformée.

Fig. 2. Orthose déformée.

Plan des axes optiques parallèle à g^1(010).

M. des Cloizeaux a fait voir que, lorsqu'on chauffe progressivement une lame d'orthose perpendiculaire à la bissectrice aiguë n_p, l'écartement des axes diminue avec l'augmentation de température, devient nul, puis les axes s'ouvrent dans un plan perpendiculaire au premier, c'est-à-dire parallèle à g^1 (010).

Dans les feldspaths à axes presque réunis, le plan des axes est souvent perpendiculaire à g^1 (010) pour les rayons rouges et parallèle à g^1 (010) pour les rayons bleus.

Ce changement de propriétés est réversible, à condition que la température n'ait pas été poussée au delà de 600°, car alors la transformation devient permanente. Cette position du plan des axes optiques existe normalement dans certaines orthoses appelées *orthoses déformées* par opposition aux orthoses normales (*orthoses non déformées*).

Certains feldspaths présentent même les deux orientations dans des plages différentes d'un même cristal.

Dans les orthoses non déformées, autour de la bissectrice aiguë, la dispersion horizontale est nette, avec $\rho > \nu$; dans les orthoses déformées, la dispersion inclinée est peu intense, avec $\rho < \nu$.

L'écartement des axes des orthoses est très variable ; il paraît plus grand dans les orthoses des roches anciennes (granite, granulite, microgranulite, gneiss) et parfois dans les fissures de roches diverses (adulaire) que dans celle (sanidine) des roches volcaniques. M. des Cloizeaux a observé dans l'adulaire : 2 E = 120°12′ (d'où 2 V voisin de 70°).

J'ai mesuré les angles suivants sur les feldspaths de gisements décrits plus loin :

	2 **E** (Na)	
Orthose des microgranulites de Croux (Saône-et-Loire)	93°30	
— des granulites de Batz (Loire-inférieure)	79°	
— (*sanidine*) des tufs volcaniques de Raschgoun	63°	(Fq)
— — de l'andésite d'Ayrens (Cantal)	62°	
— — des trachytes de la Grande Cascade (Puy-de-Dôme)	60°34′	(Dx)
id.	54°	
— — des tufs trachytiques de Raulhac (Cantal)	58°30	

Dans les roches d'Auvergne, récemment étudiées par M. Fouqué (*B. S. M.* XVII. 1894), l'angle des axes de la sanidine est toujours très faible.

D'autre part, j'ai pu constater que dans les feldspaths des granites ou gneiss enclavés dans les roches basaltiques d'Auvergne l'orthose présente un écartement d'axes très faible, souvent presque nul ; tantôt le minéral est déformé, tantôt, au contraire, il ne l'est pas : cette modification des propriétés optiques est due à l'action de la forte chaleur à laquelle ont été portées ces roches pendant leur enclavement.

En résumé, dans l'orthose non déformée, l'angle 2V varie de 0° à 70° environ. Il est toujours faible dans l'orthose déformée. M. des Cloizeaux a obtenu, pour l'adulaire du Saint-Gothard (rayons jaunes) :

$$\mathbf{n}_g = 1{,}5260$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}5237$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}5190$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}007$$

M. Fouqué a donné pour la sanidine sodique de l'île de Raschgoun :

$$\mathbf{n}_m = 1{,}5282 \quad (Na)$$
$$1{,}5253 \quad (Li)$$

Les roches sodiques renferment une variété d'orthose riche en

sodium (*orthose sodique*, *Natronorthoklas*) dans laquelle l'angle d'extinction atteint + 11°. La biréfringence est plus forte que celle de l'orthose potassique, qu'elle épigénise parfois dans les syénites néphéliniques. L'écartement des axes optiques paraît être plus grand que celui de l'orthose normale, qui l'accompagne parfois.

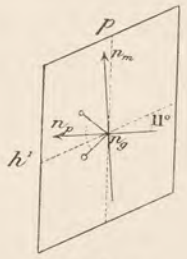


Fig. 3.
Orthose sodique.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Groupements d'orthose et de divers minéraux. Je renvoie pour plus de détails à la page 30. Je rappellerai seulement ici combien sont fréquents les groupements microperthitiques d'orthose et d'albite (ce dernier feldspath formant dans l'orthose des traînées irrégulières, dans lesquelles il est géométriquement orienté avec elle), d'orthose et d'anorthose (ce dernier feldspath se présentant ordinairement en facules au milieu du premier).

Dans les cavités des pegmatites, il existe souvent des cristaux d'orthose recouverts par de l'albite géométriquement orientée sur eux : on verra plus loin que ces périmorphoses sont d'origine secondaire.

M. Brögger a donné le nom de *kryptoperthite* à des groupements submicroscopiques d'orthose et d'albite (*syénites néphéliniques*). L'angle d'extinction de l'albite dans g^1 (010) étant d'environ 20° et celui de l'orthose 5°, l'extinction du groupement est d'environ 12°, et le minéral examiné aux faibles grossissements paraît être une orthose sodique.

Composition chimique.

a) Composition correspondant à la formule $K\,Al\,Si^3\,O^8$;

Une petite quantité de potassium est souvent remplacée par du sodium. On a vu plus haut que l'*orthose sodique* se rapproche, par ses propriétés optiques, de l'*anorthose*, plus riche en sodium qu'en potassium.

Analyses : *b*) de la sanidine de la Grande Cascade, par Berthier (*A. M.* V. 540. 1834);

c) de l'orthose de la microgranulite de Four-la-Brouque, par Pisani (*in* Gonnard, *op. cit.*, 47);

d) de l'orthose de la pegmatite de l'étang du Xénois, par Delesse (*A. M.* XVI. 99. 1849);

e) de l'orthose rose du granite amphibolique du Ballon de Servance, par Delesse (*A. M.* XIII. 671. 1848);

f) de l'orthose blanche de la protogine de Chamonix, par Delesse (*B. S. G.* VI. 233. 1849);

g) de l'orthose des tufs leucitiques de Raschgoun, par M. Vélain (*C. R.* LXXIX. 250. 1874).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)
SiO^2	64,7	66,10	64,65	63,92	64,26	66,48	66,72
Al^2O	18,4	19,80	20,30	20,05	19,27	19,06	19,73
Fe^2O^3	»	»	traces		»	»	»
FeO	»	»	»	»	0,50	»	»
Mn^2O^3	»	»	»	0,30	»	»	»
K^2O	16,9	6,90	12,61	10,41	10,58	10,52	3,71
Na^2O	»	3,70	1,85	3,10	2,88	2,30	7,63
CaO	»	»	0,40	0,75	0,70	0,63	2,20
MgO	»	2	0,70	0,60	0,77	»	0,10
Perte	»	»	»	0,41	0,40	»	»
	100,0	98,50	100,51	99,54	99,36	98,99	100,09

Je donne ici comme document historique l'analyse de Berthier, qui a été faite sur un feldspath impur; je n'ai pas cru devoir faire une nouvelle analyse de ce feldspath, tous les cristaux de sanidine du Mont Dore que j'ai examinés étant criblés de bandelettes d'anorthose.

L'analyse *g*) semblerait indiquer que le feldspath de Raschgoun est une anorthose; on verra plus loin les raisons pour lesquelles je rattache ce feldspath à l'orthose.

Filhol a publié (*C. R.* LCII. 1059. 1881) une série d'analyses d'orthose ou de microcline des pegmatites de la vallée de Bagnères-de-Luchon; les minéraux étudiés étaient notoirement impurs.

L'orthose des néphélinites renferme souvent une petite quantité de baryum, sans pouvoir cependant être rapportée à la hyalophane.

Essais pyrognostiques. L'orthose fond au chalumeau en un émail blanc, d'autant plus facilement que la proportion de soude est plus grande. Inattaquable par les acides ordinaires, très attaquable par l'acide fluorhydrique.

Altérations. L'orthose présente des altérations nombreuses, et particulièrement la damouritisation et la kaolinisation. Ces altérations ayant été décrites plus haut, je n'y reviendrai pas, me contentant de rappeler que les produits de transformation sont souvent constitués par une masse micacée, jaune cireuse (*pinitoïde*), qui se rencontre en abondance

dans toutes les régions granitiques. Le quartz, l'épidote accompagnent souvent ces diverses pseudomorphoses.

La transformation en glauconie est fréquente dans les grains clastiques d'orthose de certaines roches sédimentaires (voir page 44).

Ce n'est que dans l'orthose de Sainte-Marie-aux-Mines que s'observent (page 43) les pseudomorphoses en pseudophite.

J'ai indiqué page 45 les conditions dans lesquelles s'effectue la zéolitisation des orthoses des roches sodiques.

Dans un seul gisement français (Chaludet, page 48) j'ai observé la transformation d'orthose en tourmaline.

Les sanidines des roches volcaniques d'Auvergne présentent de beaux exemples de transformation en alunite sous l'influence de fumerolles sulfureuses (page 49).

Enfin les feldspaths potassiques des enclaves des roches volcaniques montrent très fréquemment les diverses modifications dont il a été question page 30 (fig. 7).

Diagnostic. La caractéristique de l'orthose, indépendamment de sa composition chimique, réside dans son système cristallin [entraînant une valeur de 90° pour l'angle des deux clivages faciles p (001) et g^1 (010)] et dans ses propriétés optiques. L'orthose est de tous les feldspaths celui dont l'angle des axes optiques, la réfringence et la densité sont les plus faibles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La dissémination de l'orthose est très grande. Ce feldspath se rencontre dans un grand nombre de gisements comme élément normal constant et dans d'autres comme élément accidentel.

Je passerai successivement en revue les divers modes de gisements suivants :

1° Dans les roches éruptives et leurs enclaves homœogènes;

2° Dans les roches sédimentaires modifiées au contact des roches éruptives;

3° Dans les schistes cristallins;

4° Dans les roches sédimentaires métamorphisées indépendamment de l'action de roches éruptives;

5° Dans les fissures de roches diverses, comme produit secondaire;

6° Dans les roches clastiques.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les roches quartzifères.*

α. Dans le granite.

L'orthose constitue un des éléments dominants des granites normaux. Elle y forme des individus sans contours géométriques, postérieurs aux plagioclases qui eux-mêmes englobent les éléments colorés. Le quartz est postérieur à l'orthose.

A l'état frais, l'orthose du granite est incolore, transparente, et possède l'aspect de l'adulaire; mais, en réalité, ce feldspath ne se présente presque jamais sous cet aspect : il est blanc, jaune, rouge ou vert, plus ou moins opaque, grâce à des produits d'altération nombreux qui se forment à ses dépens; la coloration rouge si fréquente, notamment, est due à des infiltrations ferrugineuses.

Les altérations micacées transforment l'orthose en une masse d'un jaune plus ou moins vif, tendre et plus dense que le minéral intact (*pinitoïde*). Elles se produisent soit par le centre soit par la périphérie ; la formation d'épidote dans le feldspath n'est pas rare.

L'orthose du granite est fréquemment maclée suivant la loi de Carlsbad. L'examen microscopique montre qu'elle renferme souvent des bandelettes d'albite, d'anorthose et que (surtout sur le bord des massifs granitiques, à leur contact avec des roches sédimentaires, Michel-Lévy : *B. C. F.* n° 36. 1894) elle est riche en inclusions de quartz vermiculé (fig. 26, page 36).

Dans le granite normal, les divers éléments sont bien calibrés, mais il existe aussi des types devenus porphyroïdes, grâce au développement de grands cristaux d'orthose ou de microcline qui souvent s'orientent dans des directions parallèles. Cette orientation, qui n'est parfois pas visible dans des échantillons de collection, est manifeste quand on étudie la roche en place et en particulier sur le front de taille des carrières.

Tantôt ces granites porphyroïdes constituent, dans les massifs granitiques, des masses intrusives spéciales, dont l'âge diffère de celui des autres granites (c'est ce qui a lieu notamment dans certaines parties de la Bretagne, etc.); tantôt, au contraire, ils ne représentent que des particularités de granite à grains uniformes; ce cas est réalisé dans le massif granitique de Quérigut (*Ariège*), à La Sorderie près Rocheservière (*Vendée*). Le socle de la statue de Napoléon Ier érigée à La

Roche-sur-Yon est constitué par un magnifique bloc de granite porphyroïde provenant de ce dernier gisement; dans la carrière d'où il a été extrait, on ne trouve plus actuellement que du granite normal.

Les grands cristaux d'orthose se rapportent à deux types : l'un (type I, fig. 1, page 25) présente les formes p (001), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), m (110) et plus rarement g^2 (130); ils sont allongés suivant l'axe vertical, aplatis suivant g^1 et souvent maclés suivant la loi de Carlsbad (fig. 9 et 10, page 26); l'autre (type II, fig. 2, page 25) est constitué par les mêmes formes, mais les cristaux sont allongés suivant l'arête $p\,g^1$. Ces cristaux sont toujours pauvres en faces.

L'orthose des granites porphyroïdes est souvent de grande taille et particulièrement dans le premier type. Il n'est pas rare de trouver des cristaux atteignant et même dépassant un décimètre de plus grande dimension. Ils se distinguent de ceux des microgranulites, qui seront étudiées plus loin, par la rugosité de leurs faces, qui portent l'empreinte de la biotite, du quartz et des autres feldspaths constituant la roche. Cette particularité permet de reconnaître aisément, au moins pour les gisements français, les cristaux d'orthose provenant des arènes granitiques. Elle s'explique aisément : l'orthose du granite, étant l'élément le dernier produit des roches qui le renferment, a incrusté les nombreux minéraux déjà formés et par suite n'a pu prendre des faces rigoureusement planes.

Les granites porphyroïdes sont très développés en France. Je ne citerai ici que quelques gisements dont j'ai étudié les grands cristaux afin de les différencier de ceux de microcline, dont il sera question plus loin. Je ne m'occuperai pas du granite normal, qui ne présente pas grand intérêt au point de vue de l'orthose.

Bretagne. — *Finistère*. L'orthose du granite porphyroïde de Brélès que m'a remise M. Barrois présente les deux formes habituelles.

Vendée. — Les grands cristaux du granite porphyroïde de La Sorderie près Rocheservière sont à rapporter à l'orthose.

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. Toutes les collections pétrographiques renferment des échantillons du granite porphyroïde du lac d'Oo; les cristaux d'orthose, d'un beau blanc, y atteignent un décimètre; ils sont très aplatis suivant g^1 (010), très abondants et orientés de telle sorte que la roche présente souvent un aspect gneissique.

Pyrénées-Orientales. Les grands cristaux rosés du granite porphyroïde qui se trouve entre Amélie-les-Bains et Palada sont constitués par de l'orthose riche en bandelettes d'albite.

Cévennes. — *Gard.* Je dois à l'obligeance de M. Dorlodot d'Armont des cristaux d'orthose du type II provenant du granite porphyroïde de Dourbies à l'extrémité des Cévennes.

Les grands cristaux rougeâtres du mont Lozève près Genolhac que m'a donnés M. Frossard appartiennent au même feldspath.

Plateau Central. — *Haute-Loire* et *Lozère.* Le granite porphyroïde à grands cristaux blancs d'orthose atteignant 10^{cm} de longueur constitue en partie la moitié méridionale de La Margeride (bord sud-ouest de la feuille du Puy) et se prolonge à l'ouest sur les confins du *Cantal* et de la *Lozère* (Gévaudan) sur les feuilles de Mende et de Saint-Flour. J'ai examiné les cristaux de feldspath provenant (*Haute-Loire*) de Saugues, d'Ardennes, de La Derochade (gros cristaux non maclés ayant 7^{cm} suivant l'axe *a* et 4^{cm} 5 suivant l'axe vertical). Ils sont constitués par de l'orthose. On peut les recueillir en individus isolés dans les arènes granitiques; ils sont souvent orientés dans le granite.

Cantal. En outre du granite porphyroïde de La Margeride, qui se prolonge dans le Cantal, la même roche avec grands cristaux porphyroïdes d'orthose se rencontre à l'ouest d'Aurillac aux environs d'Omps et de Saint-Mamet (gros cristaux blancs).

Corrèze. Une partie de la Corrèze est constituée par le granite à grands cristaux porphyroïdes. J'ai examiné ceux de Mazière; ils sont constitués par de l'orthose; il paraît y exister aussi du microcline.

Puy-de-Dôme. Du granite porphyroïde à grands cristaux d'orthose se trouve dans le canton de Saint-Germain-Lherm et sur le flanc occidental du mont Dore entre Latour et Saint-Donat. C'est aussi l'orthose qui constitue les très grands cristaux porphyroïdes du granite de L'Étang près Chanat, ceux de la montée de Ceyrat à Berzet.

Rhône. La collection du Muséum renferme un gros cristal non maclé d'orthose provenant du granite porphyroïde de Dardilly; il mesure 7^{cm} suivant l'axe vertical.

Loire. Les cristaux porphyroïdes blancs du granite de Noiretable sont constitués par de l'orthose.

Saône-et-Loire. Les grands cristaux rouges du granite de Romanèche sont également constitués par l'orthose; il en est de même de ceux du granite porphyroïde de divers gisements du Morvan (et en particulier de celui de Bissey, du Binchot en Saint-Micaud, que m'a communiqués M. de Freminville), de Dardon près Toulon-sur-Arroux (M. Berthier), du Mâconnais (Saint-Sorlin, Berzé-la-Ville), etc.

Nièvre. J'ai eu l'occasion de constater que c'est à l'orthose que doivent être rattachés les cristaux porphyroïdes du granite de Montsauche à 2 kilomètres du bourg sur la route de Château-Chinon.

Vosges. — Les cristaux blancs porphyroïdes des granites à amphibole de La Bresse et les cristaux rouges du ballon de Servance sont constitués par de l'orthose.

β. Dans les granulites et les pegmatites.

L'orthose est l'un des éléments constitutifs de la granulite; elle s'y présente le plus généralement avec des formes distinctes; dans les variétés à grands éléments de cette roche, on l'observe en masses laminaires ou en gros cristaux à formes nettes. Enfin, dans les interstices miarolitiques ou les fissures des filons pegmatoïdes, on trouve souvent à l'état libre des cristaux d'orthose à formes très variées et à faces extrêmement nettes; ce sont, parmi les gisements étudiés, les seuls qui, avec ceux des enclaves de trachyte, présentent des faces suffisamment brillantes pour pouvoir être mesurés au goniomètre de réflexion. Ils sont associés à des cristaux de quartz hyalin ou enfumé, à de l'apatite, des micas, du béryl, de la tourmaline, etc.

C'est de ces cristaux que je m'occuperai surtout dans ce paragraphe, l'orthose en masses laminaires étant tellement abondante qu'il me suffira d'en citer quelques gisements bien typiques. Tous les gisements cités aux articles *tourmaline*, *almandin*, *muscovite*, renferment sous cette forme l'orthose seule ou associée au microcline.

Normandie. — *Orne.* Dans les granulites du Pont-Percé et de La Galochère en Condé-sur-Sarthe près Alençon se trouvent des veines pegmatoïdes souvent géodiques. Elles renferment, avec les superbes cristaux de quartz enfumé désignés sous le nom de « diamants d'Alençon » (voir *quartz*), de fort jolis cristaux d'orthose à faces brillantes,

dont j'ai observé quelques échantillons qui m'ont été en partie communiqués par M. Le Tellier et M. de la Durandière.

Ces cristaux, dépassant souvent 6^{cm} de plus grande dimension, appartiennent aux types suivants :

1° Cristaux sans allongement ni aplatissement marqué, avec les faces m (110), g^1 (010), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $e^{1/2}$ (021).

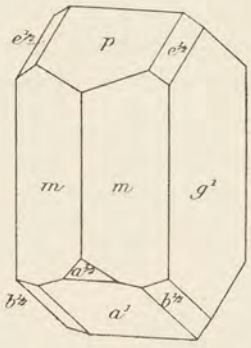


Fig. 4.
Orthose des carrières de Pont-Percé.

2° Cristaux offrant les mêmes formes, mais allongés suivant l'axe vertical (fig. 4) et parfois un peu aplatis suivant g^1 (010) ; ils sont simples ou maclés suivant la loi de Carlsbad ; les macles n'ont généralement pas d'angles rentrants (fig. 9, page 26).

3° Cristaux allongés suivant l'arête $p\,g^1$ (001) (010), simples ou maclés suivant la loi de Carlsbad. Ce sont les cristaux de cette dernière forme qui atteignent les plus grandes dimensions.

4° Plus rarement l'orthose se présente avec des formes de l'adulaire (fig. 7, page 26) dans des géodes tapissées de cristaux de quartz enfumé, d'albite blanche et de muscovite.

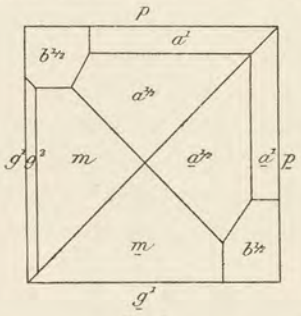


Fig. 5.
Projection, sur un plan perpendiculaire à l'axe *a*, d'une macle de Baveno (Pont-Percé).

Les cristaux des trois premiers types sont parfois profondément corrodés le long de leurs clivages ; cette corrosion est fort irrégulière, elle transforme le cristal en une masse caverneuse dans laquelle on peut faire miroiter les lames de clivage encore intactes. Ces cristaux sont souvent consolidés par la formation d'albite, géométriquement orientée sur eux ; ils sont aussi recouverts de cristaux d'apatite bleue, de bertrandite, etc.

5° Cristaux maclés suivant la loi de Baveno. Ces cristaux, à faces ternes m (110), g^1 (010), g^2 (130), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) (fig. 5), sont généralement de très grande taille.

Calvados. L'ancienne carrière de La Bellière près Vire a fourni de fort beaux cristaux d'orthose m (110), g^1 (010), p (001), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), aplatis suivant g^1 (010) et allongés suivant l'axe vertical (type I).

L'examen microscopique fait voir qu'ils sont constitués par des associations microperthitiques d'orthose et d'albite.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Masses laminaires blanches d'orthose dans les pegmatites de Lancieux, des environs de Saint-Malo, etc.

Finistère. L'orthose se rencontre sous la même forme dans les pegmatites de Roscoff, de Santec, de l'île de Siec, etc.

Morbihan. On la trouve sous la même forme dans les pegmatites de la vallée de l'Evel, des environs de Pontivy, du golfe du Morbihan (Billiers, Kervoyer, île d'Arz), etc.

De très petits cristaux blancs ayant la forme de l'adulaire se trouvent dans les géodes du quartz stannifère de La Villeder.

Loire-Inférieure. Un des plus remarquables gisements de feldspath de pegmatite existant en France a été trouvé par M. Baret à l'île de Batz. Dans les fentes de la granulite se trouvent des géodes renfermant des cristaux de quartz, d'apatite, de tourmaline et enfin d'orthose. Ces derniers peuvent être comparés à ceux des Mourne Mountains et de l'île d'Elbe. Les cristaux que m'a communiqués M. Baret peuvent être ramenés aux types suivants :

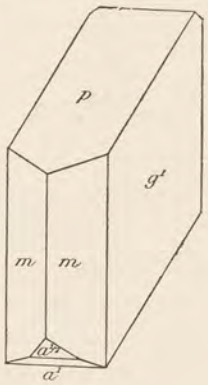


Fig. 6.
Orthose de Batz avec grand développement des faces *p* (001).

1° Cristaux simples. Ces cristaux sont aplatis suivant g^1 (010) (type I) ; ils présentent les formes g^1 (010), m (110), a^1 ($\bar{1}01$) et $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$). Tantôt les faces p et a^1 sont à peu près également développées, donnant des cristaux à formes très symétriques (fig. 1, page 25) ; tantôt, au contraire, la face p (001) prend un très grand développement (fig. 6).

Plus rarement ces cristaux sont aplatis suivant p (001) et présentent généralement alors les faces g^2 (130).

2° Cristaux maclés. *a*) Macles de Carlsbad. Ces macles (avec ou sans angles rentrants) sont constituées par le groupement de deux cristaux aplatis suivant g^1 (010) de l'une des formes étudiées plus haut (fig. 9, page 26, fréquente).

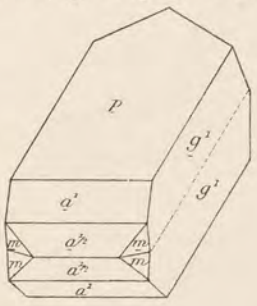


Fig. 7.
Macle de Four-la-Brouque (Batz).

b) Macles de Baveno. Les cristaux sont allongés suivant pg^1 (001) (010) et présentent généralement en outre les faces m (110), a^1 ($\bar{1}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Elles sont moins fréquentes que les précédentes.

c) Macles de Four-la-Brouque. Contrairement à ce qui arrive dans l'orthose des microgranulites, dans ce gisement ces macles sont toujours aplaties suivant p (001) ; leurs faces dominantes sont p (001), g^1 (010), a^1 ($\bar{1}01$), plus rarement $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) ; les faces m (110), g^2 (130) sont généralement absentes (fig. 11, page 27) ou réduites (fig. 7).

3° Groupements complexes. Parmi les cristaux de ce gisement, j'ai observé un certain nombre de groupements complexes formés par des cristaux simples ou maclés.

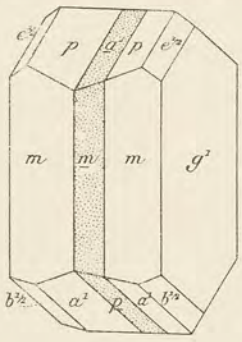


Fig. 8.
Macle de Carlsbad de trois individus (Batz).

a. Macle de Carlsbad et cristal simple. Assez souvent on trouve des cristaux de la forme représentée par la fig. 8 et maclés suivant la loi de Carlsbad par accolement. Le groupement est constitué par trois cristaux, avec cette particularité que les individus de même orientation se trouvent à l'extérieur. On peut donc considérer l'assemblage comme constitué par un grand cristal unique au milieu duquel se trouverait un autre cristal de même dimension, quoique moins large, et maclé avec lui suivant la loi de Carlsbad. Lorsqu'on fait miroiter la face p du cristal périphérique, la face a^1 apparaît comme une bande terne au milieu d'elle, et, inversement, quand on examine la face a^1 du grand cristal, la face p du cristal central se distingue nettement par son éclat brillant. Il arrive fréquemment, en outre, que le cristal périphérique ne présente qu'une seule face $e^{1/2}$, ce qui rend le groupement moins symétrique.

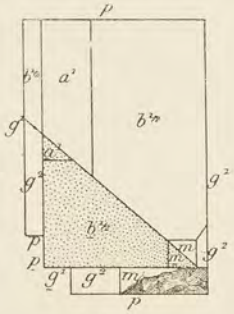


Fig. 9.
Projection, sur un plan perpendiculaire à l'axe *a*, du groupement d'une macle de Baveno et d'un cristal simple (Batz).

b. Macle de Baveno et cristal simple. La fig. 9 représente la projection, sur un plan perpendiculaire à p et à g^1, d'un groupement du même ordre dans lequel un grand cristal allongé suivant l'arête $p\,g^1$ et un peu aplati suivant g^1 renferme un petit cristal maclé avec lui d'après la loi de Baveno.

c. Groupement de deux macles différentes. J'ai observé un cristal constitué par une macle de Baveno maclée suivant la loi de Four-la-Brouque avec un cristal simple (fig. 10).

Les plus grands cristaux de ce gisement atteignent 6 centimètres de longueur.

Les environs immédiats de Nantes ont aussi fourni de beaux échantillons d'orthose. A La Salle Verte, M. Baret a trouvé de gros cristaux atteignant 5 cm suivant l'axe vertical et maclés suivant la loi de Carlsbad [(p (001), g^1 ($0\bar{1}0$), m (110), a^1 ($\bar{1}01$), $b^{1/2}$ $\bar{1}11$)].

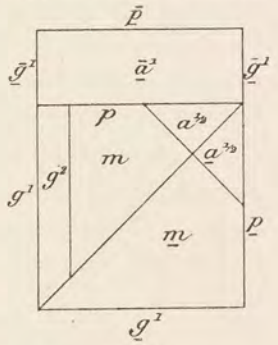


Fig. 10.

Projection, sur un plan perpendiculaire à l'axe a, d'une macle de Baveno maclée avec un cristal simple suivant la loi de Four-la-Brouque (Batz).

MM. Baret et Tirlet m'ont communiqué de nombreux cristaux qu'ils ont extraits récemment du quartz d'une pegmatite à deux micas du port de Grillaud près Nantes : ce sont probablement les plus gros cristaux nets d'orthose qui aient été trouvés en France. L'un d'eux (macle de Baveno) mesure 18 centimètres suivant l'arête pg^1 et 16,5 centimètres de largeur. La plupart de ces cristaux sont maclés, suivant la macle de Carlsbad (macles par accolement, dans lesquelles les deux cristaux restent très distincts contrairement à ce qui a lieu pour la figure 9 de la page 26, qui est dépourvue d'angles rentrants), ou suivant celle de Baveno. Les macles suivant cette dernière loi sont assez variées d'aspect, suivant que les faces m (110) (fig. 10) ou $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) dominent. La figure 11 représente une macle de Baveno sur laquelle est implanté un petit cristal réduit à une face m (110), une face g^1 (010) et une face p (001).

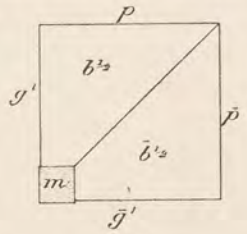


Fig. 11.

Projection du groupement d'une macle de Baveno et d'un cristal simple (port de *Grillaud*).

M. Baret m'a communiqué une très grosse macle de Manebach présentant un aspect très dyssymétrique par suite du développement anormal d'une des faces m (110).

Des cristaux nombreux, mais de petite taille, ont été trouvés à Orvault, etc.

Des masses laminaires d'orthose sont fréquentes dans les pegmatites de Pornichet (masses blanches avec microcline), à Saint-Nazaire, Saint-Herblain, Gorges (masses rosées), etc.

Vendée. — Il existe en Vendée des pegmatites à orthose sur lesquelles je n'ai pas de documents précis.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Dans le Labourd, l'orthose accompagne le microcline dans les pegmatites. A Itsatsou, dans la carrière de cipolins, j'ai recueilli, au contact immédiat de ces roches et des filonnets feldspathiques, des échantillons qui, débarrassés de la calcite par l'acide chlorydrique, présentent des cristaux d'orthose de 1^{cm} associés à du sphène brun ; leurs faces sont p (001), m (110), g^1 (010), a^1 ($\bar{1}01$) ; ils sont raccourcis suivant l'axe vertical.

Hautes-Pyrénées. On trouve de grandes masses d'orthose dans les pegmatites de Loucrup et d'Ordizan près Bagnères-de-Bigorre. A Loucrup il existe souvent des plans de séparation suivant m (110) enduits de produits micacés secondaires. L'orthose se trouve aussi en masses laminaires dans les pegmatites du massif du pic du Midi de Bigorre, mais c'est surtout le microcline qui y domine.

Ariège. Voir (tome I) les gisements de pegmatite signalés à l'article *tourmaline.*

Plateau Central. — Les pegmatites sont extrêmement abondantes dans tout le Plateau Central. L'orthose en masses laminaires est donc également fréquente; cependant peu de gisements sont à signaler par quelque particularité intéressante (Voir les gisements de grenat almandin et de tourmaline).

Haute-Loire. De gros cristaux atteignant 7^{cm} de longueur ont été signalés dans les pegmatites de Fix, de Saint-Privat-d'Allier (macles de Baveno, collection du Muséum), de la Roche Rouge près Le Puy.

Cantal. Les pegmatites à orthose sont particulièrement abondantes à Charmensac, etc.

Haute-Vienne. Il existe au N.-E. de Limoges, entre les communes de Bessines, de Saint-Sylvestre et d'Ambazac, des granulites et des pegmatites à grands éléments riches en minéraux rares.

Comme j'aurai souvent l'occasion de parler des gisements de cette région, je donnerai ici quelques détails sur leur position exacte. Ils peuvent être visités de Limoges. Bessines se trouve à environ 25 kilomètres de cette ville sur la route de Paris. Tous les minéraux qu'on a signalés dans cette région, sous les noms de Chanteloube ou d'environs de Limoges, ont été extraits de carrières autrefois ouvertes pour l'exploitation du feldspath. Sur la route de Bessines à Saint-Sylvestre, entre le premier de ces villages et le hameau de Chanteloube, se trouvent (à

droite de la route) les carrières dites de Chanteloube et notamment celle du pont de Barost; à gauche de la route, il y a aussi diverses carrières, dont la plus célèbre est celle de La Vilate.

Au sud de Saint-Sylvestre se trouve la carrière des Hureaux, entre Saint-Sylvestre et Ambazac, celle de la Chèze.

En outre des feldspaths, les carrières de Chanteloube ont fourni surtout du *béryl*, plus rarement de l'*autunite* ; celles de La Chèze de la *lépidolite*, de la *topaze* et de la *cassitérite*; celles des Hureaux et de La Vilate, des phosphates (*triplite*, *triphyllite*, *alluaudite*, et leurs produits d'altération, *hétérosite*, *huréaulite*, *dufrénite*, etc.), de la *cassitérite*, du *mispickel*, de l'*apatite*, ainsi que de la *niobite* et de la *tantalite*, du *wolfram*, de la *spessartine*, du *malacon*, de l'*érubescite* (La Vilate), de la *tourmaline*, des *micas* et enfin du *quartz*. Depuis que les carrières sont fermées, la plupart des minéraux qui viennent d'être énumérés sont devenus introuvables.

Ces minéraux n'étaient pas distribués d'une façon quelconque dans la pegmatite : ils présentaient des masses distinctes atteignant parfois 10 mètres cubes (M. Alluaud) et affectant des formes sphéroïdales, un noyau d'orthose ou de béryl étant, par exemple, entouré par de l'albite, puis par des enveloppes concentriques de mica et de quartz (voir page 17, fig. 11.) Je reviendrai, à l'article *triplite*, sur la structure des masses phosphatées.

L'orthose de la région qui nous occupe ici est en grandes masses blanches ou rose clair et parfois en cristaux distincts, simples ou maclés suivant la loi de Carlsbad (fig. 9 et 10, page 26), atteignant un décimètre de longueur. Ces macles sont souvent aplaties suivant g^1 (010), avec ou sans allongement très marqué suivant l'axe vertical.

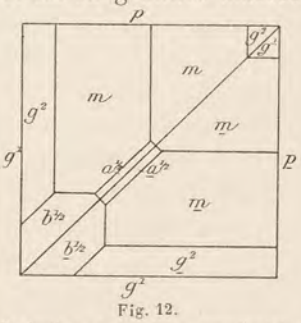


Fig. 12.
Projection, sur un plan perpendiculaire à l'axe *a*, d'une macle de Baveno (Chanteloube).

Les macles de Baveno ne sont pas très rares ; les cristaux que j'ai examinés sont très allongés suivant pg^4 et ne présentent à leur sommet que m, $\overline{m}$, avec parfois g^2, $\bar{g}^2$ et plus rarement $b^{1/2}$ ($\overline{1}11$), $a^{1/2}$ ($\overline{2}01$) (fig. 12). M. de Mauroi m'a communiqué une macle de ce genre d'un blanc rosé, engagée avec quartz enfumé et muscovite dans une halloysite d'un blanc jaunâtre.

Tous les cristaux que j'ai examinés étaient étiquetés « Chanteloube ».

Ils présentent parfois les clivages m (110) (Dx) et renferment de nombreuses lamelles microscopiques d'albite; ce feldspath l'accompagne, du reste, d'une façon constante.

L'orthose est exploitée dans cette région et employée pour la fabrication de la pâte et surtout de l'émail de la porcelaine.

Des gisements de pegmatite exploités pour leurs feldspaths se rencontrent sur la rive gauche de la Briance (Vigen, Solignac, etc.).

Dans l'arrondissement de Saint-Yrieix, la pegmatite à grands éléments, pauvre en mica, se trouve au milieu des gneiss et des amphibolites. Elle forme une bande qui s'étend depuis la limite de la Corrèze vers Saint-Yrieix et Le Chalard (carrières de Coussac-Bonneval, de Bois-Vicomte, Marcognac, de La Seinie, du Clos-de-Barre, etc). Ces pegmatites sont en partie kaolinisées (voir *kaolinite*, tome I) et exploitées à la fois pour le feldspath et le kaolin. M. des Cloizeaux a observé sur l'orthose blanche ou rouge de Saint-Yrieix les mêmes particularités que sur celle de La Vilate.

Dans la carrière de La Vilate et dans celle du pont de Barost, on a trouvé des géodes de cristaux transparents ou translucides d'orthose, rappelant l'aspect de l'adulaire, associés à des cristaux de quartz enfumé. Ils présentent les formes p (001), m (110), g^1 (010), g^2 (130), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $e^{1/2}$ (021): ils sont généralement allongés suivant l'axe vertical, bien que l'on en rencontre qui présentent un allongement suivant pg^1. Ils sont souvent formés par la réunion d'un grand nombre de cristaux groupés à axes parallèles et portant, sur leurs faces p (001), des stries parallèles à l'arête $p\ h^1$ (001) (100), indice de pénétrations plus intimes encore. Les faces prismatiques sont souvent irrégulièrement cannelées.

Un des cristaux que j'ai examinés est très allongé suivant l'arête $p\ h^1$: il est formé par un grand nombre d'individus accolés suivant g^1 (010). Il semble exister une large face h^1 (100), malheureusement trop terne et trop striée pour se prêter à des mesures précises.

Puy-de-Dôme, *Loire*. Voir les gisements de tourmaline, de muscovite.

Rhône. Parmi les gisements de pegmatites cités aux minéraux précédents, il y a lieu de faire une mention spéciale pour les pegmatites du gneiss de Beaunan, d'Irigny (carrière du diable) (belles masses laminaires jaune rosé translucides recueillies par M. Gonnard). Le granite du Beaujolais, et en particulier celui de Juliénas, de Chenas, est traversé par des filonnets pegmatoïdes, formés d'orthose rougeâtre et de quartz. Ils sont parfois drusiques et renferment des cristaux nets d'orthose,

généralement un peu aplatis suivant la base et présentant les faces *m* (110), g^2 (130), g^1 (010), *p* (001), avec parfois a^1 ($\bar{1}01$) ou $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$).

Saône-et-Loire. L'orthose en masses laminaires blanches et rosées accompagne le microcline dans les pegmatites de l'Autunois (Marmagne, Broye, Montjeu, etc.); elle paraît même plus abondante que ce dernier minéral. Les cristaux que j'ai recueillis moi-même dans les quartz des pegmatites et ceux que m'a communiqués M. Berthier sont pauvres en faces, *p* (001), *m* (110), g^1 (010), g^2 (130), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), souvent aplatis suivant g^1 (010) et maclés suivant la loi de Carlsbad. Ils atteignent 1 décimètre de plus grande dimension : leurs faces sont généralement ternes. Le même feldspath se trouve aussi en grandes masses laminaires dans les pegmatites de Saint-Micaud près le mont Saint-Vincent. Les pegmatites du Sud du département (Saint-Amour, etc.) sont riches en orthose rouge clair ou blanc rosé.

Vosges. — *Vosges*. Delesse a étudié (*A. M.* XVI. 108. 1849) les orthoses des pegmatites vosgiennes et signalé particulièrement les gisements suivants, dans lesquels se trouve probablement du microcline : Ceux, Étang du Xénois en Saint-Étienne, Saint-Nabord, Ranfaing, Le Pont-des-Fées et les Xettes près Gérardmer, Tendon, la vallée de Granges (Les Arentées de Corcieux), entre Gérardmer et Bruyères, Lusse, val d'Ajol, Jussarupt, pied du Thalhoux, Faymont, etc.

[*Alsace*]. Les pegmatites de Saint-Hippolyte, du Rauenthal entre Saint-Remy et Phaunoux près Sainte-Marie-aux-Mines, du Hohlandsperg près Colmar, etc., sont cités par le même auteur pour leurs grands cristaux de feldspath.

Alpes. — *Massif du mont Blanc*. Les granulites et pegmatites du massif du mont Blanc renferment de l'orthose associée à l'anorthose et au microcline.

Maures. — *Var*. On peut citer les pegmatites qui se trouvent entre Cogolin et La Garde-Frainet, Napoule, etc.

Madagascar. — Les pegmatites de l'île sont riches en orthose : dans les sables aurifères on a trouvé des fragments de *pierre de lune*, associés à du quartz opalin.

γ. Dans les microgranulites et les rhyolites (porphyres).

Dans les microgranulites et les rhyolites (porphyres pétrosiliceux et

porphyres à quartz globulaire), l'orthose est un des éléments constitutifs.

Dans les microgranulites, elle se trouve en grands cristaux, atteignant fréquemment plusieurs centimètres de plus grande dimension, et en petits cristaux ou en grains microscopiques.

Dans les rhyolites (porphyres), ce feldspath existe en grands cristaux semblables à ceux des microgranulites et en éléments microscopiques, constitués soit par des microlites ou des globules, soit par de véritables sphérolites radiés.

Je passerai successivement en revue les grands cristaux porphyriques, puis ceux de la pâte de ces roches.

1° Grands cristaux porphyriques (phénocristaux).

Ces grands cristaux se rapportent aux deux types signalés plus haut dans les orthoses de granite : cristaux simples [type I (fig. 1) et type II (fig. 2) page 24 et fig. 13], et cristaux maclés suivant la loi de Carlsbad. Ceux-ci se présentent sous les deux formes représentées par les figures 9 et 10 de la page 26. La première présente en général les faces p (001), m (110), g^2 (130), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Cette dernière forme ne constitue que de petites facettes triangulaires sur les angles $p\ a^{1/2}\ g^1$ de la fig. 10. La seconde combinaison est plus complexe ; elle présente, en outre, a^1 ($\bar{1}01$) et $e^{1/2}$ (021) ; les faces $b^{1/2}$ ($\bar{1}01$) sont très développées et les faces $e^{1/2}$, au contraire, réduites (fig. 37, page 93).

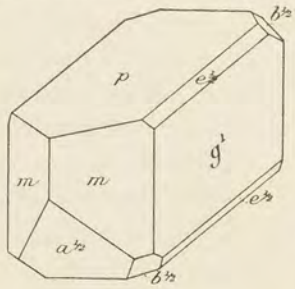


Fig. 13.
Forme commune de l'orthose des microgranulites.

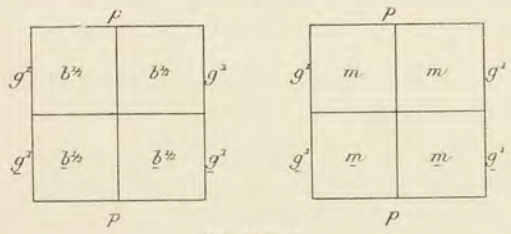


Fig. 14 et 15.
Projection, sur un plan perpendiculaire à l'axe a, des deux extrémités de la forme commune des macles de Four-la-Brouque dans les microgranulites (La Clayette, Matour, Four-la-Brouque).

On trouve, en outre, des cristaux maclés suivant les lois de Baveno et de Four-la-Brouque. La forme dominante de ces macles (fig. 14 à 17) est différente de celle qui est habituelle dans les granulites (fig. 7).

Toutes ces formes se combinent entre elles de la façon la plus complexe. L'examen des lames

minces des roches microlitiques fait rencontrer avec une extrême abondance ces groupements complexes des diverses macles des feldspaths (orthose ou plagioclases). Il est souvent impossible de les débrouiller quand on ne peut isoler les cristaux : à ce point de vue, le gisement de Four-la-Brouque, étudié plus loin, est particulièrement intéressant par la netteté et l'abondance de ces groupements.

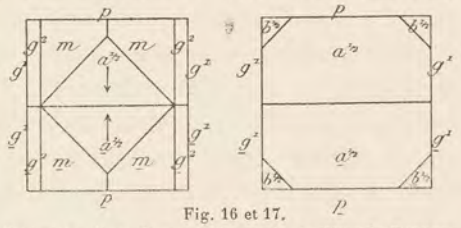


Fig. 16 et 17.

Projection d'une forme de la macle de Four-la-Brouque (microgranulites) moins fréquente que celle représentée par les fig. 14 et 15.

Cévennes. — *Hérault*. De beaux cristaux à faces brillantes d'orthose rose ou rougeâtre se rencontrent aux environs de Ceilhes. La seule mention qui ait été faite de ce gisement est due à M. Groth (*Mineraliensamml. Strassburg*. 247. 1878), qui a trouvé des cristaux en provenant dans la collection de l'Université de Strasbourg. D'après les renseignements que je dois à MM. Delage et Mourgues, ces cristaux se trouvent dans un dyke de microgranulite rouge qui perce les schistes dévoniens et se prolonge jusque dans l'Aveyron. Les échantillons qu'ils ont bien voulu m'envoyer ont été recueillis par eux à 1 kilomètre ouest du village de Ceilhes, sur le bord de la route départementale. Les cristaux isolés atteignent 6^{cm} de plus grande dimension; ils se rapportent aux types I et II. Les macles de Carlsbad présentent fréquemment les faces $e^{1/2}$ (021) et $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) plus ou moins développées.

Gard. La collection du Muséum renferme un cristal m (110), g^2 (130), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), rappelant ceux de Four-la-Brouque et indiqué comme ayant été recueilli par Dufrénoy aux environs de La Salle. Il provient certainement d'une microgranulite, de même qu'un autre cristal ayant 5^{cm} de longueur et très analogue d'aspect aux cristaux de Matour décrits page 93 ; ce dernier cristal est indiqué comme provenant de la montagne Sainte-Marguerite.

Plateau Central. — *Aveyron*. Je dois à l'obligeance de M. Boule une série de jolis cristaux (2^{cm} de long) d'orthose recueillis par lui dans la microgranulite altérée des environs d'Ouyre en Camarès, sur la route de Camarès vis-à-vis le lieu-dit Laur. Les cristaux simples présentent parfois g^2 (130); les macles de Carlsbad avec ou sans pénétration possèdent quelquefois les faces $e^{1/2}$ (021) et $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) : elles sont plus aplaties suivant g^1 (010) que dans la fig. 37.

Puy-de-Dôme. Le gisement d'orthose le plus remarquable que j'aie à signaler dans les microgranulites est celui de Four-la-Brouque. Il est connu depuis le commencement du siècle, mais sa richesse en cristaux intéressants a été mise en lumière, il y a quelques années seulement, par M. Gonnard (*B. S. M.* VI. 265. 1883; VIII. 307. 1885 et XI. 177. 1888), dont le travail va être brièvement résumé : toutes les figures données plus loin sont extraites des mémoires de ce savant. M. Gonnard a bien voulu me confier ses nombreux cristaux; je dois aussi la communication d'intéressants échantillons à M. Bielawski.

Ces cristaux d'orthose se trouvent sur la rive droite de l'Allier dans des filons de microgranulite des environs de Four-la-Brouque. Celui de Prat-Moret en Yronde-et-Buron est proche de l'Allier; d'autres plus importants s'observent sur les deux rives du ravin de la Laye, le premier allant du ravin à la grotte de Four-la-Brouque, le second se trouvant aux Moïdas en Orbeil. Les filons de Prat-Moret et des Moïdas sont d'un accès plus facile et sont plus riches que celui de Four-la-Brouque. Les cristaux de ces gisements sont étiquetés dans les anciennes collections minéralogiques : « Saint-Yvoine », « Issoire » (bourg et ville voisins de Four-la-Brouque) ou d'une façon plus vague : « Puy-de-Dôme », « Auvergne ».

Quant aux gisements de Saint-Pardoux, de Vic-le-Comte, du puy de la Courtade, qui ont été cités comme fournissant des cristaux d'orthose, ils n'en renferment pas, d'après M. Gonnard (*op. cit.*, 45).

A. Cristaux simples. — Ces cristaux présentent les deux formes habituelles (type I et II, page 24), possédant parfois en outre les faces g^2 (130), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $e^{1/2}$ (021), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Ils mesurent en moyenne 2^{cm} à $2^{cm}5$, bien qu'ils prennent parfois une plus grande taille. D'après M. Gonnard, les faces a^1 et $a^{1/4}$ ($\bar{4}01$), signalées antérieurement (*op. cit.*, 46) dans un cristal de ce gisement, n'existent pas, le cristal étudié étant une macle de Four-la-Brouque incomplète.

B. Cristaux maclés. — *a*) Macle de l'albite. On a vu page 27 que cette macle se réduit à des groupements à axes parallèles de deux individus réduisant des cristaux à apparence simple.

b) Macle de Carlsbad. Cette macle est la plus commune; les cristaux sont souvent de grande dimension : ils ont en moyenne de 3^{cm} à $3^{cm}5$ suivant l'axe vertical et peuvent atteindre 7^{cm}.

La macle se présente sous les deux formes habituelles, avec angles rentrants (fig. 10, page 26) ou sans angles rentrants par accolement (fig. 9, page 26 et fig. 37); entre ces deux formes se trouvent tous les intermédiaires. Un cas particulier fort rare de cette macle est celui où la face d'association n'est pas g^1 (010), mais où les deux composants sont disposés de telle sorte que l'axe vertical de l'un est sur le prolongement de celui de l'autre. Le cristal est alors symétrique par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe vertical et présente une forme en cœur (fig. 18).

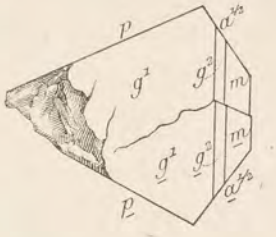


Fig. 18.
Macle de Carlsbad avec pénétration suivant l'axe vertical (Four-la-Brouque).

c) Macle de Four-la-Brouque. L'abondance de cette macle constitue une des caractéristiques de ce gisement : aussi ai-je adopté pour la désigner le nom de Four-la-Brouque proposé par M. Gonnard comme synonyme de celui de Manebach. La proportion des cristaux présentant cette macle est, d'après ce savant, de $\frac{1}{40}$ environ par rapport aux autres formes. Ils sont toujours allongés suivant une arête $p\,g^1$ (001) (010); ils ont l'apparence de prismes quadratiques, par suite de l'égal développement des quatre faces de leur zone d'allongement et souvent aussi de quatre faces $b^{1/2}$ à l'une de leurs extrémités et de quatre faces m à l'autre. Ces macles sont, en moyenne, de petite taille, mais elles peuvent atteindre 5 à 6^{cm}.

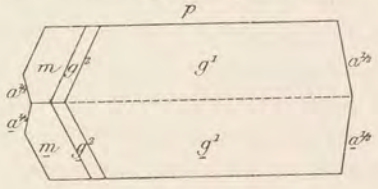


Fig. 19.
Projection sur g^1(010) de la macle de Four-la-Brouque (Four-la-Brouque).

Les formes des cristaux élémentaires sont généralement peu nombreuses: p (001), g^1 (010), g^2 (130), m (110), $b^{1/2}$ ($\bar{1}1^1$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$). L'accolement suivant p (001) se fait de telle sorte que les faces a $\bar{a}$ sont toujours contiguës. Les fig. 14 à 17 donnent une idée des principaux aspects de cette macle. Elles représentent les projections des deux extrémités du groupement sur un plan perpendiculaire à l'arête $p\,g^1$. Quand on exploite le gisement, on obtient surtout des cristaux brisés présentant l'une ou l'autre des pointements.

d) Macle de Baveno. Ces macles sont moins fréquentes que les précédentes et très difficiles à isoler entières; elles ne dépassent guère 1^{cm} 5.

Elles présentent généralement les formes p (001), g^1 (010), m (110), g^2 (130), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) avec ou sans $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Les faces g^2 (130) y sont souvent très développées, contrairement à ce qui arrive dans les cristaux

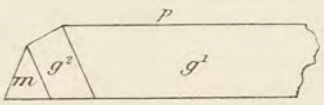


Fig. 20.
Projection sur g^1 (010) d'une macle de Baveno.

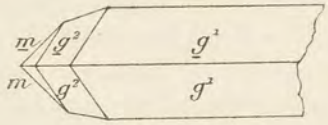


Fig. 21.
Projection d'une macle de Baveno sur un plan tangent à l'arête $g^1 g^1$.

simples : cette particularité est très caractéristique de ce gisement.

e) Combinaisons de ces diverses macles. — L'intérêt des cristaux de Four-la-Brouque réside surtout dans les combinaisons suivantes de ces macles entre elles ou avec des individus simples.

α. Macles de Carlsbad maclées entre elles suivant la loi de l'albite. — Ce groupement consiste simplement dans l'accolement suivant g^1 (010) de deux macles de Carlsbad, puisque l'axe de rotation de la macle de l'albite est l'axe binaire perpendiculaire à g^1 (010); les deux individus contigus ont la même orientation; la même observation s'applique aux deux individus extérieurs.

β. Groupement de deux macles de Carlsbad. — M. Gonnard a

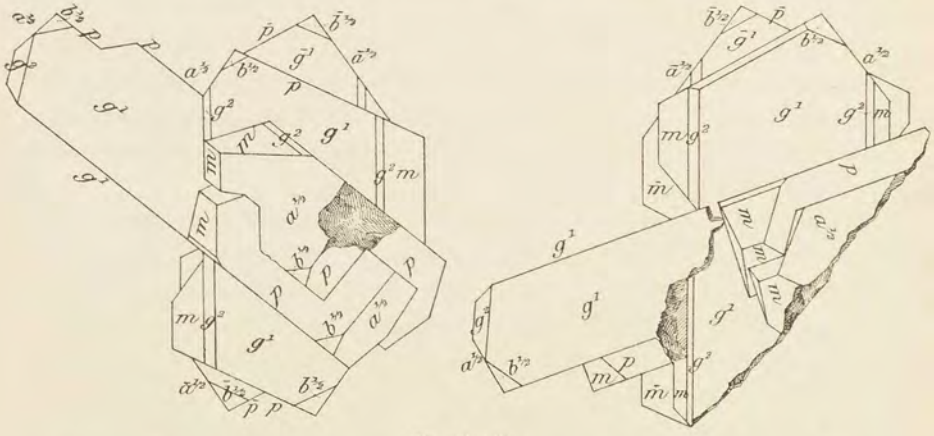


Fig. 22 et 23.
Groupement d'orthose. La fig. 23 représente le même groupement que la fig. 22, après rotation de 90° autour de l'arête $p g^4$ de la macle de Baveno.

observé un groupement de deux macles de Carlsbad dont les faces g^1(010)

font entre elles un angle de 90°. De l'intersection de ces cristaux sort une macle de Baveno : celle-ci a la même épaisseur que l'une des macles de Carlsbad. Elle a ses faces p et g^1 dans le même plan que les faces de cette dernière : elle est d'une épaisseur différente de la seconde macle de Carlsbad, sur laquelle elle est légèrement oblique. Les faces p et g^1 font avec les faces g^1 (010) de celle-ci un angle d'environ 30'. Les faces p et g^1 de la macle de Baveno ne sont exactement parallèles à aucune des faces p des cristaux maclés suivant la loi de Carlsbad (fig. 22 et 23).

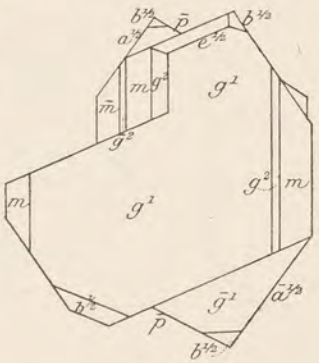


Fig. 24.
Groupement d'orthose (Four-la-Brouque)

γ. Macle de Carlsbad et cristal simple. — Ces groupements sont très fréquents ; le cristal simple a la même épaisseur que l'individu de la macle de Carlsbad auquel il est associé ; sa face g^1 (010) est sur le prolongement de celle de ce dernier, et sa face p (001) est parallèle à celle de ce même cristal.

On peut considérer ce groupement comme formé par la macle suivant la loi de l'albite d'un cristal simple et d'une macle de Carlsbad avec accolement suivant h^1 (100) du cristal simple à l'un des individus de la macle suivant la loi de l'albite (fig. 24).

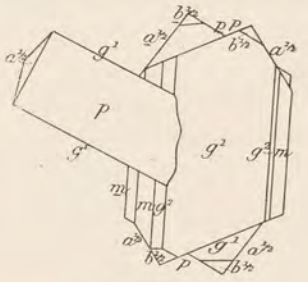


Fig. 25.
Groupement d'une macle de Carlsbad et d'un cristal simple.

Beaucoup plus rarement, les faces p (001) du cristal simple et de l'un des composants de la macle de Carlsbad font entre eux un angle de 90°. Dans ces deux cas, les faces p ou g^1 du cristal simple font un angle de 116° avec le plan h^1 (001) des cristaux maclés suivant la loi de Carlsbad (fig. 25).

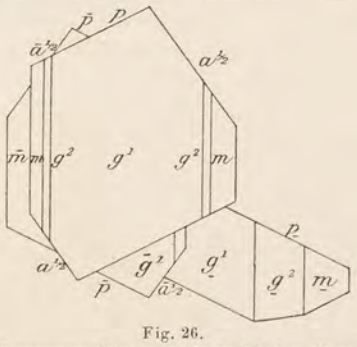


Fig. 26.
Groupement d'une macle de Carlsbad et d'une macle de Baveno.

δ. Macle de Carlsbad et macle de Baveno. La figure 26 représente ce groupement fort rare.

ε. Macle de Carlsbad et macle de Four-la-Brouque (fig. 27). — Le cristal supérieur

de la macle de Four-la-Brouque a sa face p (001) en coïncidence avec p (001) de l'un des individus de la macle de Carlsbad et sensiblement avec a^1 ($\bar{1}01$) de l'autre individu de la même macle. L'individu I de la macle de Carlsbad et l'individu II de la macle de Four-la-Brouque sont donc maclés entre eux suivant la loi de Carlsbad.

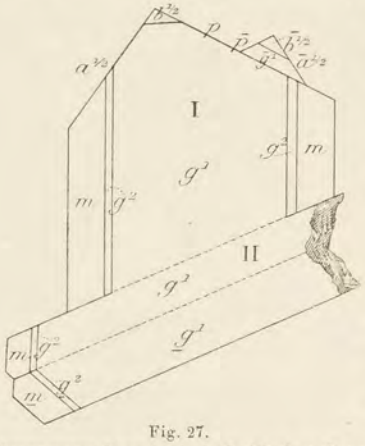


Fig. 27.
Groupement d'une macle de Carlsbad et d'une macle de Four-la-Brouque.

ζ. Macle de Four-la-Brouque et d'un cristal simple. — Un cristal simple aplati suivant g^4 (010) est maclé suivant la loi de Carlsbad avec une macle de Four-la-Brouque (fig. 28).

Dans d'autres cas, une macle de Four-la-Brouque se continue par un cristal simple (fig. 29). L'assemblage est allongé suivant l'arête pg^4.

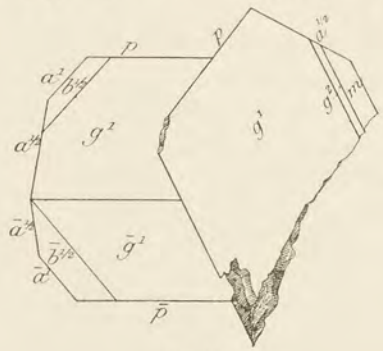


Fig. 28.
Groupement (macle de Carlsbad) d'un cristal simple et d'une macle de Four-la-Brouque.

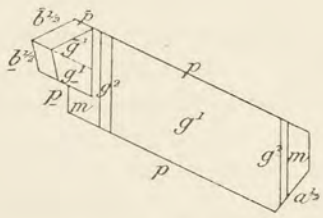
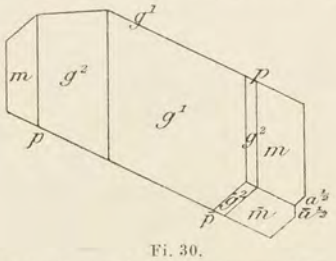


Fig. 29.
Groupement d'une macle de Four-la-Brouque et d'un cristal simple.

η. Macle de Four-la-Brouque et macle de Baveno. — Ces groupements s'effectuent de la même façon que le précédent. L'une des extrémités du cristal est formée par une macle de Baveno, et l'autre, par une macle de Four-la-Brouque.



Fi. 30.
Projection sur g^4 (010) du groupement d'une macle de Four-la-Brouque et d'une macle de Baveno.

Tous les cristaux présentant le groupement de ce genre sont allongés suivant une arête pg^4 (001) (010) (fig. 30 et 31). Ces groupements sont parfois de grande

taille et ont toujours plusieurs centimètres de longueur : ils sont très caractéristiques du gisement de Four-la-Brouque, de même que ceux reprétés par les figures 29 et 34.

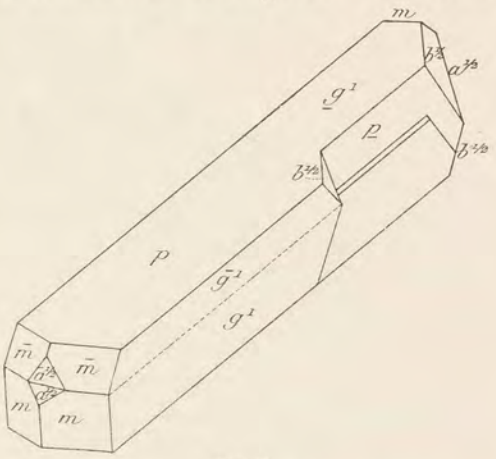


Fig. 31.
Groupement d'une macle de Four-la-Brouque et d'une macle de Baveno.

0. Macle de Four-la-Brouque et macle de l'albite. — Deux cas peuvent se présenter; un cristal simple est maclé suivant la loi de Four-la-Brouque avec deux cristaux maclés entre eux suivant la loi de l'albite (fig. 32), ou bien les deux composants de la macle de Four-la-Brouque sont constitués par une macle suivant la loi de l'albite (fig. 33).

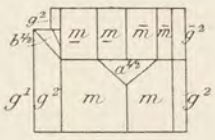


Fig. 32.
Macle de Four-la-Brouque d'un cristal simple et d'une macle suivant la loi de l'albite (fig. 30).

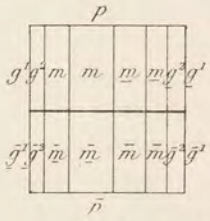


Fig. 33.
Macle de Four-la-Brouque de deux macles suivant la loi de l'albite.

1. Macle de Baveno et cristal simple. — Une macle de Baveno se termine à l'une de ses extrémités par un cristal simple, celui-ci pouvant avoir ses faces g^4 parallèles aux faces g^4 (010) (fig. 34) ou aux faces p (001) de la macle de Baveno (fig. 35). Les deux cristaux ont en général les mêmes dimensions et semblent au premier abord constituer un cristal unique, ayant la forme d'un prisme quadratique à extrémités dyssymétriques (fig. 34 et 35).

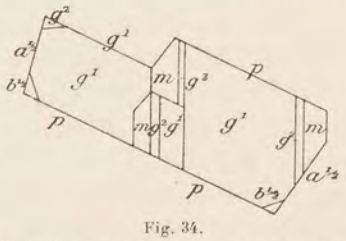


Fig. 34.
Projection sur g^4 du groupement d'un cristal simple et d'une macle de Baveno.

Le mode de jonction des deux cristaux est souvent invisible (fig. 34); mais dans d'autres cas, on peut constater, grâce à une suture plus ou moins nette, que la jonction se fait par pénétration irrégulière (fig. 35),

Enfin, il y a lieu de faire une place à part à un groupement que M. Gonnard a rencontré une seule fois. Deux cristaux simples sont associés de telle sorte que, l'axe vertical de chacun d'eux coïncidant, la face g^1 (010) de l'un est sensiblement parallèle à une face m (110) de l'autre. On peut considérer l'un des cristaux comme ayant tourné de 59°26′ autour de l'axe vertical. Celui-ci serait donc non seulement un axe quasi-binaire, mais aussi un axe quasi-ternaire, et par suite quasi-senaire (*B. S. M.* VIII. 307. 1885).

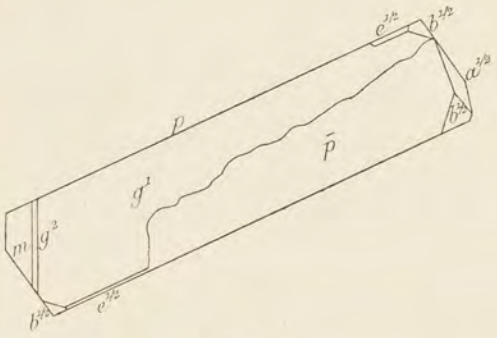


Fig. 35.
Projection sur g^1 (010) d'une macle de Baveno groupée avec un cristal simple (partie droite de la figure).

En outre de ces groupements réguliers, on rencontre à Four-la-Brouque, en quantité considérable, des associations par *à peu près* et d'autres, souvent fort curieuses, qui ne paraissent assujetties à aucune régularité.

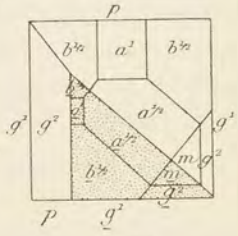


Fig. 36.
Projection, sur un plan perpendiculaire à l'arête $p\,g$ d'une macle de Baveno englobant un cristal simple.

J'ai signalé, page 97, les cristaux d'orthose de la microgranulite de Chaludet à l'ouest de La Celle, qui ont parfois complètement disparu et ont été remplacés par de la tourmaline (fig. 36, page 48).

Saône-et-Loire. De Drée a découvert autrefois un riche gisement d'orthose dans une microgranulite altérée de La Chapelle près La Clayette. Ces cristaux sont d'un rose chair foncé, qui les fait distinguer de ceux de tous les autres gisements français; ils sont souvent brisés et ressoudés par la pâte de la microgranulite. Ils étaient connus de Haüy, qui a décrit pour la première fois la macle de Four-la-Brouque d'après des cristaux de ce gisement que lui avait remis de Drée (*op. cit.* II. 603. 1801). Les cristaux que j'ai examinés ont été donnés à mon grand-père par ce dernier. Ils présentent les deux types signalés plus haut à Four-la-Brouque : cristaux simples (types I et II et fig. 13 et 37) et macles de Carlsbad : quant aux macles de Four-la-Brouque, elles se rapportent aux types des figures 14 à 17.

J'ai décrit (*B. S. M.* XI. 71. 1888) un gisement voisin qui m'avait été indiqué par M. Michel-Lévy; il se trouve au moulin de Croux près Matour, dans une microgranulite. Il a été mis à découvert par le creusement des fondations d'une grange.

Les cristaux d'orthose de Croux peuvent atteindre 7^{cm} de plus grande dimension; par la netteté de leurs formes et le poli de leurs faces, ils prennent le premier rang parmi les gisements français de microgranulites; ils sont jaune rosé, marbrés de blanc. J'y ai observé les mêmes formes qu'à Four-la-Brouque : p(001), m(110), g^2(130), g^1(010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01), $b^{1/2}$ ($\bar{1}$11), $e^{1/2}$ (021); c'est par erreur que dans la note précitée a été indiquée e^1(011). Les cristaux simples sont fréquemment allongés suivant $p\,g^1$ (001) (010) et aplatis suivant g^1 (010), rappelant ainsi les cristaux de sanidine du mont Dore (fig. 44, page 98).

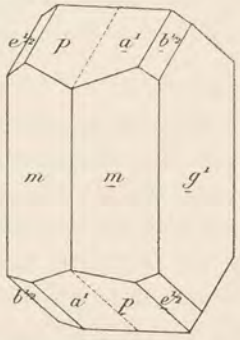


Fig. 37.
Macle de Carlsbad sans angle rentrant (La Clayette).

Les macles de Carlsbad sont très fréquemment formées de deux cristaux de même dimension aplatis suivant g^1(010) avec ou sans angles rentrants (fig. 37); mais on trouve souvent aussi des macles de Carlsbad de deux individus dont l'un, très gros, aplati suivant g^1 et allongé suivant $p\,g^1$, englobe presque entièrement le second, très petit.

Les macles de Four-la-Brouque sont de petite taille et semblables à celles du gisement de ce nom. On y trouve également des groupements complexes de cristaux; le temps m'a manqué, lors de mon excursion à Croux, pour les dégager : ils sont très fragiles.

Côte-d'Or. M. Berthier m'a communiqué un très beau cristal (macle de Carlsbad) rose, à faces lisses, provenant de Suze en Marcheseuil.

Vosges. — *Vosges*. M. Vélain me l'a signalée sous la même forme dans les microgranulites du Raddon près Ternuay, de la vallée des Charbonniers et du Grand Valtin dans le Nord de la région des lacs, dans les porphyres recouvrant le granite de la Bresse.

Esterel. — *Var*. Les rhyolites (porphyres) pétrosiliceuses d'Agay renferment de gros cristaux d'orthose de plusieurs centimètres, offrant les formes habituelles; ils sont très altérés.

Il est un autre gisement de cette région qui mérite une mention spéciale : c'est le porphyre pétrosiliceux brun de Fréjus et de Saint-

Raphaël ; M. Nentien m'a signalé notamment les localités suivantes : Cure Biasse ; haute vallée du Rouflon ; en aval des mines de Boson, le long du Reyran, et à la source de son affluent le Gargalong.

Ce porphyre renferme en quantité considérable de jolis petits cristaux d'orthose hyalins à reflets opalisants n'atteignant que 1 à 2 millimètres ; on trouve parfois cette roche en blocs altérés dans les tufs ; par la décomposition de la matière vitreuse de la roche, les cristaux de feldspath sont mis en liberté en même temps que des cristaux hyalins de quartz bipyramidés.

Les échantillons que j'ai examinés m'ont été communiqués par M. Segond ; ils ont les formes communes ; les cristaux simples, allongés suivant $p\ g^1$ (001) (010), abondent ; les faces g^2 (130) y sont parfois assez développées ; les macles de Carlsbad sont fréquentes, celles de Four-la-Brouque s'y rencontrent quelquefois.

2° Dans la pâte des microgranulites et des rhyolites.

Dans le magma du second temps des microgranulites et des microgranites, l'orthose se trouve en petits individus, visibles seulement à l'aide du microscope : ils possèdent les formes communes des grands cristaux ou sont dépourvus de contours géométriquement définis.

Ce feldspath forme parfois des associations micropegmatoïdes avec le quartz : celles-ci sont distribuées sans ordre dans la roche (*micropegmatites*) ou orientées sur les grands cristaux (*micropegmatites auréolées* ou *à étoilements*.) Les microgranulites de Cochinchine offrent notamment de magnifiques exemples de ces diverses micropegmatites, fréquentes dans le Plateau Central, le Morvan, les Vosges, la Corse, etc.

Dans certaines rhyolites (porphyres), l'orthose, pure ou imprégnée de matière amorphe, de quartz, forme des sphérolites à croix noire passant par gradations insensibles à des associations de micropegmatites (voir pages 35 et 36, fig. 24 et 25). Ces sphérolites feldspathiques sont allongés suivant l'arête $p\ g^1$ (001) (010), et sont par suite négatifs (Voir Michel-Lévy : *A. M.* VIII. 378. 1875) : ils sont parfois macroscopiques (*pyromérides*). Plus rarement, ces sphérolites sont allongés suivant l'arête $p\ h^1$(001) (100) ou $h^1\ g^1$ (100) (010) : ils sont alors généralement pennés et leurs fibres élémentaires sont plus individualisées que celles des sphérolites communs.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les sphérolites *microscopiques* des rhyolites du ravin de Lusclade au mont Dore (*Puy-de-Dôme*) sont

très analogues, au point de vue de la structure, à ceux des rhyolites du Yellowstone Park, où ils ont été décrits pour la première fois par M. Iddings. Dans ces roches on observe des sphérolites allongés suivant pg^1 (001) (010), et d'autres à allongement positif, à fibres palmées bien individualisées grâce à l'existence d'un peu de verre qui les isole les unes des autres. L'orthose de ces sphérolites est sodique. Elle s'isole, parfois dans les lithophyses, en cristaux de forme analogue à celle de la fig. 8, page 26 : ils sont accompagnés de lamelles de tridymite.

Esterel. — *Var*. Comme exemple de sphérolites macroscopiques, on peut citer ceux de la pyroméride violacée du Gargalong près Fréjus.

Corse. — Les schistes houillers du N.-O. de la Corse sont coupés par de nombreux filons de porphyres renfermant d'énormes sphérolites atteignant parfois la grosseur de la tête et communément celle du poing. Les échantillons de ce genre abondent dans les collections. Ils ont le plus généralement la forme de petits boulets parfaitement sphériques (fig. 38) et plus rarement celle d'ellipsoïdes aplatis (fig. 39). M. Nentien a bien voulu me donner les renseignements suivants sur leur gisement. Ils se trouvent particulièrement entre les golfes de Porto et de Galeria et dans la région qui, partant de la côte entre ces deux golfes,



Fig. 38.

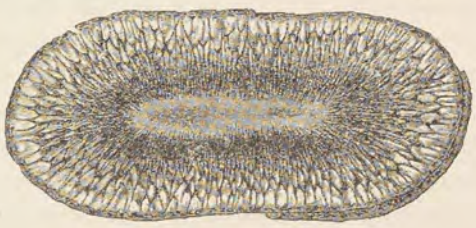


Fig. 39.

Surface polie de sphérolites gigantesques de micropegmatite, des microgranulites de Girolata (*Corse*). (Réduction de $\frac{1}{3}$ environ.)

s'élève jusqu'aux hautes crêtes de la Paglia Orba, du Monte Cinto et du Monte Padro. On peut citer notamment les localités suivantes : Curzu, Partinello, Osani, Girolata, Galeria, Argentella, Pirio, etc.

L'examen microscopique de ces gros sphérolites m'a montré, dans les échantillons du Muséum et dans ceux que je dois à M. Nentien, tous les types de passage entre la micropegmatite à étoilement et les sphérolites palmés dans lesquels le quartz n'est souvent plus individua-

lisé. Les grands sphérolites sont le plus souvent formés par de vraies micropegmatites. Ils sont parfois colorés par de fines paillettes de biotite, disposées entre les fibres. La roche qui les renferme est une microgranulite qui est aux microgranulites normales ce que la granulite orbiculaire de Fonni (Sardaigne) et la diorite orbiculaire de Santa Lucia de Tallano sont respectivement aux granulites et aux diorites grenues. Les figures 24 et 25 des pages 35 et 36 ont été dessinées d'après des échantillons de pyroméride compacte à sphérolites violacés de quelques millimètres de diamètre provenant de Calasima.

b) *Dans les roches non quartzifères.*

α. Dans les syénites et les syénites néphéliniques.

Dans les syénites et les minettes, l'orthose est souvent sodique, associée fréquemment en microperthites avec de l'albite ou de l'anorthose. Elle est généralement aplatie suivant g^1 (010), souvent maclée suivant g^1 (010), et possède les mêmes propriétés que dans les granites.

Dans la syénite néphélinique de Pouzac, l'aplatissement de l'orthose suivant g^1 (010) est très marqué, les macles de Carlsbad sont fréquentes, de même que les associations microperthitiques d'orthose, d'anorthose et aussi parfois d'albite (fig. 18, page 32). Parfois ces microperthites d'albite et d'orthose sont tellement fines que l'on peut à peine les soupçonner avec de forts grossissements (*kryptoperthite*).

Sur le bord de cette syénite, j'ai observé (*B. S. G.* XVIII. 521. et pl. x. fig. 1 et 2. 1890) d'intéressantes modifications endomorphes: la néphéline disparaît, et la syénite se transforme en une sorte de trachyte à longs microlites palmés d'orthose, parfois groupés en rosettes se rapprochant de la *bostonite* de M. Rosenbusch.

β. Dans les diorites, les diabases et les gabbros.

Dans les diorites passant aux syénites et dans les diorites quartzifères passant au granite à hornblende, on observe de l'orthose entourant les plagioclases et possédant la même orientation qu'eux; dans d'autres cas, le feldspath potassique se trouve en plages granitoïdes dans les interstices laissés par les plagioclases. Il est souvent associé au quartz en micropegmatites. C'est sous cette dernière forme qu'on l'observe fréquemment dans les diabases (Bretagne, Plateau Central).

Dans les gabbros du Pallet, à leur contact avec le gneiss et dans les échantillons renfermant à la fois du quartz et de l'hypersthène, l'orthose se présente parfois en grains sans formes géométriques.

Dans toutes ces roches, l'orthose ne peut guère être décelée que par l'étude *microscopique*.

γ. Dans les roches microlitiques.

L'orthose en microlites est caractéristique des trachytes et des phonolites. Elle se présente aussi en phénocristaux dans les mêmes roches, ainsi que dans les andésites acides.

Dans les trachytes (orthophyres) et les andésites (porphyrites) antétertiaires, les cristaux d'orthose sont altérés, laiteux, offrant le même aspect extérieur que dans le granite : ils ne présentent, dans aucun de nos gisements, de particularités dignes d'intérêt. Je ne m'occuperai donc que des roches postsecondaires dont quelques-unes renferment de fort beaux cristaux.

Dans tous les gisements étudiés dans ce paragraphe, l'orthose se trouve sous sa variété transparente ou translucide, très fendillée, la *sanidine* ; elle est généralement sodique et renferme très fréquemment des inclusions microscopiques (microperthites) d'anorthose.

Les phénocristaux présentent les mêmes formes et les mêmes particularités que dans les microgranulites.

1° Cristaux simples allongés suivant $p\,g^1$ (001) (010), mais toujours plus ou moins aplatis suivant g^1 (type II, fig. 2, page 25).

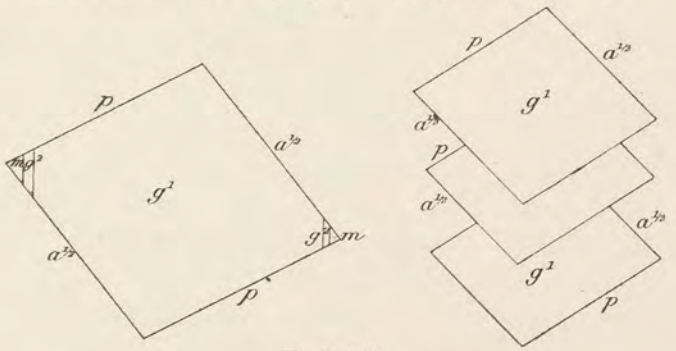
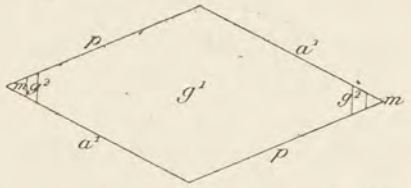


Fig. 40 et 41.
Projection sur g^1 (010) de microlites d'orthose, aplatis suivant g^1 (010).

2° Cristaux aplatis suivant g^1 (010), allongés suivant l'axe vertical

ou suivant l'arête $p\,g^1$ et maclés suivant la loi de Carlsbad avec ou sans pénétration. (Type I, fig. 1, page 25, et fig. 9 et 10, page 26.)

Les microlites présentent les mêmes formes, mais la seconde est la plus fréquente avec extrême aplatissement suivant g^1 (010).



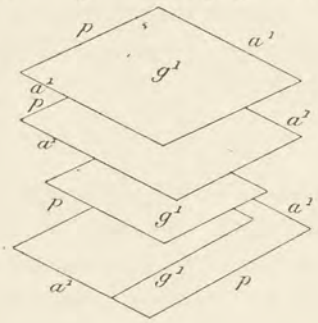


Fig. 42 et 43.
Projection sur g^1 (010) de microlites d'orthose, aplatis suivant g^1 (010).

Les trachytes renferment fréquemment des enclaves à structure miarolitique et essentiellement formées par de la sanidine. Ces *sanidinites* doivent être considérées comme le résultat de la cristallisation intratellurique du magma épanché sous la forme trachytique. Elles sont souvent riches en minéraux accessoires (*Les encl. des roch. volc.* 352).

a) Trachytes et andésites acides et leurs enclaves homœogènes. — Dans les trachytes du Plateau Central, l'orthose microlitique est le plus souvent aplatie suivant g^1 (010), formant de petites lamelles à contours p (001), a^1 ($\bar{1}01$) ou $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), dont les formes se voient très nettement au microscope dans les dômites du Puy-de-Dôme plus ou moins riches en matière vitreuse (fig. 40 à 43).

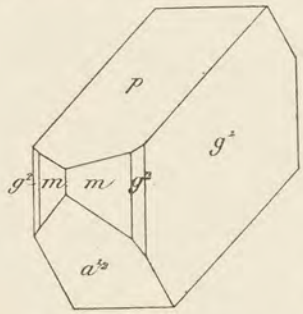


Fig. 44.
Forme commune de la sanidine des trachytes (mont Dore).

Dans les roches plus cristallines, les formes ne se distinguent pas nettement, à cause de la richesse en cristaux et de la pauvreté en matière vitreuse. L'examen microscopique permet toutefois de constater que les formes sont les mêmes que dans la dômite.

Dans quelques trachytes et andésites, au contraire, les microlites d'orthose ont la forme de la fig. 2, page 25, c'est-à-dire de petites baguettes rectangulaires peu allongées suivant l'arête $p\,g^1$ (001) (010) (trachytes augitiques à olivine du mont Dore). Dans les types vitreux de ces roches, les formes des microlites sont remarquablement nettes.

Je ne m'occuperai, dans les lignes qui suivent, que des grands cristaux *macroscopiques*. L'examen *microscopique* montre que ces grands cristaux renferment très fréquemment des facules d'anorthose.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Parmi les trachytes de la Haute-Loire aucun ne se recommande par la beauté de ses cristaux de sanidine ; mais dans celui de Monac j'ai recueilli en très grande abondance des blocs de *sanidinites*, roches essentiellement formées par l'enchevêtrement de cristaux d'orthose sodique aplatis suivant g^1 (010), parfois associés à de l'anorthose. Ces roches sont miarolitiques, très cristallines, à éléments feldspathiques atteignant plusieurs millimètres ; elles renferment du zircon, du sphène et fort rarement du pyroxène et de la biotite. Leurs nombreux vides miarolitiques ont été remplis par de la calcite et de la christianite secondaires.

Cantal. M. Rames m'a signalé des cristaux de sanidine de 2 à 3^{cm} dans le trachyte de La Font-d'Alagnon, au nord de l'ancienne route passant au col du Lioran entre l'Alagnon et le col ; ils sont accompagnés de cristaux de sphène et de biotite.

Le même géologue m'a donné autrefois de beaux cristaux de sanidine atteignant 3^{cm}, blancs marbrés de noir (inclusions vitreuses), à faces brillantes ; ils ont été recueillis dans un bloc d'andésite englobé dans la brèche andésitique d'Ayrens, au N.-O. d'Aurillac ; ils appartiennent aux deux types habituels. Les cristaux simples présentent p (001), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) très développés, avec m (110), $e^{1/2}$ (021) et plus rarement g^2 (130), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Dans les macles de Carlsbad, les faces $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) sont souvent développées et $e^{1/2}$ (021) très réduites. Un seul cristal ne présentait pas de faces p (001), par suite du très grand développement de $b^{1/2}$ et $e^{1/2}$.

Je dois à M. Boule la communication de très nombreux cristaux de sanidine formant presque à eux seuls un banc de plusieurs mètres d'épaisseur au milieu d'un tuf trachytique du miocène supérieur de Raulhac près le village de Lessenat en Carlat (bord de la route) et du ravin de Doux près Yolet. En lavant ce tuf, j'en ai extrait plusieurs centaines de cristaux jaunâtres devenant parfaitement blancs par un traitement à l'acide chlorhydrique ; ils sont limpides tant qu'ils sont humides, mais deviennent partiellement opaques par dessiccation. Leurs dimensions sont toujours les mêmes : de 2 à 4 millimètres au plus

Ils présentent les mêmes formes que la sanidine d'Ayrens.

M. Boule m'a signalé l'existence de cristaux nets de sanidine, dans les trachytes et leurs tufs, de la vallée du Goul (route entre Raulhac et Jou-sous-Monjou) (Est d'Aurillac), ainsi qu'au-dessous du village de Saint-Clément près de La Roque (dans un affluent du Goul).

Dans le trachyte de Menet, j'ai trouvé, en très grande abondance, de fort belles *sanidinites* miarolitiques dont le feldspath est constitué soit par de l'orthose sodique soit par de l'anorthose. La sanidine y forme des cristaux ayant parfois plusieurs centimètres, mais ne mesurant en général que quelques millimètres. Ils sont aplatis suivant g^1 (010) et très friables. Dans les cavités miarolitiques s'isolent rarement des cristaux transparents à formes nettes g^1 (010), p (001), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $e^{1/2}$ (021), associés à du zircon, du sphène, etc.

Puy-de-Dôme. Une des caractéristiques pétrographiques du mont Dore réside dans l'abondance des grands cristaux porphyroïdes de sanidine qui se rencontrent dans les trachytes et les trachyandésites de basicité très variable qui renferment même parfois de l'olivine (Michel-Lévy : *B. S. G.* XVIII. 812. 1890).

Les plus beaux cristaux se recueillent dans les cendres trachytiques de la Grande Cascade (coulée supérieure), dans le ravin des Égravats, au ravin d'Enfer, au col et au sommet du pic du Sancy et un peu partout dans la vallée du Mont-Dore, si riche en blocs éboulés des hauteurs. On peut signaler aussi La Croix Morand, le puy de la Tache, le puy Poulet, La Morangie en Picherande[1] (revers sud du pic du Sancy). Ce sont ces cristaux qui se trouvent dans les collections sous le nom de « sanidine d'Auvergne ». On y trouve les deux types habituels de cristaux de sanidine ; les faces sont rarement brillantes, presque toujours recouvertes par un reste de verre trachytique. Les macles de Carlsbad sont formées par des cristaux allongés suivant l'axe vertical (fig. 10, page 26) ou suivant l'arête pg^1 (fig. 44), mais toujours aplatis suivant g^1 (010). J'ai recueilli dans le

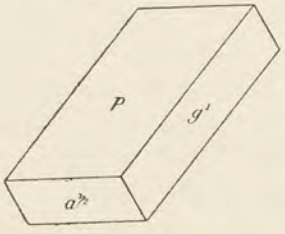


Fig. 45.
Sanidine du ravin des Égravats.

1. M. Fouqué a expliqué la présence de l'olivine dans quelques-unes de ces roches (La Morangie) en admettant qu'elles sont constituées par des andésites à sanidine englobées et remaniées par un épanchement basaltique. (*B. S. M.* XVII. 467. 1894.)

ravin des Égravats un cristal aplati suivant p (001) et réduit aux faces $p\,g^1\,a^{1/2}$ (fig. 45).

Ces cristaux ont en moyenne de 2 à 3 centimètres de plus grande dimension. Ils sont très fendillés et presque toujours faculés d'anorthose, qui fournit certainement la plus grande partie du sodium indiqué par les analyses.

Les sanidinites miarolitiques grenues sont rares dans les trachytes du Capucin.

La sanidine associée intimement à l'anorthose se rencontre en cristaux nets de quelques millimètres dans les trachytes acides (dômites) de la chaîne des Puys (Puy-de-Dôme : Clierzou, Petit-Suchet, Sarcouy (cristaux jaune de soufre), etc.). Ces cristaux sont semblables à ceux du Mont-Dore : ils sont difficiles à isoler.

b) Phonolites. — Les microlites d'orthose sodique des phonolites sont de plus grande taille que ceux des trachytes et extrêmement aplatis suivant g^1 (010). C'est grâce à leur orientation suivant des plans plus ou moins parallèles que la phonolite possède la fissilité qui est une de ses caractéristiques. Ces microlites n'ont généralement pas de contours nets : ils sont très fréquemment maclés suivant la loi de Carlsbad. Dans les phonolites altérées, cette forme pailletée des microlites feldspathiques devient très nette à l'œil nu (Pas de Compains (*Cantal*), Valette (*Cantal*), Velay, etc.).

L'orthose sodique se rencontre aussi en phénocristaux ; ils ont les mêmes formes que dans les trachytes, mais sont de plus petite taille : ils dépassent rarement 2 millimètres de plus grande dimension. Il n'est possible de les extraire de leur gangue que dans les phonolites altérées; ils sont beaucoup moins fréquents que dans les trachytes. Les phonolites porphyroïdes sont, du reste, relativement peu abondantes dans le Plateau Central (Lardeyrols, tufs du Pertuis, etc. (*Haute-Loire*), Compains (*Puy-de-Dôme*). Ces phonolites sont feldspathiques ou néphéliniques (voir à *néphéline*, tome I).

Les phonolites du Pertuis (*Haute-Loire*), de Brocq en Menet et de Valette (*Cantal*) renferment (*Les encl. des roches volc.*) des enclaves homœogènes ayant la composition et la structure des syénites néphéliniques ou sodalitiques qui rappellent celles de la syénite néphélinique de Pouzac. Les feldspaths sont constitués par de l'orthose, de l'anorthose, seuls ou associés en microperthites. Leurs cristaux, aplatis suivant g^1 (010), sont enchevêtrés les uns dans les autres et limitent des cavités que remplissent la néphéline et la sodalite.

c) Néphélinites. — J'ai observé de grandes plages d'orthose dans les néphélinites doléritiques du puy de Saint-Sandoux (*Puy-de-Dôme*) et de Rougiers (*Bouches-du-Rhône*) (voir tome I, page 500) ; elles moulent la néphéline : ce feldspath est faiblement barytique comme l'orthose des roches similaires allemandes.

δ. Dans les roches basaltiques ou dans leurs tufs, comme enclaves.

Les tufs basaltiques ou les roches basaltiques elles-mêmes du Plateau Central renferment assez souvent des fragments vitreux et hyalins d'orthose, qui constituent certainement des enclaves énallogènes, c'est-à-dire des produits ayant cristallisé en dehors du magma basaltique. Si cette question semble peu douteuse (*Les encl. des roches volc.*), il n'est souvent pas très facile de préciser davantage au sujet de l'origine de ces feldspaths. Par une coïncidence curieuse, tous les gisements que j'ai à citer se trouvent dans des régions dont le substratum est formé par des roches anciennes et où les roches basiques ont été précédées par des éruptions acides. On peut se demander dès lors si ces orthoses constituent des fragments de sanidinites, à grands éléments, produites par la consolidation en profondeur du magma épanché sous la forme trachytique, ou si, au contraire, elles ne sont pas plutôt des fragments de roches anciennes granitiques, la grande profondeur à laquelle elles auraient été arrachées permettant d'expliquer leur fraîcheur, à opposer à l'altération de toutes les roches anciennes affleurant dans la région. Rien ne prouve, du reste, qu'il faille donner une solution unique au problème. En ce qui concerne les gisements du Puy-de-Dôme, je me suis prononcé pour la deuxième hypothèse dans mon mémoire sur les enclaves ; il y a lieu de remarquer en faveur de cette opinion que ces cristaux offrent l'aspect de l'adulaire plutôt que celui de la sanidine.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Le gisement le plus important est celui de Montaudou signalé par M. Jannettaz (*B. S. M.* XIII. 372. 1890) ; l'orthose y est sodique, associée à de l'oligoclase. J'ai trouvé, dans le basalte, des roches grenues à grands éléments feldspathiques renfermant du zircon, de l'ilménite, minéraux inconnus en place dans la région. Des masses laminaires transparentes de 15^{cm} m'ont été communiqués par M. P. Gautier et M. Demarty. Ces grands cristaux de feld-

spath ne renferment dans leur masse aucun autre minéral permettant d'affirmer qu'ils proviennent de la même roche que les roches grenues dont il vient d'être question. A leur contact avec le basalte, ils ont subi des phénomènes de fusion et de recristallisation; ils sont souvent imprégnés de calcite secondaire. On les trouve dans le basalte compact et dans les péperites qui l'accompagnent.

Des feldspaths analogues, mais en moins gros cristaux, se trouvent dans le basalte de Pardines, du puy de la Garde en Saint-Jean-des-Ollières, au puy de Corent près de Veyre, au puy de Chanat, etc.

Algérie. — *Oran*. Les tufs basiques de l'île de Rachgoun, située à l'embouchure de la Tafna, renferment de très nombreuses enclaves d'un feldspath vitreux, qui a été analysé par M. Vélain (*C. R.* LXXIX. 250. 1874) : ce géologue lui a trouvé la composition d'une anorthose; d'autre part, M. Fouqué (*B. S. M.* XVII. 417. 1894) a étudié ses propriétés optiques. Les angles d'extinction sur p (001) et g^1 (010) sont ceux de l'orthose; cependant, l'écartement des axes étant plus grand que dans la plupart des sanidines, M. Fouqué l'a considéré comme une anorthose. M. Gentil a exploré récemment le gisement; il en a rapporté plusieurs kilogrammes de fragments absolument hyalins ; ils ont parfois jusqu'à 4^{cm} de plus grande dimension; on y reconnaît des traces des deux formes communes : cristaux simples et macles de Carlsbad. Ces cristaux sont fondus ou corrodés superficiellement, leurs arêtes sont arrondies. Les surfaces des clivages p et g^1 sont parfaites ; leur angle ne diffère de 90° que de 1′ à 3′. Aussi me paraît-il préférable de regarder ce feldspath, dépourvu de la macle de l'albite, comme une orthose plutôt que comme une anorthose. L'examen microscopique montre sa richesse en calcite qui imprègne ses cassures : ce fait permet d'expliquer la présence de la chaux signalée dans l'analyse donnée plus haut.

M. Gentil a trouvé un feldspath semblable accompagnant des cristaux nets d'augite, de hornblende, de spinelle, du sphène, dans les scories de *leucotéphrite* du cratère de Ben-Ganah dans la région d'Aïn-Témouchent. Les gros cristaux à faces arrondies renferment parfois des inclusions de prismes hexagonaux d'apatite, ils englobent rarement l'augite, aussi est-il probable qu'ils constituent des cristallisations profondes du magma leucitique, et qu'ils ont par suite une origine différente de ceux des gisements auvergnats. Ces gisements algériens rappellent ceux de Wehr dans l'Eifel.

2° *Dans les roches sédimentaires modifiées par les roches éruptives.*

a) *Contact du granite et de la granulite.*

M. Michel-Lévy a montré (*B. S. G.* IX. 181. 1881 et *B. C. F.* n° 9 et n° 36) que, dans beaucoup de contacts immédiats du granite avec les schistes paléozoïques (Saint-Léon (*Allier*), Flamanville (*Manche*), env. de L'Arbresle (*Rhône*), etc.), ces derniers sont injectés par la roche éruptive et transformés sur une petite distance en véritable gneiss, par apport des éléments de l'orthose et du quartz et développement abondant de biotite.

L'orthose de ces schistes micacés se présente en grains arrondis. Au microscope, on les voit envelopper les éléments anciens du schiste. Dans quelques cas, il y a formation de véritables cristaux d'orthose à formes distinctes, rappelant ceux des gneiss porphyroïdes.

J'ai retrouvé dans les Pyrénées de magnifiques exemples de ce mode de métamorphisme du granite [Cauterets, massif de Néouvielle (*Hautes-Pyrénées*), sud d'Ax, de Quérigut (*Ariège*), de Saint-Paul-de-Fenouillet (*Pyrénées-Orientales*)], qui a une grande importance théorique, en ce qu'il indique le mode de formation probable de beaucoup de gneiss.

Les schistes paléozoïques présentent aussi de remarquables modifications au contact des granulites, qui souvent les transforment aussi en roches rubanées feldspathiques très analogues aux gneiss granulitiques dont il sera question plus loin. L'orthose y possède les mêmes caractères que dans ces roches [Bretagne, Pyrénées (*Ariège*), Morvan, etc.].

b) *Contact de la lherzolite et des ophites.*

Pyrénées. — *Haute-Garonne* et *Ariège*. J'ai signalé (*B. C. F.* n° 42. 1895) la fréquence de l'orthose comme produit néogène dans les marnes calcaires liasiques métamorphisées par la lherzolite de la Haute-Garonne et surtout de l'Ariège. Dans ces roches, l'orthose est toujours grenue et le plus souvent associée à des feldspaths très basiques (bytownite ou anorthite). Cette orthose est surtout abondante dans les schistes micacés décrits à l'article *dipyre*.

Les gisements de ces schistes sont énumérés plus loin (voir à *dipyre*) ; les plus riches en orthose sont les schistes non tachetés des ravins débouchant dans le Bastard entre le pont de Massat et l'étang de Lherz. Les grains d'orthose atteignent rarement 1^{mm} de diamètre.

L'orthose existe aussi dans les calcaires secondaires noirs métamorphisés au contact de la lherzolite et imparfaitement silicatés. Elle s'y présente en petits cristaux distincts *m* (110), *p* (001), rarement a^1 ($\bar{1}01$), ne dépassant guère 3^{mm}. Ils accompagnent le dipyre à Cap-de-Mont (*Haute-Garonne*) (M. Gourdon), à Seix (des Cloizeaux, *op. cit.*, I. 234).

Enfin M. des Cloizeaux m'a indiqué de petits cristaux noirs du même minéral qu'il a recueillis en blocs éboulés dans la haute vallée de Héas (*Hautes-Pyrénées*) ; ils se rapportent au même type, mais je ne connais pas les conditions de gisement des calcaires qui les renferment.

L'orthose de tous ces gisements est sodique.

c) *Dans les enclaves énallogènes des roches volcaniques comme produit néogène.*

Plateau Central. — α. Enclaves de roches anciennes (granite, gneiss, etc.). — J'ai fait voir (*Les encl. des roches volc.*) que l'orthose sodique grenue est un des minéraux qui se forment le plus fréquemment dans la transformation des enclaves quartzofeldspathiques des *trachytes*, des *phonolites* et des *andésites acides* du Plateau Central. Quand il subsiste des restes de leurs feldspaths primordiaux (orthose, oligoclase, etc.), on voit l'orthose néogène s'orienter sur eux (fig. 17, p. 31).

Dans quelques gisements, et en particulier au Capucin (Mont-Dore), le volume des minéraux néogènes étant plus petit que celui des éléments résorbés de l'enclave, il y a production d'une géode dans laquelle l'orthose, la tridymite, les pyroxènes (augite et hypersthène), la magnétite, etc. ont pu librement cristalliser.

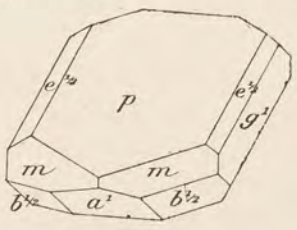


Fig. 46.
Orthose sodique des enclaves du Capucin.

L'orthose de ce gisement est aplatie suivant *p* (001) (fig. 46) ; les cristaux sont toujours très petits ; j'ai pu cependant constater les formes suivantes : *p* (001), *m* (110), g^1 (010), h^4 (100), g^2 (130), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $e^{1/2}$ (021) ; ils sont rarement maclés suivant la loi de Four-la-Brouque. Cette forme est celle des cristaux d'orthose des lithophyses des rhyolites du Yellowstone Park.

Leurs propriétés optiques sont celles de l'orthose non déformée; ils sont intimement associés à de la tridymite; les essais microchimiques montrent la présence de la soude.

L'orthose néogène se produit, dans les mêmes conditions qu'au Capucin, au milieu des enclaves gneissiques des phonolites du *Cantal* (Valette) et du *Velay* (Le Pertuis), mais ne s'y présente pas en cristaux libres dans des géodes. La fig. 47, empruntée à mon mémoire sur les enclaves,

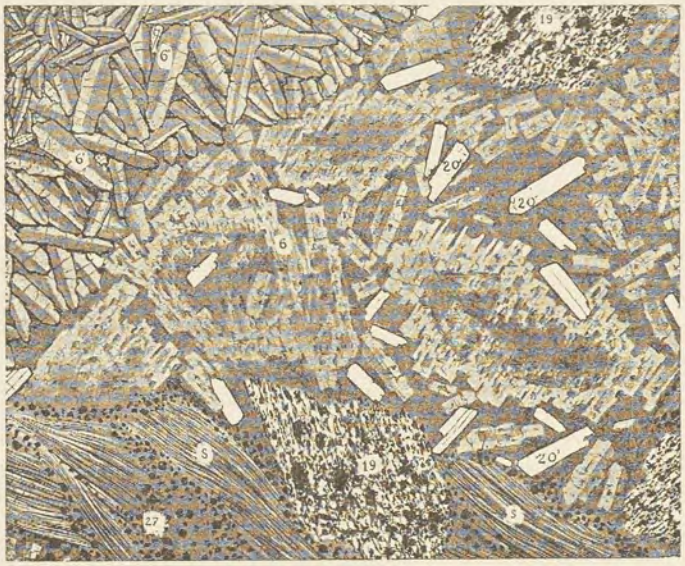


Fig. 27.

Lame mince taillée dans une enclave de gneiss de la phonolite du Pertuis (*Haute-Loire*). Les éléments anciens sont formés par de la sillimanite (S), de la biotite (19) en voie de transformation en spinelle (27), et de l'orthose entourée d'orthose néogène (6); ces minéraux sont noyés dans du verre où se trouvent des cristaux d'ægyrine (20') et de l'orthose. A gauche et en haut se voit la phonolite (6'). (Lumière polarisée).

montre cette orthose néogène orientée sur les débris des feldspaths

β. Enclaves de roches volcaniques. — Les enclaves de roches volcaniques plus anciennes (trachytes, andésites) des trachytes du Mont-Dore (Capucin, Riveau-Grand) renferment très souvent des lamelles de sanidine sodique, semblables à celles qui viennent d'être décrites; elles accompagnent d'une façon constante la tridymite, l'hypersthène, l'augite, la biotite néogènes qui tapissent les cavités de ces enclaves; l'orthose se forme souvent aussi en agrégats de petites lames aux dépens des phénocristaux anciens de sanidine.

Enfin, au Roc de Cuzeau (Mont-Dore), j'ai observé de véritables sanidinites miarolitiques remplissant des intervalles entre le trachyte et ses enclaves de trachyte plus ancien. Ces sanidinites sont formées par l'enchevêtrement de cristaux aplatis de sanidine, de quelques millimètres, associés en microperthite avec de l'anorthose et englobant de l'augite, du sphène, de la magnétite. Ces minéraux se présentent aussi en cristaux distincts dans toutes les cavités.

3° *Dans les schistes cristallins et dans les schistes paléozoïques métamorphisés indépendamment des roches éruptives.*

L'orthose des gneiss ne possède pas de caractères différents de ceux qui ont été décrits dans le granite et la granulite. Ce feldspath se présente en grains sans formes géométriques, blancs ou gris, parfois rouges [coloration fréquente dans les gneiss granulitiques (Morvan, etc.)], associés au quartz. Il se trouve aussi en grands cristaux à forme plus ou moins nette, généralement maclés suivant la loi de Carlsbad et orientés suivant le rubanement de la roche. Les gneiss devenus ainsi porphyroïdes sont comparables aux granites porphyroïdes [environs d'Ax (*Ariège*), Lyonnais, Morvan, etc.].

Parfois ces cristaux sont arrondis ; ils se groupent dans certains gneiss avec du quartz, des feldspaths tricliniques, pour former des nodules moulés par de la biotite (*gneiss œilleté*).

Les gneiss et les micaschistes injectés par la *granulite* (*gneiss et micaschistes granulitisés*) renferment des lits ou amandes riches en orthose, qu'il est souvent impossible de distinguer, au point de vue de leur constitution, des granulites filoniennes. L'orthose y possède les mêmes propriétés que dans ces roches.

Dans l'*Ariège*, au pied du village d'Illiers, près Vicdessos, j'ai recueilli, dans des nodules de ce genre, des masses d'orthose présentant des clivages *p* (001) et *m* (110) donnant des solides pseudorhomboédriques recouverts d'un léger enduit de damourite. Ce feldspath est riche en *quartz vermiculé*, particularité très fréquente dans les orthoses des gneiss.

L'orthose est plus rare dans les gneiss amphiboliques, où elle est associée à des feldspaths tricliniques, qui la remplacent même totalement dans les plus basiques de ces roches. De même que dans les

gneiss grenus à pyroxène, avec ou sans wernerite (voir à *dipyre*), cette orthose est grenue et dépourvue de formes géométriques.

Les schistes paléozoïques de beaucoup de régions (Bretagne, Alpes, etc.) renferment parfois de l'orthose développée indépendamment de l'action de roches éruptives. Tantôt ce minéral n'y existe qu'à l'état microscopique ; tantôt il se présente aussi en petits nodules [massif de la Vanoise (*Savoie*) (M. Termier)] ou même [côte de Sainte-Marie (*Loire-Inférieure*)] en gros cristaux arrondis, de plusieurs centimètres, simples ou maclés suivant la loi de Carlsbad, qui offrent les plus grandes analogies de structure avec ceux des gneiss porphyroïdes.

4° *Dans les calcaires sédimentaires, comme produit récent indépendant de l'action de roches éruptives.*

L'orthose se rencontre assez abondamment répandue dans beaucoup de calcaires sédimentaires d'âge très varié, comme produit néogène généralement microscopique.

Morvan. — *Saône-et-Loire*. Delesse a signalé (*B. S. G.* IX. 137. 1851 [1]) l'existence de cristaux d'orthose d'un blanc rosé dans le calcaire liasique à *Gryphæa arcuata*, cristallin et d'un gris jaunâtre du Champ-Morat (ou plutôt Champ-Morel) en Saint-Laurent-en-Brionnais. M. Berthier a bien voulu, sur ma demande, faire des recherches dans ce gisement, sans pouvoir retrouver le minéral signalé par Delesse : il n'y a rencontré que de petits échantillons de barytine rose lamellaire.

Alpes. — *Isère*, *Basses-Alpes*, *Drôme*, etc. Lory, qui a beaucoup insisté sur l'abondance de l'albite dans les calcaires triasiques alpins, a signalé l'orthose dans les calcaires jurassiques [bajocien, bathonien, callovien, oxfordien] de la région subalpine (*C.R.* CIII. 309. 1886). Ces calcaires ne présentent pas d'apparence extérieure de métamorphisme ; quelques-uns d'entre eux sont oolithiques, et, à Corenc près Grenoble, les cristaux de feldspath se trouvent dans les moules d'ammonites du bathonien. Les cristaux d'orthose, aplatis suivant

1. Dans ce mémoire, il cite l'orthose néogène dans une argilolite de La Poirée (*Vosges*).

p (001) et présentant en outre les faces m (110), g^1 (010), sont parfois maclés suivant la loi de Carlsbad ; ce feldspath est souvent accompagné par de l'albite, du quartz, de la pyrite.

Lory a constaté que les septarias de Meylan près Grenoble (*Isère*), de Die, de Remusat (*Drôme*), des environs de Digne (*Basses-Alpes*), qui souvent renferment des géodes (fentes de retrait) tapissées de cristaux de dolomie, de quartz hyalin, de célestine, laissent un résidu feldspathique après un traitement par un acide. Une analyse d'un semblable résidu donnée par Lory (septaria des marnes oxfordiennes des environs de Grenoble) lui a fourni la composition suivante :

SiO^2 80,9 ; Al^2O^3 11,7 ; CaO 0,28 ; MgO 0,32 ; K^2O 4,43 ; Na^2 2,13 = 99,76,

qu'il a interprétée par un mélange de quartz, d'orthose sodique, d'albite et d'un peu d'argile. Les septarias de Meylan que j'ai examinés sont particulièrement riches en albite, dont j'ai pu isoler plusieurs grammes.

Bassin de Paris. — M. Cayeux a signalé (*C. R.* CXX. 1068. 1895) l'existence de cristaux microscopiques néogènes d'orthose à plusieurs niveaux du crétacé (turonien, sénonien) du Nord de la France et du bassin de Paris. Ils sont aplatis suivant p (001) ou suivant g^1 (010) et parfois peu allongés suivant $p\,g^1$ (001) (010) ou suivant $h^1\,g^1$ (100) (010).

Ces cristaux non maclés présentent les formes p, g^1, m ; leurs dimensions varient de quelques centièmes de millimètres à $0^{mm}10$.

Ils sont associés à des grains clastiques de feldspaths altérés, à des grains de quartz, etc. Ils se distinguent de ces éléments détritiques par la netteté de leurs formes. Dans le Nord, la proportion d'orthose varie en raison inverse de celle des minéraux clastiques ; elle est surtout abondante à la partie supérieure du sénonien.

Quand les assises crétacées sont riches en glauconie, l'orthose néogène y est rare et réciproquement ; ce fait s'explique facilement : en effet, ces deux minéraux étant potassiques, l'orthose doit se former surtout dans les assises riches en alumine, alors que la glauconie se produit dans celles qui contiennent peu d'alumine et une certaine quantité de fer.

5° *Dans les fentes de roches diverses, comme produit secondaire.*

Je range dans cette catégorie de gisements tous ceux dans lesquels l'orthose s'est produite dans des fissures, par circulation hydrothermale, quelle que soit du reste la nature de la roche traversée par elles.

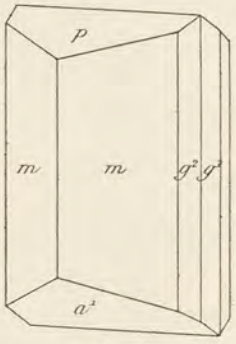


Fig. 48.
Adulaire de l'Oisans.

Les cristaux que l'on observe dans ces conditions ont toujours le même aspect : ils sont pauvres en faces et présentent les formes m (110), a^1 ($\bar{1}01$), avec ou sans p (001) ; p, et g^1 sont striées parallèlement à leur intersection mutuelle, les cristaux sont plus ou moins allongés suivant l'axe vertical ; ils sont souvent transparents ou fortement translucides, constituant alors la variété connue sous le nom d'*adulaire*.

Ils sont associés à de la ripidolite, qui fréquemment les imprègne (adulaire chloritée), à du quartz hyalin, du sphène, de l'axinite, de l'épidote, de l'anatase, de la byssolite, etc. L'examen microscopique fait voir que ces cristaux présentent des plages ondulées (*Alpes*) avec apparence de macles semblant indiquer que le minéral est triclinique : peut-être quelques adulaires doivent-elles être rattachées à l'anorthose. Les cristaux présentent de fréquentes torsions hélicoïdales.

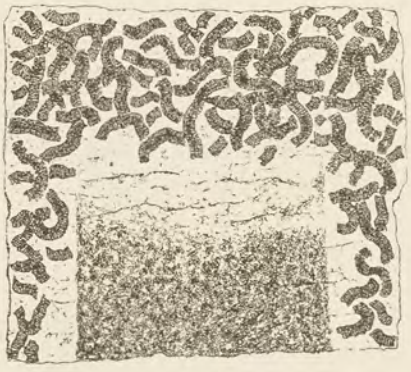


Fig. 49.
Lame mince d'*adulaire chloritée* du Dôme du Goûter, montrant des groupements vermiculés de ripidolite (helminthe) localisés sur les bords du cristal, qui au centre ne renferme que des lamelles enchevêtrées du même minéral. (Grossissement de 20 diamètres. Lumière naturelle.)

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Les fissures des schistes paléozoïques métamorphisés par le granite du massif de Néouvielle, dans les environs de Barèges, et particulièrement à la Piquette déras lids, sont parfois tapissées de petits cristaux d'adulaire possédant les formes m (110), a^1 ($\bar{1}01$), mpa^1 ; ils

sont généralement de petite taille, souvent laiteux, tantôt allongés suivant l'axe vertical et tantôt, au contraire, très raccourcis suivant cet axe. Ces cristaux sont associés à de la calcite, du quartz hyalin, de l'épidote, de l'asbeste ; leur structure est très homogène et leurs propriétés optiques sont normales.

Ce minéral, très anciennement connu dans ce gisement, était avec l'albite désigné sous le nom de *schorl blanc* par les auteurs de la fin du siècle dernier. Il se rencontre dans des conditions analogues, aux pics d'Arbizon et de Montfaucon, associé à l'axinite, au grossulaire, etc.

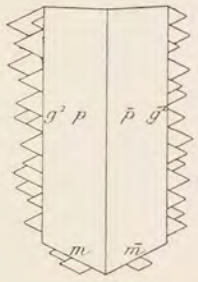


Fig. 50.
Projection sur p (001) du groupement pectiné d'adulaire sur albite (Piquette déras lids).

Il est très fréquent, à la Piquette déras lids, de voir de petits cristaux d'adulaire régulièrement orientés sur des cristaux d'albite auxquels ils forment une couverture pectinée (voir à *albite*) (fig. 50).

Plateau Central. — *Rhône*. J'ai trouvé de petits cristaux laiteux d'orthose, ayant la forme de l'adulaire, dans les fentes des micaschistes de Sourcieu.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie*. L'adulaire est fréquente dans les fentes du granite (protogine) et des schistes cristallins du massif du mont Blanc ; elle y forme même de très beaux groupes de cristaux, atteignant individuellement 2 cm. Ils présentent les formes citées plus haut et sont souvent laiteux ou chlorités. Les inclusions de ripidolite n'imprègnent parfois qu'un seul côté des cristaux. Ceux-ci présentent fréquemment une torsion hélicoïdale analogue à celle qui est si fréquente dans les cristaux de quartz hyalin des gisements alpins. Dans une même géode, la torsion des cristaux ayant la même orientation n'a pas lieu toujours dans le même sens. Les faces a^1 $(\bar{1}01)$ sont profondément striées parallèlement à l'arête de zone p h^1 (001) (100).

Les groupements en forme de dents de scie représentés par la fig. 51 et constitués par l'association d'un grand nombre de cristaux accolés suivant h^1 (100) ne sont pas rares.

L'adulaire se trouve seule ou associée à du quartz hyalin, du sphène jaune, de l'oligiste titanifère, de la ripidolite ; les gisements qui fournissent les meilleurs cristaux sont : le Jardin du glacier de Talèfre, le dôme du Goûter, le glacier des Bossons, etc.

M. Brun a signalé des cristaux d'adulaire chloritée, associés à du quartz, de l'albite, de la galène, dans les moraines du glacier de Miage (*Z. K.* V. 104. 1880).

La collection du Muséum renferme des cristaux noirs d'adulaire, à faces très brillantes, accompagnés de cristaux de quartz de la vallée de l'Arve : ils sont implantés sur du gneiss.

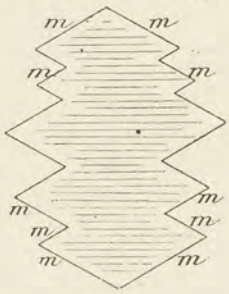


Fig. 51.

Projection sur p (001) des groupements en dents de scie de cristaux d'adulaire se pénétrant suivant h^1 (100).

Isère. L'adulaire est abondante dans l'Oisans, soit dans la zone à axinite (voir tome I, page 294) (fissures des schistes cristallins granutilisés des deux rives de la Romanche), soit dans la zone des gisements d'anatase et d'albite (druses des granulites et des schistes amphiboliques) des environs de Saint-Christophe-en-Oisans.

Dans la première (Balme d'Auris), ce minéral accompagne l'axinite, l'épidote, le quartz en cristaux souvent blanc laiteux : $m\,a^1$, $m\,p\,a^1$ de petite taille. Les macles de Carlsbad symétriques par rapport à h^1 (100) ne sont pas rares; dans la seconde (St Christophe, glacier du Mt de Lans, les Puits, etc.), il forme des cristaux plus souvent transparents associés au quartz, à l'albite, à l'anatase, à la brookite, etc.; ils ont les mêmes formes et présentent souvent des phénomènes de torsion hélicoïdale. Dans un échantillon de la collection du Muséum formé par de gros cristaux offrant cette particularité et présentant les faces m, a^1 et p, l'examen microscopique du clivage g^1 (010) montre que la cristallisation a commencé par la formation d'un cristal dépourvu des faces p (001) et possédant une couleur brune qui contraste avec la couleur blanche de la périphérie.

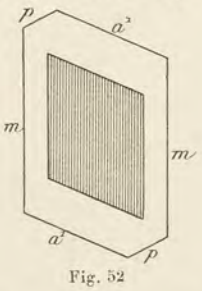


Fig. 52

Lame g^1 (010) d'un cristal d'adulaire de l'Oisans présentant un centre teinté en brun verdâtre. La face p (001) de la périphérie n'existe pas dans le noyau central.

Les groupements en dents de scie (fig. 51) et les associations d'adulaire et d'albite (fig. 50) se rencontrent dans l'Oisans : ils me paraissent moins fréquents que dans les gisements précités.

A La Combe de la Selle, l'adulaire en cristaux troubles accompagne la prehnite, l'épidote, l'albite, l'asbeste et la calcite en lamelles a^1 (0001), p (10$\bar{1}$1).

C'est Haüy qui a montré l'identité de l'adulaire et de l'orthose

orthose) (*Mém. Ac. Sc.* 1784. 270 et *J. P.* XXVIII. 64. 1786).

Hautes-Alpes. M. de la Durandière m'a signalé un intéressant gisement d'anatase trouvé à la cascade des Fréaux par M. Laurent. Les échantillons que ce dernier m'a envoyés sont constitués par des fragments de chloritoschistes et de granulites dont les fentes sont tapissées de cristaux de quartz hyalin ou d'un enduit de cristaux limpides d'adulaire de la forme m (110), a^1 ($\bar{1}01$) avec ou sans p (001). Sur eux reposent de petits octaèdres d'anatase jaune de miel riches en faces.

L'adulaire forme parfois de jolis petits cristaux de quelques millimètres s'accolant en grand nombre suivant les faces m (110). Ils sont fréquemment accompagnés par des rhomboèdres p ($10\bar{1}1$) très nets de calcite.

6° *Dans les roches sédimentaires, comme élément clastique.*

L'orthose se rencontre en éléments clastiques dans tous les sédiments formés ou en voie de formation à proximité des massifs de roches anciennes feldspathiques. On la retrouve jusque dans la craie du bassin de Paris, en traitant celle-ci par un acide qui dissout la calcite. Ce qui donne de l'intérêt à l'existence de ce minéral dans les sédiments d'origine marine, c'est qu'il paraît avoir fourni une partie des éléments de la glauconie : on constate en effet fréquemment que ce minéral se forme à ses dépens (voir tome I, page 406).

FELDSPATHS TRICLINIQUES

On a vu, page 24, que les feldspaths tricliniques peuvent être divisés en deux séries :

a) Feldspaths potassiques ou sodopotassiques (*feldspaths pseudo-monocliniques*);

b) Feldspaths sodiques, calciques ou calcosodiques (*plagioclases*).

J'étudierai successivement ces deux séries.

FELDSPATHS PSEUDO-MONOCLINIQUES

Anorthose..... (Na, K) Al Si^3 O^8
Microcline..... K Al Si^3 O^8

Ces feldspaths ne se distinguent pas, au premier abord, de l'orthose, dont ils possèdent les formes extérieures habituelles, l'angle de leurs deux clivages faciles p et g^1 (001) (010) ne différant de 90° que de quelques minutes. Cette valeur de l'angle pg^1 ne permet pas de voir sur les clivages p (001) les stries dues à la macle polysynthétique suivant la loi de l'albite qui sont si caractéristiques des plagioclases. C'est aux propriétés optiques qu'il faut avoir recours pour distinguer ces feldspaths l'un de l'autre et les différencier de l'orthose. Ils ne se trouvent pas dans tous les gisements de l'orthose, mais, dans tous ceux où on les rencontre, ils sont les satellites ou les remplaçants de ce feldspath, avec lequel ils se groupent fréquemment en microperthite ; ils sont souvent aussi associés à l'albite.

ANORTHOSE

(Na, K) Al Si^3 O^8

Triclinique, mais très voisin de l'orthose.

$p\ g^1 = 90°29'$ Quatre Ribeiras (Açores) (Fouqué).

Formes observées. Macles et faciès des cristaux. Les formes et les macles macroscopiques observées dans les cristaux d'anorthose sont les mêmes que dans l'orthose. Les macles *macroscopiques* de Carlsbad, de Four-la-Brouque et de Baveno sont fréquents. L'examen *microscopique* seul permet parfois d'y déceler l'existence de la macle de l'albite, de la péricline et peut-être du microcline.

Dans les gisements français décrits plus loin, je n'ai pu isoler aucun cristal ayant des faces assez brillantes pour se prêter à des mesures goniométriques.

Clivages. Clivages p (001) parfait et g^1 facile.

Dureté. Comme l'orthose.

Densité. 2,567 à 2,60; 2,567 Vidalenc (Fq.), 2,592 Liberté (Fq.).

Coloration et éclat. Incolore, rouge ou verdâtre par altération ou

infiltration de produits ferrugineux. Les cristaux fendillés présentent souvent l'apparence de la sanidine.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques presque perpendiculaire à g^1 (010). La bissectrice aiguë *négative* (n_p) fait dans g^1 (010) un angle de + 4° à 10° avec la trace de p (001). Dispersion horizontale nette avec $\rho > \rho$.

Les données suivantes sont dues à M. Fouqué (*B. S. M.* XVII. 1894) :

					Extinction			
	n_g	n_m	n_p	2 V	sur p	sur g^1	Tn_g	Sn_p[1]
Liberté	»	»	»	49°14′	»	»	6°	89°
Cliergue	»	»	»	42°40′	+ 1°30′	+ 9°	4 à 5°	89°
Vidalenc (Na)	1,5272	1,5266	1,5215	32° 8′	+ 1°30′	+ 10°	9°30′	89°
« (Li)	1,5249	1,5241	1,5188	»	»	»	»	»

Le feldspath de Vidalenc se rapproche de l'orthose par la valeur de ses indices et par l'écartement de ses axes optiques. M. Fouqué a trouvé, en effet, pour l'anorthose Quatre Ribeiras (Na) :

$$n_g = 1{,}5305;$$
$$n_m = 1{,}5294;$$
$$n_p = 1{,}5234.$$

Il se rapproche, au contraire, de l'anorthose par l'angle d'extinction des sections perpendiculaires à n_p.

La relation si nette existant entre la composition chimique des plagioclases calcosodiques (voir page 127) et leurs propriétés optiques ne se retrouve pas dans l'anorthose, ou plutôt n'a pas été mise en évidence jusqu'à présent, les feldspaths les plus riches en sodium étant souvent ceux qui se rapprochent le plus de l'orthose par leurs propriétés optiques : ce fait tient peut-être à ce que les feldspaths analysés et étudiés n'étaient que des mélanges physiques (microperthites) variables d'orthose et d'anorthose.

Les macles de l'albite n'existent pas toujours dans l'anorthose; quand on les observe, elles sont généralement très fines ; la macle de la péricline est plus rare. Dans la face g^1 (010), la trace de la section rhombique (macle de la péricline) fait avec le clivage p (001) un angle de

1. Comme pour les plagioclases calcosodiques, S et T représentent respectivement les sections perpendiculaires aux bissectrices aiguë et obtuse : l'indication n_g ou n_p donne le signe de ces bissectrices. Les nombre inscrits au-dessous de ces indications représentent les angles d'extinction de ces sections rapportés à la trace de g^1 (001) pour les sections Sn_p, et à la trace de p (001) pour les sections Tn_g.

(+) 4° à 8° environ (d'après M. Rosenbusch, ces nombres devraient être pris dans le sens négatif).

Composition chimique. L'anorthose peut être considérée au point de vue chimique comme formée par des mélanges en proportions variables d'orthose et d'albite; elle est souvent un peu calcique.

Analyses : *a*) de l'anorthose du trachyte de Vidalenc, par M. Fouqué; *b*) de l'anorthose de la phonolite de Liberté, par M. Fouqué (*op. cit.*).

	a)	*b*)
SiO^2.....	66,9	68,0
Al^2O^3.....	19,8	20,1
Na^2O.....	7,6	10,1
K^2O.....	4,5	1,2
CaO.....	1,3	0,6
	101,1	100,0
Densité	2,567	2,592

Essais pyrognostiques. Comme l'orthose, mais donne une forte réaction de la soude.

Altérations. Comme pour l'orthose.

Diagnostic. Voir à *microcline*, page 122.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'anorthose est toujours accompagnée d'orthose et forme très fréquemment, avec ce feldspath, des associations microperthitiques. L'examen microscopique augmentera certainement le nombre des gisements connus de ce minéral.

L'anorthose n'a été observée jusqu'à présent en France que dans des roches éruptives.

1° *Dans les roches quartzifères.*

a) *Granites et granulites.*

L'anorthose accompagne l'orthose dans un grand nombre de roches granitiques, soit en cristaux distincts, soit en associations microperthitiques avec ce dernier feldspath; elle se rencontre aussi dans diverses granulites ou pegmatites. Voici quelques gisements particulièrement intéressants à ce point de vue.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Les granulites et pegmatites du massif du pic du Midi et notamment celles de la région du lac Bleu

renferment de grands cristaux de feldspath gris bleuâtre, dont il a été question plus haut. Ces cristaux sont souvent constitués par des associations microperthitiques très complexes de microcline et d'anorthose.

M. des Cloizeaux a signalé depuis longtemps (*A. P. C. op cit.* 448) la grande extinction suivant g^1 (010) du feldspath que je rapporte à l'anorthose.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie.* M. Michel-Lévy a montré l'abondance de l'anorthose, associée à l'orthose et au microcline, dans les roches granitiques (protogine) et les schistes cristallins modifiés par elles du massif du mont Blanc (*B. C. F.* n° 9. 1890).

Corse. — On a vu dans le tome I (page 695) que les granulites et aplites à riebeckite de Corse sont très riches en anorthose.

b) *Microgranulites.*

Ardennes. — Les gros cristaux rosés qui accompagnent l'albite dans le porphyroïde de Mairus sont constitués par du microcline et plus rarement par de l'anorthose. Dans *p* (001) de ce dernier feldspath, les lames hémitropes suivant la loi de l'albite sont souvent difficiles à voir, à cause de leur finesse et de leur angle d'extinction qui ne dépasse pas 1°.

2° *Dans les syénites néphéliniques.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* L'anorthose est l'un des feldspaths de la syénite néphélinique de Pouzac, où elle forme des cristaux aplatis parallèlement à g^1 (010), maclés suivant la loi de l'albite et intimement associés en microperthite avec de l'orthose. Des lames homogènes d'anorthose se rencontrent aussi dans ce gisement. Ces feldspaths sont blancs ou rosés et souvent imprégnés de zéolites ; leurs lames de clivages atteignent 1^{cm} de plus grande dimension.

3° *Dans les roches microlitiques.*

Plateau Central. — L'anorthose accompagne l'orthose dans les *phonolites*, les *trachytes* et leurs enclaves homœogènes.

a) *Phonolites.* Dans les phonolites feldspathiques ou néphéliniques, l'anorthose se présente soit en phénocristaux de quelques millimètres, soit en microlites. L'anorthose de Liberté (*Haute-Loire*), dont les propriétés optiques ont été données plus haut, a été extraite d'une phonolite ægyrinique. Les cristaux d'anorthose présentent les mêmes

formes extérieures que ceux de sanidine; ils sont souvent constitués par des groupements microperthitiques des deux minéraux.

L'anorthose forme aussi partie intégrante et essentielle des sanidinites néphéliniques ou sodalitiques constituant les enclaves homœogènes des phonolites de Brocq-en-Menet (*Cantal*) et du Pertuis (*Haute-Loire*). Ces roches ont la même structure que la syénite néphélinique de Pouzac.

b) *Trachytes et andésites*. Dans les trachytes et les andésites, l'anorthose accompagne souvent la sanidine, avec laquelle elle est très fréquemment associée en microperthite ; c'est ce qui a lieu notamment dans les trachytes acides (*dômites*) du Puy-de-Dôme et dans la plupart des trachytes et trachyandésites à sanidine du Mont-Dore (Michel-Lévy : *B. S. G.* XVIII. 1890; Fouqué, *op. cit.*) cités page 100. M. Fouqué a notamment extrait de petits cristaux d'anorthose, du magma scoriacé friable et gris clair qui s'observe sur la route de Latour à environ 3 kilomètres du mont Dore près du pont jeté sur le ruisseau de Vidalenc. Ces cristaux, fendillés, aplatis suivant g^1 (010) et maclés suivant la loi de Carlsbad, sont associés à des cristaux plus petits d'andésine-oligoclase; il en est de même pour ceux des cendres des trachyandésites à olivine de Cliergue.

Les enclaves homœogènes (*sanidinites*) des trachytes du *Cantal* (Menet), de la *Haute-Loire* (Monac), du Mont-Dore (roc de Cuzeau), dont il a été question au sujet de la sanidine, sont fréquemment très riches en anorthose.

MICROCLINE

$K\,Al\,Si^3\,O^8$

Triclinique, mais géométriquement très voisin de l'orthose.

Formes observées : p (001), m (1$\bar{1}$0), t (110), h^1 (100), g^1 (010), g^2 (130), ^2g (1$\bar{3}$0); a^1 ($\bar{1}$01), $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01); $e^{1/2}$ (0$\bar{2}$1), $i^{1/2}$ (021); $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}$1), $c^{1/2}$ (1$\bar{1}$1).

$$p\,g^1 = 90°16'\ (Dx). \quad mt = 118°31'\ (Dx).$$

Macles. Macles *macroscopiques* suivant les lois de *Carlsbad*, de

Manebach et de *Baveno*. Macles *microscopiques* et *polysynthétiques* constantes suivant la loi de l'*albite* et du *microcline*.

Faciès des cristaux. Les cristaux du microcline se présentent avec les mêmes particularités que ceux d'orthose ; leurs faces étant généralement peu réfléchissantes, au moins dans les gisements français, et par suite les mesures goniométriques ne s'effectuant pas avec une grande précision, il faut avoir recours à l'étude optique pour distinguer le microcline de l'orthose [face p (001)].

Clivages. Clivages p (001) parfait, g^1 (010) parfois facile ; suivant m ($1\bar{1}0$) parfois net et plus facile que le clivage t (110), qui n'existe pas toujours.

Dureté. 6 à 6,5.

Densité. 2,54 à 2,57 ; 2,571 m. d'Algajola, 2,572 m. d'Itsatsou.

Coloration et éclat. Blanc de lait, gris bleuâtre (*Pyrénées*), jaune clair, rouge, vert (*amazonite*). Éclat vitreux, un peu nacré sur le clivage p (001). Translucide, transparent en esquilles minces.

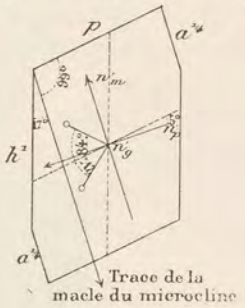


Fig. 1.
Épure de la face g^1 (010).

Propriétés optiques. Les propriétés optiques du microcline ont été déterminées par M. des Cloizeaux (*A. P. C.* V. 433. 1876), qui, grâce à elles, a établi l'existence de ce type feldspathique.

Le plan des axes optiques est presque perpendiculaire à g^1 (010). La bissectrice aiguë est *négative* (n_p) et fait dans g^1 (010) un angle de $+ 5°$ avec la trace de p (001).

L'angle d'extinction dans p (001) est d'environ 15°. L'angle d'extinction de Sn_p est 88° (Fouqué), celui de Tn_g de 10°

$$2\,\mathbf{V} = 83° \text{ environ (Dx)}.$$

Dispersion horizontale notable avec ρ v.

Nous avons mesuré, M. Michel-Lévy et moi, les indices suivants, sur le microcline de Narestö (Norwège) (Na) :

$$\mathbf{n_g} = 1{,}529;$$
$$\mathbf{n_m} = 1{,}526;$$
$$\mathbf{n_p} = 1{,}523;$$
$$\mathbf{n_g} - \mathbf{n_p} = 0{,}007 \text{ (ML.)}$$

On a vu page 29 que la macle du microcline diffère de celle de la péricline en ce que son plan de composition, au lieu d'être voisin de

p (001), fait avec cette face un angle d'environ + 99°. Il en résulte que, tandis que, dans les plagioclases maclés suivant la loi de la péricline, les lames p (001) ne montrent, en lumière polarisée parallèle, que les bandelettes de la macle de l'albite, celles de microcline font voir, au contraire, ces bandelettes croisées à angle droit avec celles de la loi du microcline. Le quadrillage qui en résulte (fig. 2) est caractéristique de ce dernier feldspath. Suivant les gisements, il est net, ou bien encore les bandelettes qui le constituent sont plus ou moins fondues.

Sous le nom de « microcline-anorthose », M. Fouqué a décrit (*B.S.M.* XVII. 420. 1834) un feldspath de Molompize (*Cantal*) différant du microcline normal par l'écartement des axes optiques, qui se rapproche de celui de l'anorthose. Le plan de la macle du microcline fait avec p (001) un angle de + 107°

	Tn_g	Sn_P	
Molompize	5 à 8°	88°30′	$2\,\mathbf{V} = 56°8'$

M. Michel-Lévy a montré (*B. S. M.* II. 135. 1879) que les propriétés optiques de l'orthose pouvaient se déduire de celles du microcline, en supposant le premier de ces feldspaths composé d'associations submicroscopiques de lamelles de microcline, hémitropes suivant les lois de l'albite et de la péricline.

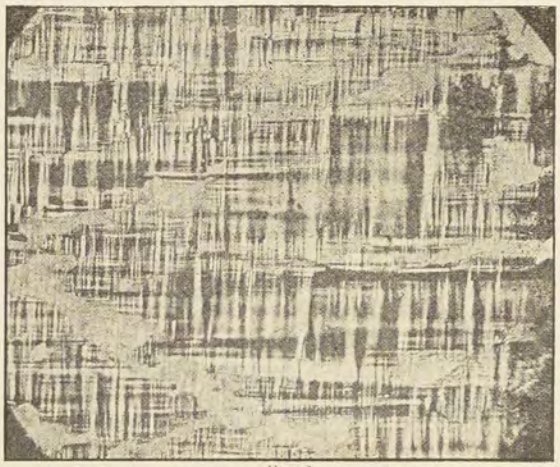


Fig. 2.

Photographie d'une lame mince p (001) du microcline d'Ax (*Ariège*), montrant le quadrillage des macles suivant les lois de l'albite et du microcline. (Lumière polarisée.)

Groupements réguliers de microcline et d'autres feldspaths. Le microcline présente des groupements réguliers presque constants avec l'al-

bite et parfois l'orthose et l'anorthose. Ce sont des groupements par périmorphose (certains groupements avec l'albite) ou de véritables associations microperthitiques (*Mikroklinmikroperthit* de Brögger).

La fig. 2 représente une lame mince de microcline parallèle à *p* (001) faisant voir la *structure quadrillée* de ce minéral et les bandelettes d'albite qui offrent la même orientation géométrique que lui. Ces inclusions d'albite paraissent être l'origine du sodium décelé par la plupart des analyses de microcline : elles manquent rarement.

Beaucoup de microclines renferment des veinules de quartz présentant les mêmes dispositions que celles d'albite.

Composition chimique. La composition du microcline est la même que celle de l'orthose. Analyse du microcline de Broye (avec filonnets d'albite), par M. Damour (*in* Dx. *op cit.*, 462) : densité, 2,548.

SiO^2.....	64,80
Al^2O^3.....	19,90
K^2O	12,11
Na^2O	2,10
Perte	0,30
	99,21

Le microcline pur paraît plus pauvre en sodium que la plupart des orthoses : toutefois, dans les syénites néphéliniques, il existe un microcline sodique qui est au microcline normal ce que l'orthose sodique est à l'orthose normal.

Essais pyrognostiques. Comme pour l'orthose.

Altérations. Les altérations ne diffèrent pas de celles de l'orthose des roches anciennes. Il y a lieu de faire remarquer la fréquence des périmorphoses de microcline en albite dont il a été question plus haut. Les cristaux de microcline faisant saillie dans une cavité sont peu à peu épigénisés en albite qui s'oriente sur eux et se termine dans la cavité par un cristal à formes nettes, et dans le microcline par des ramifications en rapport avec les bandelettes habituelles. J'ai décrit des exemples remarquables de ces transformations dans les pegmatites d'Arendal (*B. S. M.* IX. 131. 1886). Elles ne sont pas rares dans les gisements français, et sont généralement accompagnées de production de quartz et de muscovite cristallisés.

Diagnostic. Le meilleur procédé de diagnostic du microcline consiste dans l'examen, en lumière polarisée parallèle, des lames *p* (001)

qui montrent le quadrillage caractéristique des macles suivant les lois de l'albite et du microcline et l'extinction de + 15° par rapport à la trace du clivage g^1 (010). Cet angle est distinctif de l'anorthose dont les macles très fines s'éteignent dans p (001) sous des angles très voisins de 1°.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le gisement principal du microcline est la granulite, la pegmatite et les roches métamorphisées par elles. On le rencontre toutefois en France dans d'autres gisements :

1° Dans les granulites, les pegmatites, et dans les roches modifiées par elles (schistes cristallins ou paléozoïques) ;

2° Dans les granites ;

3° Dans les microgranulites ;

4° Dans les calcaires métamorphisés par la lherzolite.

1° *Dans les granulites, les pegmatites, les roches modifiées par elles, et dans les schistes cristallins, etc.*

Les pegmatites et particulièrement les pegmatites graphiques renferment le microcline, plus fréquemment peut-être que l'orthose. Il s'y présente en grandes masses clivables, rarement en cristaux distincts.

Le même minéral constitue, dans les granulites, l'un des éléments grenus, le plus souvent postérieur aux autres feldspaths. Il n'est pas rare dans les gneiss et particulièrement dans les gneiss granulitiques et, d'une façon générale, dans les roches granulitisées, où il accompagne l'orthose.

Pas plus que pour ce dernier minéral, il ne saurait être question de donner une liste de tous les gisements français de microcline ; je n'en citerai que quelques-uns pour exemples : à peu près tous les gisements de pegmatite cités aux articles *tourmaline*, *muscovite*, *almandin*, pourraient être répétés ici.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Les pegmatites de Dinard près Saint-Malo sont riches en grandes masses blanches de microcline.

Finistère. Le microcline abonde dans les pegmatites graphiques de Pen-an-Veur en Loctudy, de Kerien-Allan en Combrit, etc.

Loire-Inférieure. Il est de même très abondant dans les pegmatites de la Loire-Inférieure : Couëron, environs de Nantes, de Saint-Nazaire, etc

Pyrénées. — J'ai trouvé dans les Pyrénées beaucoup de gisements de microcline ; les suivants se recommandent par quelque particularité.

Basses-Pyrénées. Dans le massif du Labourd, il y a abondance de pegmatites à microcline ; on peut citer les filons de la carrière de cipolins d'Itsatsou ; j'y ai recueilli de superbes masses d'un beau blanc nacré un peu bleuâtre, dépassant souvent un décimètre de plus grande dimension. Le même minéral fournit de petits cristaux globuleux : p (001), m (1$\bar{1}$0), t (110), g^1 (010), a^1 ($\bar{1}$01), $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01) au contact de la pegmatite et du calcaire. Ils ont une extrémité libre engagée dans celui-ci.

Hautes-Pyrénées. Le microcline se rencontre dans les pegmatites de Loucrup et d'Ordizan, près Bagnères-de-Bigorre. On le trouve en grande abondance dans les granulites du massif du pic du Midi et en particulier à la montée du lac Bleu, entre Chiroulet et le lac et aux alentours de celui-ci jusqu'au pic. Il se présente souvent dans la roche à fond blanc en grandes masses ou en cristaux d'un gris bleuâtre, maclés suivant la loi de Carlsbad. Parfois ces cristaux sont constitués par des associations microperthitiques de microcline et d'anorthose, accompagnées de veinules de quartz et d'albite. Souvent aussi ils sont très homogènes et présentent d'assez larges plages dans lesquelles on ne distingue plus de macles microscopiques.

Ariège. Le microcline existe dans toutes les pegmatites de l'Ariège, mais il est surtout abondant aux environs et au sud d'Ax (fig. 2). Il se trouve aussi dans les schistes cristallins et dans les schistes paléozoïques granitisés et granulitisés de la même région.

A la montée du fort au-dessus d'Ax (rive gauche de l'Ariège), aux Bazerques et sur la route d'Orlu, se trouve une pegmatite porphyroïde, rappelant celle du lac Bleu, mais possédant de plus grands éléments. Dans une masse grenue d'orthose, de quartz, de muscovite, se détachent d'énormes cristaux de microcline aplatis suivant g^1 (010), presque toujours maclés suivant la loi de Carlsbad et présentant souvent plusieurs décimètres de longueur. Par leur couleur d'un gris bleu, ils tranchent sur le fond blanc de la roche. Les tranchées de la route du fort d'Ax montrent bien la structure de cette roche, qui offre à ce point de vue l'aspect d'une figure énormément grossie d'une lame mince de microgranulite. Ce microcline permet facilement l'étude en lames minces des propriétés de la macle de Carlsbad.

Plateau Central. — Le microcline n'est pas moins commun dans

les granulites et les pegmatites du Plateau Central que dans celles des Pyrénées. En voici quelques gisements intéressants :

Haute-Loire. Le microcline constitue le feldspath de beaucoup de pegmatites de la Haute-Loire et en particulier de celle de Fix.

Cantal. M. Fouqué a décrit sous le nom de *microcline-anorthose* un feldspath blanc laiteux dont les propriétés ont été données plus haut. Il se trouve, avec oligoclase, albite, quartz, biotite, dans les filons de pegmatite traversant les gneiss amphiboliques de Molompize.

Haute-Vienne. Le microcline accompagne l'orthose dans les pegmatites des environs de Saint-Yrieix, de Marcognac et de Chanteloube ; il s'y trouve en très grandes masses, ainsi que dans les leptynites du Limousin (Tielle, Limoges, etc.).

Puy-de-Dôme. La plupart des pegmatites à tourmaline citées tome I renferment des masses laminaires de microcline; il faut y ajouter celles de Biauchaud près Saint-Pierre-la-Bourlhogne, dans lesquelles MM. Gonnard et Adelphe ont trouvé récemment du béryl et du mica palmé (*B. S. M.* XVII. 614. 1894), celle de Berzet (pegmatite graphique).

Loire. M. Gonnard a trouvé, sur les bords du Vizézy (*C. R.* LCIX. 711. 1884) à 10 kilomètres de Montbrison sur la route de Saint-Bonnet-le-Courreau, des pegmatites à microcline renfermant des géodes tapissées de ce minéral. Ces cristaux présentent la forme rare h^4 (100); ils sont associés à des pseudomorphoses de cordiérite en gigantolite.

Rhône. Le microcline abonde dans les pegmatites du Lyonnais.

Morvan. — Le même minéral est abondant en masses laminaires dans les pegmatites de l'Autunois et en particulier dans celles de la vallée du Mesvrin (Broye, Marmagne), à l'Étang (masses rouge chair), Montjeu près Autun (gros cristaux maclés suivant la loi de Baveno), etc.

Vosges. — Dans les pegmatites vosgiennes, le microcline est souvent associé à l'orthose (voir *orthose*).

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie.* Des granulites et des pegmatites à microcline se rencontrent dans le massif protogine du mont Blanc.

Algérie. — *Alger.* Le feldspath laminaire de la pegmatite à tourmaline du boulevard Bon-Accueil à Mustapha (Alger, porte de l'Agha) est constitué par du microcline riche en filonnets d'albite (Delage, *Le Sahel d'Alger*, 1888, 144).

Madagascar. — Le microcline est très abondant dans les granulites, les pegmatites et les gneiss de toute la partie orientale de l'île, constituée en grande partie par des schistes cristallins.

Les pegmatites du sud du lac Itasy renferment du microcline d'un beau vert (*amazonite*), dont les fragments de clivage atteignent parfois un décimètre de plus grande dimension.

Guyane française. — Les granulites, pegmatites et gneiss granulitiques de la Guyane française sont riches en microcline, souvent d'un beau blanc laiteux.

2° *Dans le granite et les syénites.*

Le microcline est beaucoup plus répandu dans les granites qu'on ne le croit généralement. Il se rencontre dans les granites normaux, sous la même forme que l'orthose [Vernadet (*Puy-de-Dôme*), la Ségalassière, Saint-Marc (*Cantal*), Tregastel et Creach-Saint-André près Saint-Pol (*Finistère*), etc.] ; mais on le trouve surtout dans les granites porphyroïdes, dont il constitue les grands cristaux, qui atteignent souvent plusieurs centimètres de longueur. Ils ne se distinguent de l'orthose que par leurs propriétés optiques ; ils présentent les deux formes caractéristiques de ce minéral signalées pages 25 et 27.

1° Cristaux sans macles macroscopiques p (001), g^1 (010), a^1 (101), avec les faces m ($1\bar{1}0$), t (110) (fig. 2, page 25), et parfois g^2 (130), ${}^2g$ ($1\bar{3}0$) ; ils sont allongés suivant $p\,g^1$ (001) (010);

2° Cristaux aplatis suivant g^1 (010), maclés suivant la loi de Carlsbad et allongés suivant l'axe vertical (fig. 10, page 26).

De même que les cristaux d'orthose des gisements analogues, ils sont le plus généralement rugueux et peuvent se recueillir en abondance dans les arènes granitiques. Ils renferment, à l'état d'inclusions souvent distribuées par zones concentriques, la biotite, le feldspath triclinique, etc., qui les accompagnent dans la roche.

Les gisements suivants sont ceux que j'ai visités ou dont j'ai eu entre les mains des échantillons qui m'ont permis d'établir la nature de ces cristaux porphyroïdes de microcline. Ils pourraient être certainement beaucoup multipliés. Il serait intéressant de rechercher si, dans un massif de granite porphyroïde, tous les cristaux porphyroïdes appartiennent exclusivement à l'orthose ou au microcline ou si, au contraire, ces feldspaths se mélangent. Dans les localités de l'Ariège et des Hautes-Pyrénées, citées plus loin, j'ai examiné à ce point de vue un assez grand nombre de cristaux qui tous étaient formés par du microcline.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Le granite de Rostrenen renferme d'énormes cristaux de microcline.

Finistère. Il en est de même du granite porphyroïde du moulin d'Esclopas près Saint-Jacut (gros cristaux aplatis suivant g^1 (010), maclés suivant la loi de Carlsbad et très allongés suivant l'axe vertical).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Les grands cristaux du granite porphyroïde du flanc nord du pic du Midi (ravins de Binaros, d'Ardalos) sont constitués par du microcline. Cette roche se trouve en blocs roulés dans les vallées de Lesponne et de l'Adour.

Ariège, *Aude* et *Pyrénées-Orientales*. Le massif granitique de Quérigut présente comme accident un granite à grands cristaux porphyroïdes de microcline, que l'on peut observer dans les ravins descendant du pic de Ginevra vers Mijanès, à la sortie de Quérigut sur la route du col d'Harre conduisant à Puyvalador, aux bains de Carcanières, etc.

Plateau Central. — *Cantal*. Le microcline se trouve en grands cristaux dans le granite porphyroïde des environs de La Roquebrou, de La Capelle Viescamp, etc.

Corrèze. Il en est de même dans un grand nombre de gisements de la Corrèze et en particulier dans celui de Mazières.

Saône-et-Loire. M. de Fréminville m'a communiqué de grands cristaux de microcline provenant du granite porphyroïde de Saint-Micaud près le mont Saint-Vincent.

Alpes. — *Massif du mont Blanc*. *Savoie*. Le granite (protogine) du massif du mont Blanc est par places porphyroïde (N.-E. du massif du Trient). Les grands cristaux rosés appartiennent au microcline.

Isère. La syénite micacée ou le granite amphibolique peu quartzeux du lac Lauvitel dont il est question à l'article *Sphène* est riche en microcline.

Corse. — C'est au microcline qu'il faut rapporter les cristaux d'un rose violacé du granite porphyroïde d'Algajola, riche en cristaux bruns de sphène, ainsi que ceux de la plupart des granites porphyroïdes corses.

3° *Dans les microgranulites*.

Ardennes. — Le microcline paraît être une grande rareté dans les microgranulites. Les gros cristaux de la microgranulite (porphyroïde) de Mairus près Deville sont en partie formés par ce feldspath.

4° *Dans les calcaires secondaires modifiés par la lherzolite.*

Pyrénées. — *Ariège*. Les calcaires et marnes calcaires des environs de Prades sont profondément métamorphisés au contact de la lherzolite. J'ai montré (*B. C. F.* n° 42. 1895) qu'ils se chargent souvent de microcline. Au contact d'une petite bosse intrusive de lherzolite ayant pénétré les calcaires noirs, ils se transforment, sur quelques mètres, en un calcaire blanc à grandes lames renfermant des cristaux de biotite, de hornblende et de microcline qui atteignent plusieurs centimètres de longueur. J'ai isolé quelques cristaux de microcline blanc imprégnés de dipyre. Ils présentent les formes p (001), m ($1\bar{1}0$), t (110), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) à peu près également développées. Ils sont creusés de cavités comme la plupart des cristaux isolés d'un calcaire par les acides.

PLAGIOCLASES

La composition chimique et les propriétés physiques des plagioclases, de l'albite à l'anorthite, sont remarquablement continues. Aussi, M. Tschermak a-t-il proposé de considérer ces minéraux, non comme des espèces distinctes, mais comme des mélanges isomorphes en toute proportion des deux termes extrêmes :

$$\textit{Albite} = \mathrm{Ab} = (\mathrm{Na\,Al\,Si^3\,O^8})$$
$$\textit{Anorthite} = \mathrm{An} = (\mathrm{Ca\,Al^2\,Si^2\,O^8})$$

de telle sorte que leur composition peut être représentée par la formule générale

$$\mathrm{Ab}_n\ \mathrm{An}_m.$$

Les propriétés optiques des deux termes extrêmes étant connues, on peut en déduire les propriétés afférentes à chaque valeur particulière de la formule précédente. La densité et les propriétés cristallographiques présentent de même d'étroites relations avec celles des deux types extrêmes.

Cette théorie a déterminé parmi les minéralogistes des discussions passionnées et provoqué de remarquables travaux de MM. des Cloizeaux, Max Schuster, Fouqué, Michel-Lévy, Wallerant, et d'autres encore.

M. Fouqué, à la suite d'observations nombreuses sur les plagioclases

des roches volcaniques d'Auvergne, a proposé d'interpréter les faits d'une façon différente (*B. S. M.* XVIII. 607. 1894), d'admettre qu'entre l'albite et l'anorthite il existe un certain nombre d'espèces intermédiaires à composition déterminée. Ce seraient ces types définis qui, en se mélangeant, donneraient naissance à des composés intermédiaires entre eux. Cette théorie conduit aux mêmes résultats pratiques que celle de Tschermak ; elle se base sur la fréquence, dans les feldspaths étudiés par M. Fouqué, de types bien définis présentant entre eux les associations physiques des *feldspaths zonés*.

Ce n'est pas ici le lieu de discuter cette loi au point de vue théorique[1]. Je renvoie, pour ce sujet, aux récents mémoires de M. Michel-Lévy (*Étude sur la détermination des feldspaths*, Paris, 1894 et 1896), qui conduisent à cette conclusion que, pratiquement, les résultats obtenus présentent, avec le calcul, un accord satisfaisant, bien que certains faits[2] prouvent que, comme la plupart des lois physiques, la loi de Tschermak n'a pas une rigueur mathématique.

Quel que soit du reste le point de vue auquel on se place, que l'on admette la continuité absolue dans la série des plagioclases, ou qu'au contraire on accepte l'existence de types définis, intermédiaires entre l'albite et l'anorthite, il est nécessaire, pour la facilité des descriptions, d'établir parmi les plagioclases un certain nombre de coupures, qui dans la première hypothèse représentent des divisions arbitraires

1. Il y a lieu de faire remarquer que la présence de la potasse, signalée dans un très grand nombre d'analyses et parfois en proportion notable, rend nécessaire l'introduction, dans ces feldspaths, d'un élément potassique (série anorthose-microcline), dont il y aurait lieu de tenir compte dans la discussion de la théorie de Tschermak, ce qui complique encore la question.

2. Parmi ceux-ci, il faut citer les résultats fournis par la méthode d'éclairement commun. M. Michel-Lévy a montré que, si la loi de Tschermak était rigoureuse, il existerait, pour chaque section d'orientation déterminée des plagioclases zonés, un angle caractéristique d'éclairement commun correspondant à la disparition simultanée des zones d'accroissement du cristal : dans cette position, ce dernier devrait paraître homogène. Le cas particulier le plus sensible de cette propriété est celui dans lequel l'éclairement commun coïncide avec les directions d'extinction simultanée (sections perpendiculaires à un axe optique de l'une des zones) : or, dans les divers cas, M. Michel-Lévy a constaté que l'éclairement commun présentait des différences de 3° à 4° entre les plagioclases basiques et les plagioclases acides (feldspaths de la Galite, côte d'Algérie), ce qui montre que la loi n'est qu'approchée (*B. S. M.* XVIII. 79. 1895) [Voir aussi la note de la page 134 au sujet du signe des bissectrices].

et dans la seconde tiennent compte des types définis observés jusqu'à présent[1]. Le tableau suivant donne les grandes divisions que j'ai adoptées ; dans chacune d'entre elles, j'ai introduit, *comme noms de variétés*, les désignations attribuées par M. Fouqué aux types particuliers dont il a déterminé les propriétés optiques. Chaque ligne renferme en outre la composition centésimale et la densité calculées pour quelques combinaisons prévues par la loi de Tschermak. J'y ai joint les désignations employées par MM. des Cloizeaux et Tschermak et les notations de ces minéralogistes : soit en indiquant les rapports d'oxygène $R\,O : Al^2\,O^3 : Si\,O^2$ sous la forme $1 : 3 : x$, soit en tenant compte des rapports d'albite et d'anorthite (Tschermak ($Ab_n\ An_m$)) ou du tant °/₀ d'anorthite : les récents diagrammes de M. Michel-Lévy (*op. cit.*, 1896) permettent de repérer les propriétés des plagioclases d'après ce dernier mode de notation.

Cette question de nomenclature n'a qu'une importance restreinte et ne mérite d'intérêt qu'en raison du rôle joué dans les roches par les feldspaths : il est commode, en effet, de pouvoir, sans longues périphrases, exprimer les propriétés optiques d'un plagioclase. Il serait facile, mais oiseux, dans toute autre famille minérale, d'établir des différences spécifiques sur des caractères chimiques aussi peu importants

1. Le travail de M. Fouqué a mis en évidence l'extrême difficulté que l'on éprouve à se procurer des feldspaths suffisamment purs et homogènes pour permettre de déterminer *sur le même échantillon* la composition chimique et les propriétés optiques, ce qui paraît indispensable, si l'on veut se servir, en toute sécurité, de l'une de ces données pour la discussion de la loi de Tschermak. Non seulement, en effet, la même roche peut renfermer plusieurs feldspaths différents, mais encore chaque cristal, considéré individuellement, est fréquemment lui-même constitué par des zones de propriétés différentes et souvent fort éloignées. L'abondance des produits secondaires dans les feldspaths des roches anciennes montre en outre que la plupart des analyses publiées autrefois ne peuvent être d'une grande utilité pour l'éclaircissement de cette question.

Aussi a-t-on le droit d'être quelque peu sceptique sur la possibilité de démontrer d'une façon rigoureuse l'existence ou la non-existence de tous les passages prévus par la loi de Tschermak, la vérification chimique devant, la plupart du temps, manquer aux documents apportés par l'examen optique.

De même, à l'opinion formulée par M. Fouqué sur l'existence de types fixes, on peut opposer le nombre relativement faible des échantillons étudiés complètement jusqu'à présent et le nombre relativement grand des types constatés, faits qui *pratiquement* conduisent au même résultat que la théorie de la continuité, celle-ci dès lors peut être considérée comme exacte avec une approximation suffisante.

		Proportion d'albite et d'anorthite. $Ab_n\ An_m$	Proportion d'anorthite $m = \frac{(n+m=100)}{}$	Rapports d'oxygène 1 : 3 : x. $x =$	Composition en centièmes SiO^2	Al^2O^3	CaO	Na^2O	Densité calculée	Nomenclature de M. des Cloizeaux	Nomenclature de M. Tschermak
Albite		—		—	—	—	—	—			
Oligoclases		1 : 0	0,0	12,0	68,7	19,5	0 »	11,8	2,624	Albite	Albite
	Oligocl.-albite	12 : 1	7,7	10,9	66,6	20,9	1,6	10,9	2,635	Olig. anorm. 1re cl.	Oligoclase
		8 : 1	11,1	10,4	65,7	21,6	2,4	10,4	2,640		
		6 : 1	14,0	10 »	64,9	22,1	3,0	10,0	2,645	Olig. anorm. 2e cl.	
	Oligoclase	4 : 1	20,0	9,3	63,3	23,1	4,2	9,4	2,652	Olig. norm. 3e cl.	
	Olig.-andésine	3 : 1	25,0	8,8	62,0	24,0	5,3	8,7	2,654		
Andésines	Andésine -olig.	2 : 1	33,3	8 »	59,9	25,4	7,0	7,7	2,671		Andésine
	Andésine	3 : 2	40,0	7,4	58,1	26,6	8,4	6,9	2,680	Andésine	
		4 : 3	42,9	7,2	57,4	27,1	8,9	6,6	2,684		
Labradors	Labrador	1 : 1	50,0	6,7	55,6	28,3	10,4	5,7	2,694		Labrador
	Labrad.-bytownite	3 : 4	57,2	6,2	53,7	29,6	11,8	4,9	2,703		
		2 : 3	60,0	6 »	53,0	30,1	12,3	4,6	2,708	Labrador	
		1 : 2	66,6	5,6	51,4	31,2	13,7	3,8	2,716		
Bytownites	Bytownite	1 : 3	75,0	5,2	49,3	32,6	15,3	2,8	2,728		Bytownite
		1 : 4	80,0	4,9	48,0	33,4	16,3	2,3	2,735		
	Bytownite-anorthite	1 : 6	85,7	4,6	46,6	34,4	17,4	1,6	2,742		
		1 : 8	88,9	4,5	45,9	34,9	18,0	1,2	2,747		
Anorthite		0 : 1	100	4 »	43,2	36,7	20,1	0 »	2,758	Anorthite	Anorthite

1. M. Fouqué fait rentrer le feldspath $Ab_1\ An_3$ dans la bytownite, parce que c'est à partir de ce plagioclase que l'attaque par l'acide chlorhydrique bouillant devient facile.

que ceux qui distinguent, par exemple, les andésines du labrador.

Propriétés cristallographiques. Les formes présentées par les plagioclases sont très analogues les unes avec les autres, ainsi qu'avec celles de l'orthose ; leurs différences individuelles seront passées en revue dans les paragraphes spéciaux à chacun d'eux. Peu de ces feldspaths ont pu être mesurés. Le tableau suivant montre l'analogie de leurs paramètres et permet de les comparer à ceux de l'orthose : ces nombres n'ont pas à beaucoup près la précision de ceux que peuvent fournir les mesures optiques ; ils n'indiquent que le sens probable des variations.

	$a : b : c$	yz	zx	xy	pg^1
Orthose	0,6586 : 1 : 0,5559	90°	116° 7′	90°	90°
Albite	0,6331 : 1 : 0,5572	94° 3′	116°27′	88° 9′	93°35′
Oligoclase	0,6321 : 1 : 0,5524	93° 4′	116°22′	90° 4′	93°28′
Andésine	0,6356 : 1 : 0,5521	93°23′	116°29′	89°59′	93°46′
Labrador[1]	0,6377 : 1 : 0,5547	93°21′	116° 3′	89°54′½	93°56′
Anorthite	0,6342 : 1 : 0,5501	93°13′	115°57′	91°13′	94°10′

Clivages. En outre des clivages p (001) et g^1 (010), quelques plagioclases possèdent des plans de séparation suivant $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$ (albite) ou suivant $x = (b^1\, d^{1/3}\, g^1)$ $(\bar{1}\bar{2}1)$ (oligoclase). M. Penfield, qui a signalé ce dernier, pense que le clivage g^1 (010) n'est qu'un plan de glissement en rapport avec la macle de l'albite (*Z. K.* XXIII. 262. 1894). La collection du Muséum possède un bel échantillon d'oligoclase dépourvu de macles et présentant au contraire un clivage g^1 très facile ; il en est de même pour l'albite de Groix.

Macles. Les plagioclases présentent d'une façon presque constante la macle de l'albite, dont les bandes répétées déterminent, sur le clivage p (001), des cannelures parallèles à l'arête $p\, g^1$ (001) (010), généralement visibles à l'œil nu et très caractéristiques de ces feldspaths. Cette macle est fréquemment associée à la macle de Carlsbad, plus rarement à celles de Baveno, de Four-la-Brouque, de l'Esterel, du Roc Tourné, qui sont des macles simples.

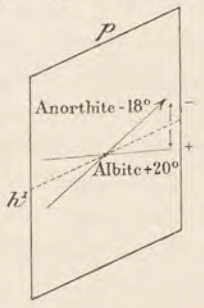


Fig. 1.
Position de la face d'association de la péricline dans les plagioclases.

Les plagioclases présentent souvent aussi la macle de la péricline, qui, sauf dans la *péricline*, est toujours polysynthétique et microscopique. Elle produit, sur les lames de clivage g^1, des stries comparables à celles de la macle de l'albite. Elle peut être surtout

1. Voir la note de la page 184.

observée à l'aide des propriétés optiques en lumière polarisée parallèle.

Les travaux de vom Rath et de Viik ont montré que le plan de composition de cette macle n'est pas le même pour les divers plagioclases, bien que ne s'éloignant jamais plus de 22° de p ; elle est constituée par un plan (*section rhombique*) dont l'intersection avec m (1$\bar{1}$0), t (110) et g^1 (010) forme des angles plans égaux (fig. 2 et 3, d'après vom Rath). Le tableau suivant donne, d'après ce savant, l'angle que ce plan fait dans g^1 avec la trace de p. Les signes sont comptés dans le même sens que les extinctions (voir page 134).

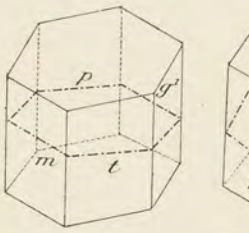


Fig. 2.
Position de la section rhombique dans l'albite.

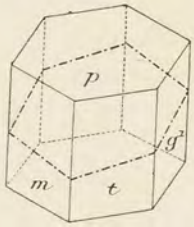


Fig. 3.
Position de la section rhombique dans l'anorthite.

Albite[1]		+ 20° à 22°
Oligoclases	*Oligoclase-albite*	+ 20° à + 10°
	Oligoclase	+ 9° à 3°30′
	Oligoclase-andésine	
Andésines		+ 1° à — 1°, avec 0° pour $Ab_4 An_3$
Labradors / *Bytownites*		— 9° à — 10°
Anorthite		— 15° à — 18°

Coloration et éclat. A l'état frais, les plagioclases sont incolores, transparents; de même que les feldspaths passés en revue plus haut, ils prennent souvent, et particulièrement dans les roches anciennes, des colorations variées dues à la formation de produits secondaires.

Le nom de *microtine* a été proposé par M. Tschermak pour désigner le faciès des plagioclases des roches volcaniques possédant l'éclat de la variété d'orthose, la *sanidine*.

1. La figure 16 de la page 28 représente cette macle d'après M. Schrauf. La trace de la macle sur g^1 (010) y est inexactement dessinée : elle doit faire, en effet, avec la trace de p un angle de 22° d'avant en arrière au lieu de lui être parallèle.

Propriétés optiques. L'indice n_g est plus ou moins voisin de la normale à g^1 (010); sa position varie dans les divers plagioclases :

Angle de $\mathbf{n}_g$ avec la normale à g^1 (Dx).	
Albite	15°
Oligoclase	1°
Olig.-andésine	6°
Andésine	17° (calculé M. L.)
Labrador	27°
Lab.-bytownite	37°
Anorthite	50° (Fq.)

Aussi, en lumière convergente, voit-on, dans les lames de clivage

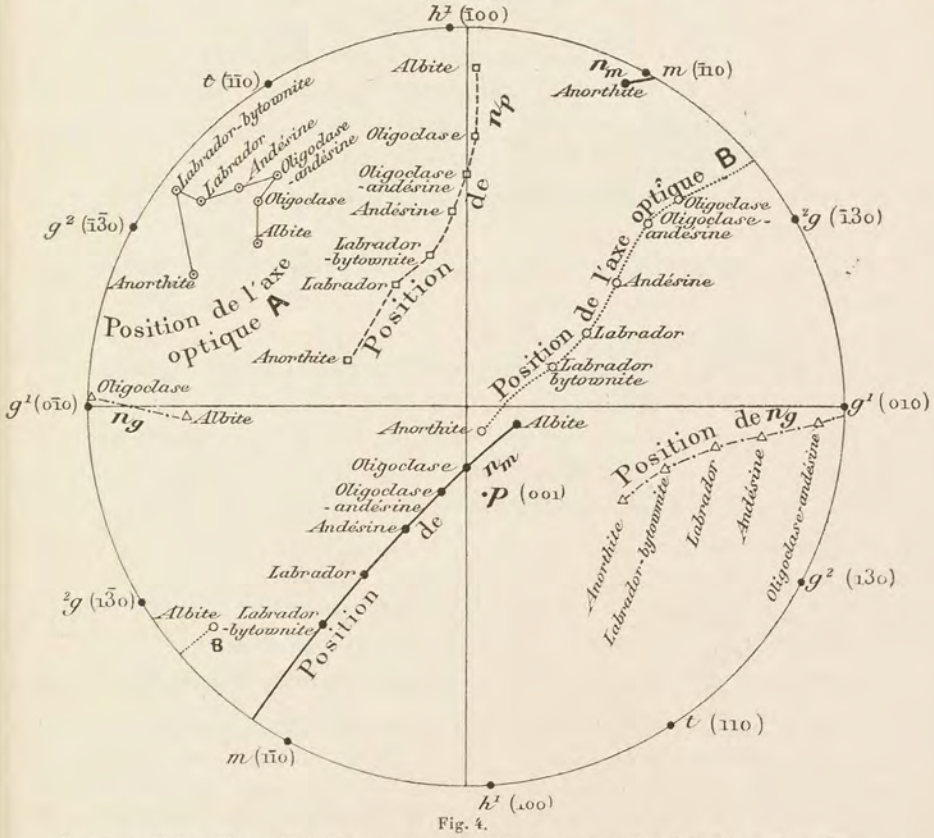


Fig. 4.

Projection stéréographique des indices n_g, n_m et n_p et des axes optiques A et B des divers plagioclases. Le plan de projection est perpendiculaire à l'axe vertical c.

g^1 (010), des images d'autant moins centrées que le feldspath est plus

basique : à partir du labrador, une seule des deux hyperboles est visible dans le champ du microscope.

L'indice n_p est plus ou moins rapproché de l'arête $p\ g^1$.

La figure 4, due à M. Michel-Lévy, résume les travaux de MM. des Cloizeaux, Fouqué et de Fedoroff sur la position des indices principaux des plagioclases.

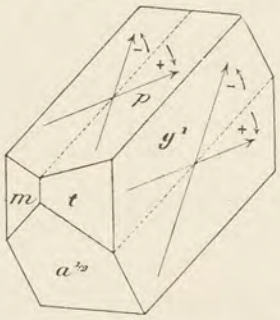


Fig. 5.

Schema montrant le signe des extinctions dans les faces $p(001)$ et g^1 (010). L'angle obtus $p\,g^1$ est placé à droite.

Parmi les données caractéristiques des feldspaths, il y a lieu de citer d'abord les angles d'extinction sur les faces p et g^1, particulièrement étudiées par MM. des Cloizeaux et Max Schuster. Les signes $\pm$ indiqués dans le tableau donné plus loin vis-à-vis de ces angles correspondent à la figure 5 ; les extinctions (direction du plus petit indice de la section considérée) sont rapportées à l'arête $p\ g^1$, le signe + étant compté dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre et le signe — en sens inverse.

L'angle 2 V et le signe de la bissectrice aiguë varient dans le sens suivant [1] :

Bissectrice aiguë *positive* :	*albite*				*labrador*
2 V = 90° :		*oligoclase*	*andésine-oligoclase*	*bytownite*	
Bissectrice aiguë *négative* :		*oligoclase-andésine*			*anorthite*

La dispersion des axes est $\rho < v$ autour de n_g de l'albite aux andésines, et $\rho > v$ du labrador à l'anorthite, avec un mélange de *dispersions inclinée et horizontale* ou *tournante*, dont il sera question aux divers plagioclases.

Les indices principaux croissent avec la basicité.

La biréfringence $(n_g - n_p)$ varie de 0,013 (anorthite) à 0,009 (albite), en passant par un minimum de 0,0065 pour une andésine.

Le tableau de la page suivante résume les données fournies par M. des

1. M. Wallerant a établi (*C. R.* CXXI. 740. 1895) les formules donnant l'angle 2 V des plagioclases en fonction des valeurs de 2 V de l'albite et de l'anorthite et de leur biréfringence, et montré que, si la loi de Tschermak était mathématiquement exacte, il ne devrait y avoir qu'un seul plagioclase pour lequel 2 V = 0°. Or, il y en a trois. Toutefois, en calculant les points intermédiaires de la courbe représentant les valeurs de 2 V dans les divers plagioclases, M. Wallerant a constaté l'existence d'une inflexion voisine des oligoclases, qui prouve que, si la loi de Tschermak n'est pas rigoureusement exacte, elle est au moins approchée.

		Ab_n An_m	m	Extinctions sur les clivages p (001)	Extinctions sur les clivages g^1 (010)	Angle de p avec la section perpend. à n_g	Signe de la bissectrice aiguë	2 V	Angle d'extinction rapporté à la trace du plan des axes optiques) des sections perpendiculaires aux bissectrices n_p	Angle d'extinction rapporté à la trace du plan des axes optiques) des sections perpendiculaires aux bissectrices n_g	Angle maximum d'extinction dans la zone perpendiculaire à g^1 (angle de n'_p avec g^1)	Indice moyen
Albite		1 : 0	0	+ 4°	+ 20°	102°	+	77°	74°	20°	— 16°	1,534
Oligoclases	*Oligoclase-albite*	6 : 1	14,0	+ 2°30′	+ 10°30′	93°	+	88°30	84°30′	10°30′	— 4°	»
			18	»	+ 8°			[90°]	90°	7°	0°	»
	Oligoclase	4 : 1	20,0	+ 2°	+ 7°	»	—	88°	88°	5°	+ 2°	1,542
	Olig.-andésine	3 : 1	25	0°	0°	»	—	86°	75°	3°	+ 7°	»
Labradors-Andésines	*And.-oligoclase*	2 : 1	33	— 2°	— 4°	106°		[90°] »	70°	3°	+ 16°	
	Andésine	3 : 2	40	— 2°30′	— 10°	112°	+	88°	66°	9°	+ 25°	1,553
	Labrador	1 : 1	50	— 5°30′	— 20°	127°	+	77°	60°	22°	+ 34°	1,558
	Lab.-bytownite	3 : 4	57,2	— 11°	— 25°	130°	+	79°	58°30′	33°	+ 37°	1,563
Bytownite		1 : 3	75	»	— 33°	»	»	[90°]	57°	42°	+ 43°	»
Anorthite		0 : 1	(1)	— 36°30′	— 41°30′	145°	—	77°30′	55°30′	48°	+ 55°30′	1,582

1. Cette anorthite est celle de la Somma correspondant environ à $m = 94,7$.

Cloizeaux et par M. Fouqué [1]. J'y ai joint les extinctions (maximum) dans la zone de symétrie perpendiculaire à g^1, dont la détermination constitue un des modes de diagnostic optique les plus précieux pour la distinction des feldspaths tricliniques. Ces derniers nombres ont été établis par M. Michel-Lévy, au récent mémoire duquel je renvoie pour ce qui concerne le diagnostic des plagioclases suivant tous les procédés connus.

Groupements réguliers des feldspaths entre eux. — J'ai exposé page 29 les cas les plus habituels de groupements de deux ou plusieurs feldspaths. Dans les plagioclases, les individus zonés sont extrêmement fréquents : ils présentent les combinaisons les plus variées.



Fig. 6.
Dessin schématique de la face g^1 (010) du cristal zoné représenté par les photographies de la page suivante (fig. 7 et 8).

Aux exemples donnés et figurés plus haut, je joindrai un cristal de la granulite à amphibole de La Grande-Galite qui vient d'être décrit par M. Michel-Lévy : mon savant maître a bien voulu m'autoriser à reproduire les fig. 6 à 8, extraites de son mémoire (*Détermin. des feldspaths*, 1896, pl. XIX). La section considérée est parallèle à g^1 (010) et maclée suivant la loi de Carlsbad. Le cristal est ainsi construit de l'extérieur à l'intérieur (fig. 6).

	Extinctions (moyennes dans I et II).	Feldspaths
a	+ 6°30′	oligoclase (20 °/₀ d'anorthite)
b	— 21°30′	labrador (54 °/₀ id.)
c	— 32°	bytownite (70 °/₀ id.)
d	+ 1°30′	oligoclase-andésine (26 °/₀ id.)

Les photographies (fig. 7 et 8) montrent l'importance de l'éclairement

1. Les plus importantes de celles-ci sont constituées par les angles d'extinction des sections perpendiculaires aux bissectrices, que M. Fouqué a déterminés et dont il a montré l'importance pour le diagnostic : ces sections sont notées S [sections perpendiculaires à la bissectrice aiguë positive (Sn_g) ou négative (Sn_p)] et T [sections perpendiculaires à la bissectrice obtuse négative (Tn_p) ou positive (Tn_g)].

commun pour mettre en lumière les diverses zones d'un cristal. Dans la fig. 7, le cristal est placé dans la position d'éclairement commun de la macle de Carlsbad (polariseur à 45° de la bissectrice des clivages $p\bar{p}$). Les zones de même nature dans les deux cristaux offrent les mêmes teintes : la bande éteinte est constituée par le labrador *b*, de la fig 6.

Dans la fig. 8, la plaque est orientée de telle sorte que la bytownite du cristal II (la zone *c*) est éteint, tandis que c'est l'oligoclase-andésine (*d*) qui est éteint dans le cristal I.

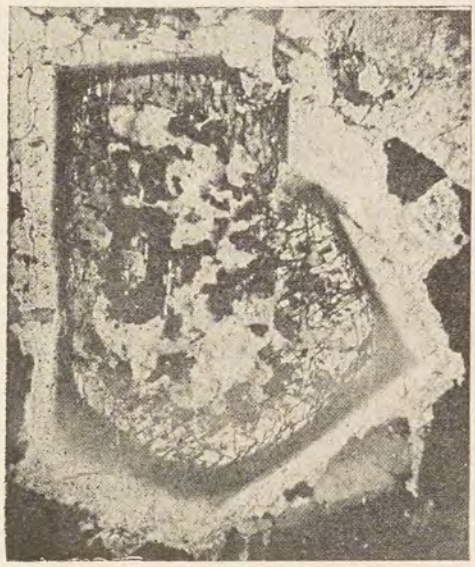


Fig. 7.
Photographie d'une face g^1 (010) d'un feldspath zoné de La Grande-Galite. Position d'éclairement commun de la macle de Carlsbad.

Le plus souvent les diverses zones d'un même cristal sont plus régulières comme structure que dans l'exemple qui vient d'être étudié.

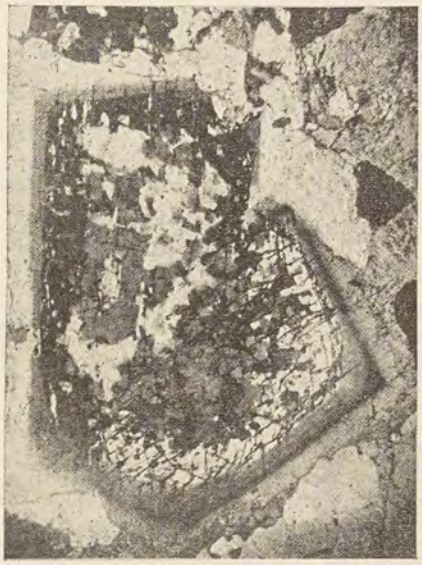


Fig. 8.
Photographie du cristal représenté par la fig. 7. La zone c du cristal II et la zone *d* du cristal I sont éteintes.

Essais pyrognostiques. Les feldspaths tricliniques sont tous fusibles au chalumeau, mais avec une facilité très inégale, qui va en décroissant du labrador à l'anorthite, en passant par l'oligoclase et l'albite.

L'albite, les oligoclases et les andésines sont réfractaires à l'action de l'acide chlorhydrique bouillant (pendant un quart d'heure); le labrador et le labrador-bytownite possèdent

les mêmes propriétés, d'après M. Fouqué; les bytownites et l'anorthite s'attaquent d'autant plus facilement qu'elles sont plus basiques.

Un petit grain de feldspath attaquable se transforme, dans l'acide chlorhydrique bouillant, en une masse de plus grand volume à aspect laiteux, sans action sur la lumière polarisée : on la distingue alors des grains vitreux de feldspath non attaqué qui peuvent l'accompagner. Dans la recherche du degré de résistance aux acides, il faut tenir compte de la fréquence des cristaux zonés, dont les diverses parties, de composition différente, se comportent différemment vis-à-vis de l'acide employé.

Diagnostic. Les diverses propriétés qui viennent d'être résumées dans ce chapitre rendent facile le diagnostic différentiel des plagioclases, celui-ci doit être demandé surtout aux propriétés optiques résumées dans le tableau de la page 135. Les épures publiées par M. Michel-Lévy (*op. cit.*, 1894 et 1896) donnent d'élégantes solutions des multiples problèmes que présente l'étude des feldspaths dans les lames minces de roches.

ALBITE

$Na\,Al\,Si^3\,O^8 = Ab$

Triclinique. $m\ t = 120°47'$ albite (Dx.).

$b : c : h = 1000 : 1029{,}938 : 478{,}107$. $D = 857{,}567$. $d = 543{,}106$.

angle plan de $p = 115°19'\ 8'$

angle plan de $m = 107°\ 4'54''$

angle plan de $t = 100°28'\ 5''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}63331 : 1 : 0{,}55716 \\ yz = 94°\ 3'\quad zx = 116°27'\quad xy = 88°\ 9' \\ X = 93°36'\quad Y = 116°25'\quad Z = 89°56' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001), m ($1\bar{1}0$), t (110), g^4 (010), g^3 (120), g^2 (130), ${}^2g$ ($\bar{1}30$), $g^{3/2}$ (150), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{3/4}$ ($\bar{4}03$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $i^{1/2}$ (021), $e^{1/2}$ ($0\bar{2}1$) $b^{3/8}$ ($\bar{4}\bar{4}3$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$), $c^{1/2}$ ($1\bar{1}1$).

Macles. Macles suivant la loi de l'albite presque constantes, parfois seulement microscopiques; macles de Carlsbad, de la péricline (variété péricline), du Roc Tourné, de l'Esterel.

Dans le tableau d'incidences qui suit, les abréviations M., Dx., S. F.,

	Angles calculés	Angles mesurés	
$m\,t$	120°47′	119°55′ F.	
$mg^{=}$ adj.	119°40′	119°40′ S.	49′ Lx.
		120°16′ M.	29′ F.
$t\,g^1$ adj.	119°33′	119°33′ S.	
$^2g\,m$ adj.	150° 3′	150°10′ Lx.	
$^2g\,t$ sur m	90°50′		
$^2g\,g^1$ adj.	149°37′	149°37′ S.	46′ F.
$t\,g^2$ adj.	149°58′	149°43′ F.	
$g^1\,g^3$ adj.	140° 0′	138°38′ S.	
$g^1\,g^2$ adj.	149°35′	149°36′ S.	
$g^1\,g^{3/2}$ adj.	160°47′	160°36′ S.	
$m\,\overline{m}$	120°40′	119°49′ M.	
		120°10′ Lx.	
$t\,\overline{t}$	120°54′		
$p\,a^1$ adj.	127°45′	127°15′ F.	40′ Lx.
$p\,a^{3/4}$ adj.	114°32′	114°18′ F.	
$a^1\,a^{3/4}$	166°47′	166°35′ F.	
$p\,a^{1/2}$ adj.	97°54′	97°50′ Lx.	
$a^{1/2}\,a^{3/4}$	163°22′		
$^*p\,e^{1/2}$	133°15′	133° 2′ F.	10′ Lx.
$^*e^{1/2}\,g^1$	133°10′	133°45′ F.	
$p\,i^{1/2}$	136°50′		
$i^{1/2}\,g^1$	136°45′		
$e^{1/2}\,i^{1/2}$ sur p	90° 5′		
$p\,g^1$ droit	93°35′	93°37′ S.	39′ Lx.
$p\,\overline{p}$ (rentrant)	172°50′	172°57′ F.	
$e^{1/2}\overline{e}^{1/2}$ (sort.)	93°40′		
$^*p\,m$ ant.	110°50′	110°45′ Lx.	
$p\,c^{1/2}$ adj.	124° 7′	124°10′ Lx.	50′ F.
$c^{1/2}\,m$ adj.	125° 3′		
$p\,t$ adj.	114°42′	114°50′ Lx.	
$p\,b^1$ adj.	149°49′	149°31′ F.	
$b^1\,t$ ant	95°29′	95°28′ Lx.	
$p\,b^{1/2}$ adj.	122°12′	122°10′ Lx.	
$b^1\,b^{1/2}$	152°23′	152°19′ Lx.	
$p\,b^{3/8}$	109°40′		
$p\,^2g$ ant.	99°51′	99°52′	
$p\,g^2$	106° 2′30″	106°10′ Lx.	
$p\,\overline{m}$	114°41′	114°48′ M.	
$b^1\,g^1$ adj.	101°48′	101°43′ Lx.	
$b^1\,\overline{b}^1$ sort.	156°24′		
$b^{1/2}\,g^1$ adj.	113°41′	113°40′ S.	
$g^1\,a^1$ sur $b^{1/2}$	86°20′	86°10′ Lx.	
$c^{1/2}\,g^1$ adj.	119°33′	119°44′ S.	
$c^{1/2}\,g^1$ sur a^1	60°27′	59°55′ Dx.	
$a^1c^{1/2}$ adj.	154°27′		

	Angles calculés	Angles mesurés	
$a^1\,b^{1/2}$ adj.	152°39′	152°41′ Lx.	
$b^{1/2}c^{1/2}$ sur g^1	53°14′		
$b^{1/2}\overline{b}^{1/2}$ (sort.)	132°38′		
$a^1\,\overline{a}^1$ (rentr.)	172°40′	172°44′ Lx.	
$c^{1/2}\overline{c}^{1/2}$ (sort.)	120°54′	120° 4′ Dx.	
$g^1\,b^{3/8}$ adj.	117°35′		
$g^1a^{3/4}$ sur $b^{3/8}$	86°49′	86°41′ F.	
$a^{3/4}\,g^1$ adj.	93°11′		
$b^{3/8}\overline{b}^{3/8}$ (sort.)	124°50′		
$a^{3/4}\overline{a}^{3/4}$ (rent.)	173°38′		
$g^1\,a^{1/2}$ s. $b^{1/4}$	87°40′	87°48′ Lx.	
$a^{1/2}\,g^1$ adj.	92°20′	93°26′ Lx.	
$a^{1/2}\overline{a}^{1/2}$ (rent.)	175°20′		
$m\,b^1$ adj.	96° 7′		
$m a^1$ adj.	114°14′	114°18′ Lx.	
$a^1\,b^1$ adj.	149°39′	149°32′ Lx.	
$m\,a^{3/4}$ adj.	125° 5′30″		
$^*m\,e^{1/2}$ adj.	128°24′	128°20′ Lx.	
$m\,b^{1/2}$ sur $e^{1/2}$	81°27′		
$^*m\,a^{1/2}$ adj.	137°33′	137°25′ Lx.	
$e^{1/2}\,b^{1/2}$	133° 3′		
$e^{1/2}\,a^{1/2}$	94° 3′		
$b^{1/2}\,a^{1/2}$	141° 0′	141° 8′ Lx.	
$b^{3/8}\,m$ ant.	75° 8′		
$t\,a^1$ sur c^1	69°40′	69°38′ Lx.	
$t\,i^{1/2}$ adj.	128°41′		
$t\,c^{1/2}$ adj.	95° 0′		
$t\,a^{1/2}$ adj.	134°18′	134° 9′ Lx	
$a^{1/2}\,c^{1/2}$ adj.	140°42′		
$t\,e^{1/2}$ sur p	86°52′		
$t\,a^{3/4}$ adj.	121°22′		
$^2g\,e^{1/2}$ adj.	139° 0′	138°45′ Lx.	
$^2g\,b^1$ sur $e^{1/2}$	100°20′		
$^2g\,c^{1/2}$ adj.	128° 8′		
$e^{1/2}\,b^1$ adj.	141°20′		
$^2g\,a^1$ adj.	106° 0′	106° 7′ Lx.	
$^2g\,b^{1/2}$ adj.	98°18′		
$^2g\,a^{3/4}$ adj.	111°30′		
$^2g\,a^{1/2}$ adj.	116°56′	116°40′	
$g^2\,b^{1/2}$ sur c^1	56°43′	56°40′ Lx.	
$i^{1/2}\,b^{1/2}$ sur c^1	95°12′		

Lx., sont mises en regard des mesures prises par Marignac sur les cristaux du col du Bonhomme (*in* Dx., *op. cit.* 318) ; par M. des Cloizeaux sur ceux de Modane (*id.*) ; par M. Sella (*R. Ac. Lincei*, IV. 454. 1888) sur ceux de Gebroulaz, par M. Franck (*B. Ac. de Belg.* XXI. 606. 1891) sur ceux de Revin, et par moi-même sur ceux de l'Oisans[1].

Faciès des cristaux. Les faces de la zone prismatique sont très striées parallèlement à l'axe vertical, a^1 ($\bar{1}01$) et $a^{3/4}$ ($\bar{4}03$) sont souvent arrondies ou striées parallèlement à leur intersection, $b^{1/2}$ ($1\bar{1}1$) ondulée.

Le faciès des cristaux d'albite est fort variable. Ils sont souvent aplatis suivant g^1 (010) et tantôt allongés suivant l'axe vertical, tantôt suivant l'arête $g^1\ a^1$ (010) ($\bar{1}01$) et très rarement suivant $p\,g^1$ (001) (010). Quelquefois (Oisans), les cristaux sont aplatis suivant une face de la zone perpendiculaire à g^1 et voisine de a^1 ($\bar{1}01$) ou allongés suivant $p\ a^1$ (001) ($\bar{1}01$) (péricline).

Dans les pegmatites, des cristaux de la forme $p\ a^{3/4}\ g^1$ (fig. 1) se réunissent parfois en grand nombre à axes imparfaitement parallèles, donnant des groupements en gerbes, en éventail qui rappellent un peu ceux de la prehnite.

Les cristaux d'albite sont généralement maclés suivant la loi de l'albite, qui, à l'œil nu, paraît souvent binaire ; l'examen microscopique laisse presque toujours voir des lamelles hémitropes dans ces cristaux en apparence simple. A l'île de Groix, j'ai cependant observé des cristaux ne présentant ni macles macroscopiques, ni macles microscopiques : ils ne possèdent que les faces g^1 (010) et t (110) dans la zone prismatique.

Les macles du Roc Tourné sont très caractéristiques de l'albite des calcaires.

L'albite se présente aussi en masses lamellaires ou grenues.

Clivages. Clivages : p (001) parfait, g^1 (010) parfois moins facile, m (110) imparfait. Clivage ou plan de séparation suivant $b^{1/2}$ ($1\bar{1}1$) (G. Rose). Cassure inégale ou conchoïdale. Fragile.

Dureté. 6 à 6,5.

Densité. 2,62 à 2,63; 2,623 col du Bonhomme; 2,624 Modane, Moun caou; 2,625 Oisans ; 2,628 Saint-Denis-la-Chevasse et Arnave.

Coloration et éclat. Incolore, blanche ; par altération ou par inclu-

1. Les petites différences existant entre les nombres calculés ci-dessus et ceux fournis par M. des Cloizeaux (*op. cit.*, 317) tiennent à de légères corrections que mon savant maître a bien voulu me communiquer.

sions, grise, jaune, rouge, verte, noire. Poussière incolore. Transparente ou translucide.

Inclusions. Les cristaux d'albite des calcaires métamorphiques des Pyrénées ont souvent, en cristallisant, absorbé d'une façon inégale la matière colorante de ces derniers : ils sont parfois d'un beau noir au milieu de calcaire blanc. J'ai rencontré, dans les calcaires triasiques de Modane, des cristaux d'albite, partiellement colorés en noir par des aiguilles enchevêtrées de rutile. L'albite des druses renferme souvent des inclusions de ripidolite semblables à celles qui ont été décrites dans l'adulaire (Pyrénées, Alpes, Corse), de l'asbeste (Pyrénées), etc.

Propriétés optiques. La surface S n_g perpendiculaire à la bissectrice aiguë *positive* tronque l'angle aigu pg^1 (001) (010) et fait avec p (001) un angle de 101° à 102°. L'angle d'extinction dans g^1 varie de + 20° à + 21° par rapport à la trace de g^1 (010).

Dans les sections perpendiculaires à la bissectrice aiguë, la dispersion ordinaire $\rho < v$ est forte d'un côté, faible de l'autre, avec *dispersion horizontale* très faible combinée à une forte *dispersion inclinée* (Dx. *B. S. M.* VI. 83. 1883). La chaleur ne modifie que légèrement l'écartement des axes optiques.

Les données suivantes ont été prises sur les gisements français :

	p S ng	2H	2V	extinct. sur p	extinct. sur g^1	S ng	Tn_p	
Modane.....	101° à 102°	»	»	+ 3° à 4°	+ 18°34′ à 20°46′	»	»	Fq.
id.	101°30′	»	77°	+ 3°30′	+ 19°30′	19°30′	74°	Dx.
Dauphiné.....	105°	84° à 87°	»	+ 3°52′	+ 20°	»	»	Dx.
Chamonix.....	99° ?	86° à 88°	»	»	»	»	»	Dx.
Le Bellière.....	»	»	»	+ 4°18′	+ 15°22′ à 40°	»	»	Fq.
Albepeyre.....	»	»	79°	»	»	15°30′	77°	Dx.
Crique Boulanger..	»	»	»	»	»	»	»	
Revin.....	»	»	»	+ 4°24′	+ 18°20′	»	»	Franck.

Les indices principaux de l'albite d'Arendal (Norwège) sont (Na) :

$\mathbf{n_g} = 1{,}540$ (M L et Lx) ;
$\mathbf{n_m} = 1{,}534$;
$\mathbf{n_p} = 1{,}532$;
$\mathbf{n_g} - \mathbf{n_p} = 0{,}009$. (mes. directe.)

Composition chimique.

a) Composition correspondant à la formule Na Al Si^3 O^8 ;

Analyses de l'albite : *b*) des druses du Dauphiné, par Brédif (*Procès-verbaux du laboratoire de l'École des Mines de Moûtiers* (Dufrénoy);

c) du glacier de Trelatête, par M. Brun (*Z. K.* VII. 389. 1882) ;

d) des pegmatites d'Albepierre, par M. Fouqué (*B. S. M.* XVII. 396. 1894) ;

e) de l'albite du calcaire du col du Bonhomme, par Marignac (*in* des Cloizeaux, *op. cit.*, I. 323);

f) de l'albite du calcaire du Roc Tourné, par M. Fouqué (*B. S. M.* XVII. 395. 1894).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)
SiO^2.....	68,7	67,99	68,57	67,9	67,66	68,2
Al^2O^3.....	19,5	19,61	19,67	19,4	20,40	19,0
Na^2O.....	11,8	11,12	11,90	10,9	10,81	13,5
K^2O.....	»	»	»	0,3	0,61	»
CaO.....	»	0,66	»	2,4	»	»
MgO... ...	»	»	»	»	0,07	»
	100,0	99,38	100,14	100,9	100,00	100,7
Densité	»	»	»	2,590 à 2,595	2,633	2,600

Essais pyrognostiques. Fusible au chalumeau en un verre incolore ou blanchâtre et colore la flamme en jaune. Inattaquable par les acides ordinaires.

Altérations. Comme l'orthose 1.

Diagnostic. Voir page 138.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'albite est un des feldspaths les plus abondants en cristaux nets. Elle est moins fréquente comme élément constitutif des roches, ou, plus exactement, on l'a rarement signalée dans de semblables conditions. Les progrès des études optiques et la connaissance plus approfondie des propriétés optiques des feldspaths conduira, selon toute vraisemblance, à la découverte de nombreux gisements nouveaux de ce minéral.

Je l'envisagerai successivement dans les conditions suivantes :

1° Dans les roches éruptives, comme élément normal ou secondaire[1];

2° Dans les schistes cristallins et les schistes métamorphiques, comme élément essentiel;

3° Dans les fissures de roches diverses (éruptives ou métamorphiques), comme produit secondaire formé par voie hydrothermale;

4° Dans les filons métallifères;

5° Dans les calcaires sédimentaires.

1° *Dans les roches éruptives, comme élément normal ou comme produit secondaire.*

a) *Dans les granulites et les pegmatites.*

L'albite est fréquente dans les granulites et les pegmatites, mais il n'est pas toujours aisé de savoir si elle y existe comme élément normal ou comme produit secondaire. C'est pourquoi je n'ai pu disjoindre ces

1. Voir à *analcime* pour les pseudomorphoses partielles de ce minéral en albite.

deux sortes d'origine. Dans beaucoup de granulites, et notamment dans les granulites stannifères, l'albite joue un rôle important comme élément normal ; elle est généralement aplatie suivant g^1 (010), et cet aplatissement, joint à l'orientation des cristaux, donne à la granulite, quand elle est pauvre en quartz, une sorte de structure phonolitique. Lorsqu'au contraire, il existe beaucoup de quartz, ce dernier joue, par rapport au feldspath, le rôle du pyroxène dans la structure ophitique. Les figures 2 et 3 de la page 63 du tome Ier montrent des lames minces de ces roches.

L'albite existe d'une façon presque constante en associations microperthitiques avec le microcline et l'orthose des pegmatites. Je ne signalerai pas de gisements de ce genre : il suffit de se reporter à tous ceux où ces minéraux ont été indiqués. Il est probable que dans beaucoup de ces derniers gisements l'albite est secondaire, car on la voit souvent gagner de proche en proche, épigénisant l'orthose ou le microcline et se terminant en cristaux distincts dans leurs fentes ou leurs cavités.

Les géodes que l'on rencontre dans les granulites et les pegmatites françaises contiennent quelquefois de l'albite en cristaux généralement peu nets et crêtés. Là encore on peut se demander si l'albite n'est pas secondaire, bien qu'en général elle paraisse être le résultat de fumerolles contemporaines de la formation de la roche et ayant déterminé la large cristallinité de tous ses minéraux.

Normandie. — *Calvados*. L'albite de La Bellière près Vire, étudiée par M. des Cloizeaux (*op. cit.*, 97), forme des cristaux imparfaits d'un blanc jaunâtre [m ($1\bar{1}0$), t (110), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$)] ; ils sont implantés sur les gros cristaux d'orthose d'une pegmatite.

Orne. L'albite géométriquement orientée sur les cristaux d'orthose est fréquente dans les druses de la granulite des carrières de Pont-Percé en Condé-sur-Sarthe près Alençon. M. Gaubert m'a remis des cristaux de ce minéral atteignant 3 centimètres ; ils sont formés par les faces g^1 (010), p (001), $a^{3/4}$ ($\bar{4}03$) également développées avec de très petites faces prismatiques (fig. 1), plus rarement les faces m sont très développées (fig. 1 *bis*). Ces cristaux sont constitués par l'accolement suivant g^1 d'un grand nombre de macles de l'albite aplaties suivant g^1, ils passent à des groupements crêtés. De jolis cristaux d'albite d'un blanc de lait, parfois jaunes, aplatis suivant g^1 (010) et allongés suivant l'axe vertical, se rencontrent dans le même gisement (M. de la Durandière). Ils rappellent le type I de l'Oisans ; presque toujours maclés suivant les

lois de l'albite et de Carlsbad, ils sont riches en faces : m, t, g^1, g^2, ^2g, a^1, $a^{1/2}$, $e^{1/2}$, $i^{1/2}$, $b^{1/2}$, $c^{1/2}$. Ils accompagnent le quartz enfumé, l'orthose (adulaire) et la muscovite en lames hexagonales.

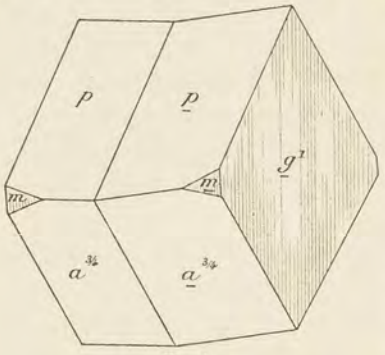


Fig. 1.
Albite de Pont-Percé et de la Vilate.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* La granulite de Barbin et d'Orvault renferme de l'albite comme élément constitutif qui s'isole parfois dans les géodes en petits cristaux. Dans ce gisement se trouve une granulite blanche à grains fins, riche en grenats rouges. L'albite est aplatie suivant g^1 (010) et orientée.

Vendée. M. Wallerant m'a remis une belle albite laminaire d'un blanc nacré, qu'il a recueillie à Saint-Denis-la-Chevasse, dans un filon de pegmatite traversant les éclogites.

Plateau Central. — *Ardèche.* M. Gonnard m'a communiqué un échantillon d'albite en cristaux crêtés indistincts provenant d'un filon dans les schistes cristallins des environs de Saint-Félicien (fig. 1).

Haute-Vienne. L'albite est très abondante dans les pegmatites de la région de Chanteloube et de Saint-Yriex, où elle forme souvent des masses importantes entourant l'orthose ; elle y est recherchée pour l'industrie de la porcelaine ; elle sert plus particulièrement à la fabrication des boutons.

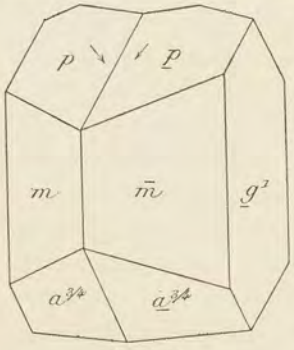


Fig. 1 *bis.*
Albite de Pont-Percé.

Elle se kaolinise à la façon de l'orthose.

Dans les pagmatites de La Vilate (voir page 81), M. des Cloizeaux a recueilli des cristaux d'albite d'un blanc jaunâtre constituant des groupes crêtés [p (001), g^1 (010), $a^{3/4}$ ($\bar{4}03$) (fig. 1)]. Ces cristaux atteignent plusieurs centimètres.

J'ai signalé (tome I, page 63, fig. 2 et 3) l'abondance de l'albite, comme produit primaire, des granulites à lépidolite, cassitérite et topaze de La Chèze près Ambazac. L'albite, aplatie suivant g^1 (010), est moulée par de la cassitérite, et la topaze par de l'orthose et enfin par de la lépidolite.

Creuse. Les granulites à cassitérite des mines de Montebras en Soumans contiennent de l'albite, comme élément normal.

Rhône. M. Gonnard a trouvé, dans la pegmatite des carrières d'Irigny près Lyon, un feldspath triclinique altéré en masses roses qui, d'après l'analyse suivante de M. Damour, est une albite : densité, 2,60.

SiO^2	67,26
Al^2O^3	21,58
Na^2O	9,51
K^2O	1,27
CaO	0,88
	100,50

Alpes. — *Massif du mont Blanc.* — *Haute-Savoie.* L'albite se rencontre en petites plages blanches dans la granulite à béryl bleu de Charmoz (voir p. 20) ; elle a été étudiée par M. des Cloizeaux (*op. cit.*, 99) et paraît constituer un élément normal de cette roche.

Isère. Les granulites à albite abondent dans l'Oisans : les minéraux qui tapissent leurs fentes ont été étudiés à diverses reprises dans cet ouvrage : il en est de même de celles du glacier de la Meije près La Grave (*Hautes-Alpes*), voir page 149. M. Michel-Lévy m'a signalé un granite à amphibole, dont le feldspath est constitué par de l'albite d'un blanc de lait : il est riche en sphène et constitue un galet recueilli par M. Kilian au Ratz-Bernin.

Corse. — Les granulites à riebeckite de Corse (voir tome I, page 695) renferment parfois de l'albite associée à l'anorthose.

Guyane. — La même observation peut être faite au sujet de masses laminaires blanches d'albite provenant d'une pegmatite à biotite et microcline de la crique Boulanger (Dx., *op. cit.*, 118).

b) *Dans les microgranulites.*

Ardennes. — Le célèbre porphyroïde de la forge de Mairus près Deville (*Ardennes*) renferme, à côté de gros cristaux rosés de microcline et d'anorthose, des cristaux blancs plus petits d'albite ne dépassant guère 1^{cm} de plus grande dimension. Je n'en ai eu que peu à ma disposition, mais ils paraissent fort intéressants. Ils sont blancs et opaques à cause de la grande quantité de produits secondaires micacés qu'ils renferment. Ils se rapportent aux trois types suivants :

Type I. Cristaux simples aplatis suivant p (001) et allongés suivant

$p\,g^1$ (001) (010) ; les formes sont : p (001), m (1$\bar{1}$0), t (110), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01).

Type II. *a*) Cristaux de la forme précédente, mais maclés suivant la loi de Carlsbad ; *b*) Cristaux présentant les mêmes formes, avec souvent en plus $e^{1/2}$ (0$\bar{2}$1), $i^{1/2}$ (021), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}$1), $c^{1/2}$ (1$\bar{1}$1) et maclés suivant la loi de Carlsbad avec allongement suivant l'axe vertical (fig. 3, page 181). Ces cristaux ressemblent beaucoup plus par le développement à l'orthose qu'à l'albite.

Ce feldspath est depuis longtemps cité comme *andésine*. M. Klement en a donné (*Bull. Mus. hist. natur. Belgique*, V. 168. 1888) l'analyse suivante :

SiO^2.....	60,39
Al^2O^3....	22,42
CaO.....	5,39
Na^2O....	7,73
K^2O.....	0,52
Fe^2O^3....	2,24
MgO....	0,15
H^2O.....	1,24
	100,00

L'examen microscopique montre que ces cristaux sont criblés d'inclusions de calcite, de muscovite et d'épidote. On s'explique dès lors facilement que l'analyse en bloc de tels cristaux ne représente pas la composition du minéral lui-même.

L'étude des propriétés optiques de ces cristaux ne laisse aucun doute sur leur véritable nature.

M. Michel-Lévy m'a signalé l'existence de l'albite dans un autre porphyroïde de la vallée de la Meuse (gisement n° 7 de M. Gosselet à 800 mètres au nord de La Petite-Commune (*L'Ardenne*, p. 87. 1888). L'albite paraît abondante dans les roches similaires de l'Ardenne : elle se trouve aussi dans leurs fentes (voir page 157).

c) *Dans les syénites et les syénites néphéliniques.*

Les syénites, et particulièrement les syénites néphéliniques (Pouzac), renferment de l'albite seule ou associée à l'anorthose en microperthite. Aucun gisement français ne se recommande spécialement à cet égard. Cette albite est en partie d'origine secondaire.

d) *Dans les diabases, les gabbros, les kersantites.*

α) Comme élément normal.

Corse. — M. Nentien a bien voulu me communiquer des masses laminaires d'albite ayant plus de 5 cm de côté, qu'il a recueillies près du cap Corse, dans des filons minces (20 à 50 cm d'épaisseur), remarquablement réguliers, qui traversent la serpentine du Monte Grosso (près du sémaphore). D'après ce géologue, le feldspath est accompagné de diallage, de magnétite, de sphène, etc. : la roche est donc un gabbro albitique. Il faut voir sans doute dans cette curieuse roche l'équivalent des filons d'oligoclase-albite décrits plus loin, filons que j'ai observés dans de semblables conditions au milieu de la lherzolite du Tuc d'Ess (*Haute-Garonne*).

Alpes. — *Haute-Savoie.* M. Michel-Lévy a aussi trouvé de l'albite comme élément essentiel d'une sorte de kersantite très feldspathique du Farquet en Chablais.

β) Comme produit secondaire.

Alpes. — Corse. — L'albite n'est pas rare comme produit secondaire *microscopique* résultant de la saussuritisation des feldspaths tricliniques basiques (voir p. 46). C'est sous cette forme qu'on la rencontre abondamment dans les gabbros (euphotides) des Alpes et de la Corse.

Plateau Central. — *Aveyron.* L'albite et le grenat se trouvent aussi dans la norite d'Arvieu comme produit de transformation du labrador (voir tome I, page 557).

L'albite existe aussi parfois dans les roches basiques, comme produit secondaire *macroscopique* formé par altération sur place (*périmorphose*) des feldspaths que ces roches contiennent ; à ce point de vue, je citerai le gisement suivant.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Je dois à l'obligeance de M. de Limur des cristaux nets d'albite formés dans la diabase amphibolique de la butte d'Ogeu. Dans les cavités miarolitiques de cette roche, on voit, sur le labrador ancien trouble, apparaître des cristaux limpides et transparents d'albite, géométriquement orientés sur lui. C'est un cas très net de groupement par périmorphose. Les petits cristaux d'albite présentent les formes communes avec les macles de Carlsbad fréquentes et aplatissement suivant g^1 (010).

C'est peut-être par une formation sur place qu'il y a lieu d'expliquer la production d'albite dans une ophite du col d'Ayré, dans la vallée d'Ossau, à moins que cette albite ne soit un produit drusique à reporter page 154. L'unique échantillon que j'aie examiné se trouve dans la collection du Muséum; il est formé par une masse miarolitique constituée par l'enchevêtrement de cristaux aplatis suivant g^1 (010). Je n'ai pas visité moi-même ce gisement.

e) *Dans les roches microlitiques.*

Bretagne. — *Mayenne*. M. Michel-Lévy a découvert des roches microlitiques à albite (*albitites*), en étudiant des échantillons d'une roche filonienne du Begon près Entramnes (*Mayenne*), que lui avait soumise M. Œhlert. Cette roche est noire, compacte, et ne montre à l'œil nu que des cristaux vitreux de feldspaths ayant quelques millimètres de longueur. Au microscope, on constate que l'albite existe en phénocristaux et en microlites, accompagnés par quelques microlites d'orthose et par des éponges de quartz : il existe, en outre, de la chlorite, de la magnétite, de l'oligiste, etc. (*C. R.* 1895).

Dans un filon voisin, les phénocristaux sont formés par une microperthite d'albite et d'anorthose.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. J'ai indiqué page 5 l'abondance de l'albite comme produit secondaire formé aux dépens de la leucite et remplissant les cavités des leucotéphrites carbonifères des environs de Clermain.

2° *Dans les schistes cristallins et les schistes métamorphiques, comme élément essentiel.*

L'observation faite plus haut au sujet du granite peut s'appliquer aux schistes cristallins et aux schistes paléozoïques transformés par métamorphisme général. L'albite accompagne souvent l'orthose des gneiss à la façon de celle des granites; elle entre probablement dans la composition de beaucoup d'entre eux.

Dans les Alpes et en Corse, l'albite est notamment abondante, en grands cristaux globuleux, comme élément récent des schistes paléozoïques et peut-être même plus récents (schistes phylliteux du massif de La Vanoise (Termier, *B. C. F.* n° 20. 1891) et du point 1514 au N. du Bourget, près Modane, etc., et en Corse, schistes verts de Canari (cap Corse), etc.) [échantillons communiqués par M. Nentien]. Cette albite est très fraîche; elle est souvent non maclée ou maclée seulement

suivant la loi de Carlsbad. Elle est parfois extrêmement riche en fines aiguilles de rutile tout à fait analogues à celles qui seront signalées dans l'albite de Modane ; elle renferme souvent des inclusions charbonneuses, des inclusions liquides et gazeuses, de l'actinote, de l'épidote : elle est fréquemment moulée par des chlorites. Il est intéressant de remarquer que l'origine de cette albite est, dans beaucoup de cas, à rapprocher de celle qui a été citée plus haut dans les gabbros saussuritisés. Beaucoup des schistes dont il vient d'être question semblent être en effet des gabbros transformés et laminés.

3° *Dans les fissures de roches diverses (éruptives ou métamorphiques).*

Les cristaux de cette catégorie de gisements sont, en France, généralement fort beaux ; ils présentent des aspects très variés ; on y distingue tous les types établis plus haut, sauf la péricline et ceux qui présentent la macle du Roc Tourné. Les cristaux sont souvent accolés suivant un plan perpendiculaire à g^1 faisant partie de la zone verticale, de telle sorte qu'ils présentent quelque ressemblance avec cette dernière macle, mais il est aisé de s'assurer qu'il y a là un simple accolement sans retournement.

L'albite, dans ce genre de gisement, est souvent associée à l'*adulaire*, à l'*asbeste*, à l'*épidote*, au *quartz*, à la *calcite*, à l'*axinite*, à l'*anatase*, à la *brookite*, à la *turnerite*, etc ; elle est fréquemment pénétrée de *ripidolite*.

La région la plus typique à cet égard étant le Dauphiné, je l'étudierai tout d'abord pour éviter les répétitions.

Alpes. — *Isère.* L'albite est, en effet, très abondante dans le Dauphiné surtout aux environs du Bourg-d'Oisans. Ce sont ces gisements qui fournissent la plupart des échantillons d'albite renfermés dans les collections et indiqués comme provenant des Alpes.

Ils peuvent être divisés en deux catégories, d'après la nature des roches traversées par les fissures que tapissent les cristaux ; chacune d'elles renferme des minéraux spéciaux.

La première est constituée par tous les gisements énumérés, tome I, au sujet de l'axinite ; ils se trouvent sur la rive droite de la Romanche, à l'extrémité sud du massif des Grandes-Rousses, dans la zone de micaschistes (entre le Bourg-d'Oisans et La Balme d'Auris) et de schistes

précambriens granulitisés (entre La Balme d'Auris et Le Freney d'Oisans) qui supportent les assises liasiques d'Auris. Ils se trouvent aussi sur la rive gauche de la Romanche et au sud de cette rivière, entre le pont Saint-Guillerme et Le Freney. Les gisements les plus riches sont : le rocher d'Armentières, qui a fourni les beaux cristaux d'axinite représentés par la fig. 32 de la page 298 du tome Ier [l'albite de ce gisement en cristaux jaunâtres atteignant 2[cm] ne se trouve guère que dans les vieilles collections], La Balme d'Auris, Le Freney (sur schiste amphibolique).

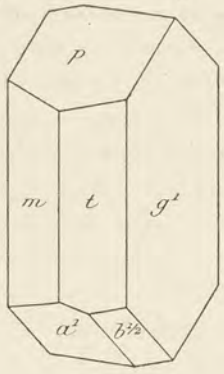


Fig. 2.
Albite de l'Oisans.
(Type I)

L'albite est fréquemment associée à l'axinite, à du quartz, de l'orthose, de l'épidote ; elle est assez souvent chloritée.

La seconde catégorie de gisements se trouve au sud de la première ; elle est limitée au nord par la Romanche, à l'ouest par la vallée du Vénéon.

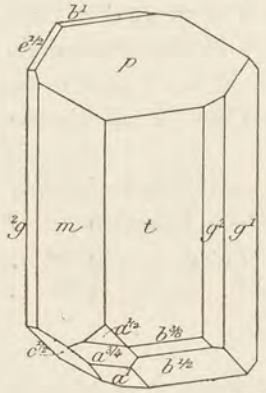


Fig. 3 et 4.
Albite de l'Oisans (Type I).

L'albite s'y rencontre, le plus souvent, dans les fentes d'une granulite à grains fins ; elle y est associée à du quartz, de l'adulaire, du sphène, de l'anatase, de l'ilménite (chrichtonite), plus rarement de la brookite et de la turnerite.

Les cristaux que j'ai eus entre les mains sont rarement chlorités, moins gros, mais plus limpides, que ceux des gisements de la précédente catégorie. Les gisements les plus riches se trouvent aux environs de Saint-Christophe-en-Oisans (à la montagne des Puys notamment).

Dans cette région, l'albite se trouve plus rarement dans les fissures des schistes amphiboliques (combe de La Selle), avec adulaire, prehnite, épidote, quartz, etc.

Les cristaux d'albite du Dauphiné présentent une grande variété d'aspect, bien qu'en réalité ils n'aient qu'un nombre limité de formes :

p (001), g^1 (010), m (1$\bar{1}$0), t (110), ^2g ($\bar{1}$30), g^2 (130), a^1 ($\bar{1}$01), $a^{3/4}$ ($\bar{4}$03), $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01), $b^{3/8}$ ($\bar{4}\bar{4}$3), b^1 ($\bar{1}\bar{1}$2), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}$1), $c^{1/2}$ (1$\bar{1}$1). Dans la plupart des cristaux, la macle de l'albite est macroscopique, bien que l'on rencontre aussi des cristaux en apparence simples. Le plus grand nombre de ceux-ci cependant sont maclés suivant la loi de l'albite; mais l'un des individus de cette macle a, en quelque sorte, avorté, tandis que l'autre a pris un très large développement.

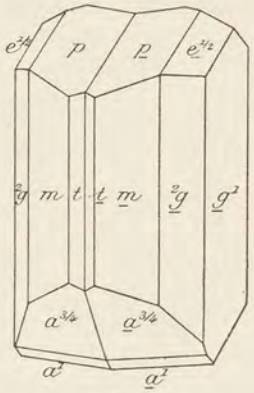


Fig. 5.

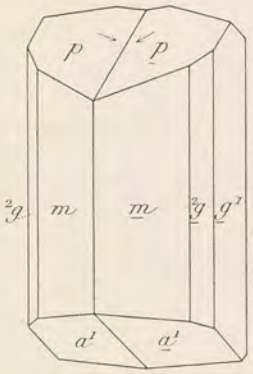


Fig. 6.

Albite de l'Oisans. Macle de l'albite.

Les cristaux simples ou maclés présentent les variétés suivantes de développement.

Type I. Cristaux allongés suivant l'axe vertical (fig. 3 et 4) et le plus souvent aplatis parallèlement à g^1 (010) (fig. 2). Ils sont souvent maclés suivant les lois de l'albite (fig. 5 et 6) ou de Carlsbad (fig. 7). La coexistence de ces deux macles (fig. 8) est extrêmement fréquente dans les cristaux atteignant 1^{cm}5, qui, dans la région de Saint-Christophe, accompagnent le quartz hyalin, les rhomboèdres p (1011) de calcite, l'anatase, la brookite, etc. Les faces b^1 ($\bar{1}\bar{1}$2) sont généralement petites, les faces $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}$1) larges. Les figures 2 à 8, empruntées à l'*Atlas der Krystallformen* de M. Schrauf, représentent les cas signalés par cet auteur. Dans les cristaux que j'ai étudiés, l'aplatissement est généralement plus marqué que dans ces figures, surtout quand les cristaux présentent les deux macles de Carlsbad et de l'albite. Les faces de la

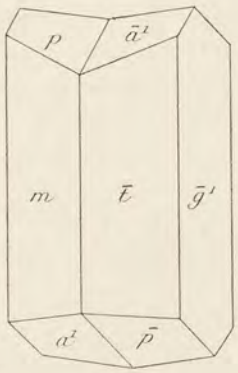


Fig. 7.

Albite de l'Oisans.
Macle de Carlsbad.

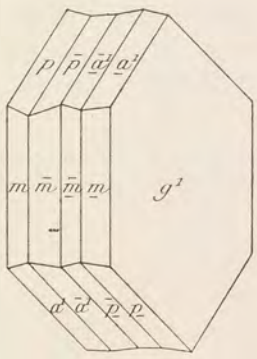


Fig. 8.

Albite de l'Oisans.
Macles de l'albite et de Carlsbad.

zone verticale sont très striées et ne donnent pas de mesures précises.

Type II. Cristaux allongés suivant l'arête $g^1\,b^{1/2}$ (010) ($\bar{1}\bar{1}1$) et souvent aplatis suivant g^1. Ils ne diffèrent du type précédent que par la direc-

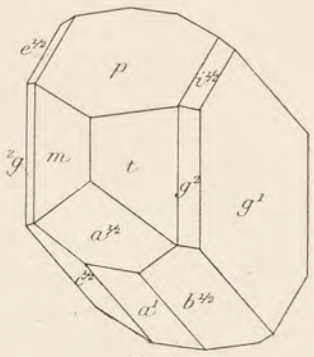


Fig. 9.
Albite de l'Oisans (Type II).

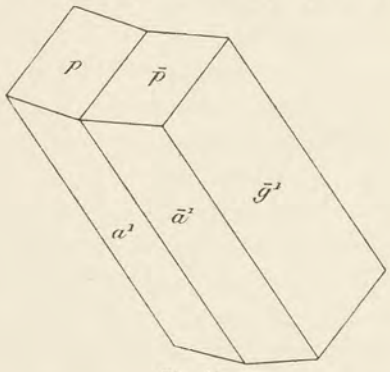


Fig. 10.
Albite du Freney (Type II, passage au type III).

tion de l'allongement et le développement très grand des faces de la zone $p\,b^{1/2}$. Ces cristaux sont simples ou maclés suivant la loi de l'albite; les macles de Carlsbad y sont fréquentes (Armentières, Le Freney). La fig. 10 représente la forme de petits cristaux d'albite à face brillante, en partie chlorités, provenant d'Armentières; ils ne présentent que les faces p, g^1 et a^1 : ils sont intermédiaires entre le type II et le type III.

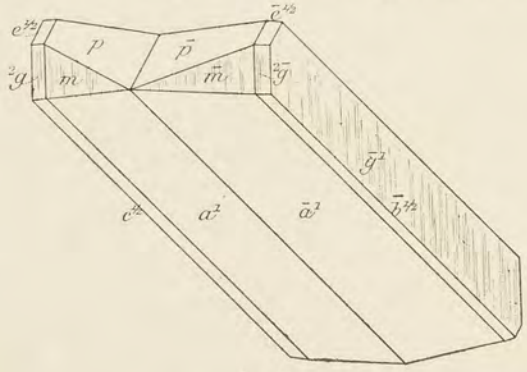


Fig. 11.
Albite de l'Oisans (Type III).

Type III. Les cristaux de ce type sont très aplatis suivant a^1 ($\bar{1}01$) et allongés suivant l'arête $g^1\,b^{1/2}$. Tandis que, dans les cristaux précédents, les faces $b^{1/2}$ étaient très larges et les faces a^1 ($\bar{1}01$) réduites ou absentes, dans les cristaux de ce type, au contraire, a^1 ($\bar{1}01$) est très développée et $b^{1/2}$ très réduite (fig. 11). Dans cette forme, qui est assez fréquente, les macles de Carlsbad sont fort rares.

Type IV. Cristaux aplatis suivant g^1 (010) avec p (001) et $b^{1/2}$ également développées; les cristaux observés sur g^1 ont la forme de

losanges aigus ; a^1 ($\bar{1}01$) est généralement réduite à une fine facette. J'ai cependant trouvé de gros cristaux chlorités ne présentant que les formes g^1 (100), p (001) et a^1 ($\bar{1}01$) : ils ne diffèrent de la fig. 10 que par un grand aplatissement suivant g^1 (100) et l'égalité de développement des faces p et a^1. Les cristaux du type IV, analogues au type de Schmirn, sont relativement rares dans l'Oisans : ils présentent presque toujours la macle de Carlsbad ; ils sont souvent formés par le groupement à axes parallèles de plusieurs individus (fig 12).

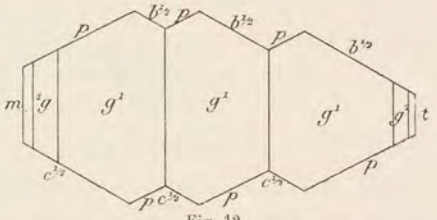


Fig. 12.
Cristaux d'albite accolés suivant le plan de la zone verticale perpendiculaire à g^1 (010) (Type II).

Dans un échantillon du Freney, j'ai observé une macle de Carlsbad ayant pour faces d'association, non pas g^1 (010), mais une face de la zone verticale perpendiculaire à g^1 (fig. 13).

Ces différences de formes sont intéressantes, mais il n'est possible d'en tirer aucune conclusion, car elles coexistent souvent dans la même géode et on trouve entre elles de fréquents passages.

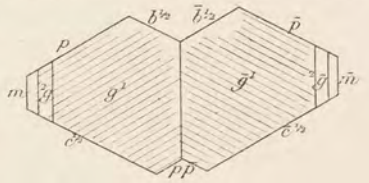


Fig. 13.
Macle de Carlsbad avec accolement suivant la face de la zone verticale perpendiculaire à g^1 (010) (Le Freney).

Hautes-Alpes. Le glacier de La Meije près de La Grave fournit, depuis quelque temps, des cristaux d'anatase, de brookite, de turnerite que j'ai récemment décrits (*C. R.* CXXII. 1429. 1896). Ils tapissent les fentes de filonnets d'albite qui traversent les schistes cristallins. Les cristaux d'albite sont petits, peu nets, et présentent les mêmes formes que ceux de l'Oisans (types I et II dominants). Les cristaux non maclés ne sont pas rares. Les nombreux échantillons que j'ai étudiés m'ont été communiqués par M. Laurent.

Les fentes des chloritoschistes de la cascade de Fréaux sont tapissées de très petits cristaux d'albite accompagnés de cristaux transparents d'anatase jaune d'or.

Haute-Savoie. — Massif du mont Blanc. On a vu plus haut, aux articles *axinite*, *épidote*, *prehnite*, etc., l'analogie que présentent les minéraux formés dans les druses de la protogine et des schistes cristallins du massif du mont Blanc et du Dauphiné ; elle se retrouve dans les cristaux d'albite. Ce minéral y est abondant, présente les mêmes

associations et les mêmes formes que dans le Dauphiné : ses cristaux sont fréquemment couverts et imprégnés de ripidolite.

On peut citer, comme plus particulièrement intéressants au point de vue de l'albite, les gisements suivants : le glacier de Trelatête (Brun : *Z. f. K.* VII. 389. 1882), les Courtes (dans protogine), l'aiguille de Miage (dans micaschistes granulitisés), le dôme du Goûter, etc.

Bretagne. — *Morbihan*. M. de Limur a signalé l'albite (*op. cit.*, 62) en petits cristaux nets dans les fentes des micaschistes de Belle-Isle-en-Mer.

Le même minéralogiste m'a donné un intéressant échantillon de ripidolite écailleuse recueilli dans les fentes des micaschistes de la pointe d'Enfer à l'île de Groix. Cette chlorite renferme des octaèdres de magnétite et des cristaux d'albite, sans aucune macle apparente ni microscopique, ayant environ 1^{cm} de plus grande dimension. Ils sont remarquables par leur forme dyssymétrique : ce sont, en effet, de petits parallélipipèdes à faces losangiques (fig. 14) uniquement constitués par g^1 (100), t (110), a^1 ($\bar{1}01$). Ces cristaux ont un éclat vitreux; ils sont fendillés et très fragiles, aussi, quand on veut les isoler de leur gangue chloriteuse, fait-on apparaître des clivages p (001) (fig. 15) qui permettent aisément de les orienter. Ces cristaux présentent une grande analogie avec ceux du même minéral provenant de Schneeberg (Tyrol) et décrits par M. J. Rumpf (*Tschermak, Mittheil.* 1874, 97). Les propriétés optiques sont celles de l'albite normale. Le même minéral se trouve dans les fentes des micaschistes de l'île de Groix en masses lamellaires ou en petits cristaux analogues à ceux de l'Oisans.

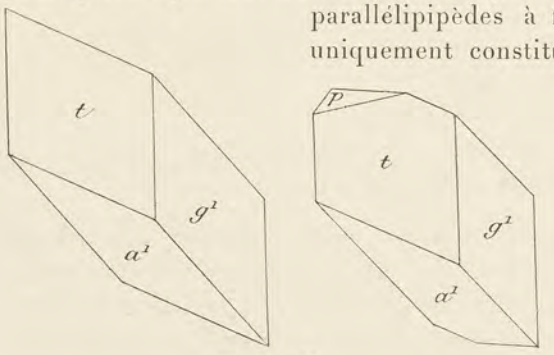


Fig. 14 et 15.
Albite de la pointe d'Enfer (Groix).

Pyrénées. — Dans les Pyrénées, l'albite est tout à fait identique comme formes à celle du Dauphiné; elle se présente généralement avec les mêmes associations.

Basses-Pyrénées. J'ai recueilli, dans les déblais du tunnel de Cambo (fissures du gneiss), de petits cristaux d'albite limpides du type I (fig. 2, 6, 8).

Hautes-Pyrénées. Les fentes des schistes paléozoïques métamorphisés par le granite de la Piquette déras lids ont fourni autrefois de magnifiques spécimens d'albite. Des échantillons de plusieurs décimètres carrés couverts de cristaux de ce feldspath en ont été extraits. Ils sont rarement incolores et limpides, le plus souvent ils sont d'un blanc laiteux, généralement serrés les uns contre les autres, et présentent souvent plus de 1^{cm} de plus grande dimension ; ils sont presque toujours associés à de l'asbeste, parfois à du quartz hyalin, de l'épidote, de l'axinite, de la calcite, etc.

Ils présentent les formes m $(1\bar{1}0)$, t (110), g^1 (010), ^2g $(1\bar{3}0)$, g^2 (130), a^1 $(\bar{1}01)$, quelquefois $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$ très réduite, b^1 $(\bar{1}\bar{1}2)$ petite, $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$, $c^{1/2}$ $(1\bar{1}1)$, $e^{1/2}$ $(0\bar{2}1)$ et $i^{1/2}$ (021) petites. Ils sont aplatis suivant g^1 (010) et correspondent aux types I et IV du Dauphiné. Les types II (fig 16) et III existent aussi, mais ils sont moins abondants que dans les Alpes ; les macles suivant la loi de Carlsbad sont très fréquentes.

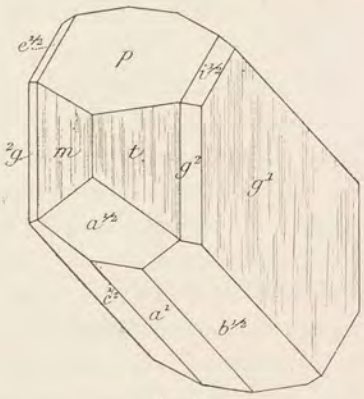


Fig. 16.
Albite de la Piquette déras lids (Type II).

La caractéristique des cristaux de ce gisement consiste dans les groupements à axes parallèles d'un grand nombre d'individus. Ils ont lieu par empilement (avec pénétration) suivant l'axe vertical ou l'axe a. Ils donnent naissance à des groupements crêtés parfois très confus et imprégnés d'asbeste. Souvent aussi, les cristaux portent sur leurs faces g^1 (010) des prolongements lamellaires, constitués par un grand nombre de petits cristaux très aplatis et orientés comme le cristal auquel ils servent d'enveloppe. Ces lamelles n'ont pas de faces nettes, mais, quand on les fait miroiter devant une vive lumière, on obtient des réflexions régulières correspondant aux faces principales du grand cristal central. Parfois la régularité est plus grande et l'on peut constater que les lamelles extérieures présentent des formes nettes p (001), m (110), a^1 $(\bar{1}01)$, et qu'elles sont constituées par de l'adulaire (fig. 50, page 111).

Des cristaux d'albite analogues à ceux qui viennent d'être décrits se trouvent dans les mêmes conditions aux pics de Montfaucon et d'Arbizon, ainsi qu'au quartier de montagne Lamassoye entre les pics d'Arbizon

et d'Espade (Charpentier, *op. cit.*, 272[1]), dans les fentes des schistes métamorphisés par le granite, enfin dans les fentes des schistes granulitisés du massif du pic du Midi de Bigorre (région du lac Bleu).

Ariège. J'ai recueilli dans l'Ariège de jolis cristaux transparents d'albite du type I, mais avec allongement suivant l'axe vertical et aplatissement très prononcé parallèlement à g^1 (010). Ils se trouvent dans les fentes des schistes métamorphisés par le granite à la descente du port de Paillères vers Mijanès, sur le bord du chemin qui traverse le bois près du roc d'Encledous, si riche en gros cristaux de grenat (tome I, p. 224). Les échantillons d'albite se rencontrent dans les mêmes éboulis; ils sont quelquefois associés à de l'épidote. L'albite est plus rare avec les mêmes formes, au milieu des roches de contact du granite, au roc Blanc et au pic de Ginevra (sud-ouest de Quérigut).

Vosges. — [*Alsace*]. Delesse a signalé, dans les fentes du gabbro (euphotide) d'Odern, des cristaux d'albite associés à de l'axinite, de l'épidote, de la calcite, du quartz.

Corse. — L'albite, seule ou associée au quartz, forme de nombreux filonnets dans les schistes sériciteux et amphiboliques du N.-E. de la Corse. Ces filonnets, larges de quelques millimètres à 20^{cm} au plus, coupent les strates ou sont interstratifiés au milieu d'elles, suivant alors toutes leurs ondulations. Ils présentent parfois des géodes dans lesquelles s'observent des cristaux nets de quartz et d'albite, souvent couverts de ripidolite. Je dois ces renseignements à l'obligeance de M. Nentien, qui m'a également fourni des échantillons provenant des localités suivantes, particulièrement intéressantes à ce point de vue : mine de Lancone, gorges de Bevines près Bastia (filonnets à l'entrée du travers-banc principal); le minéral exploité est de la chalcopyrite imprégnant des schistes amphiboliques. Les cristaux de ce gisement atteignent 2 à 3^{cm} de longueur et forment de beaux échantillons de collection; ils sont souvent accompagnés de cristaux d'épidote. L'albite existe aussi sur la route de Vivario à Vezzani, en filonnets dans les schistes amphiboliques, au sud de la mine d'Ersa (cap Corse), et en d'autres endroits du cap Corse.

Je dois à M. Antoine quelques bons cristaux d'albite qu'il a recueillis près du couvent des moines de Saint-Antoine à environ 600 mètres de la ville de Bastia. Ils sont implantés sur des masses laminaires blanches

1. Le même auteur signale aussi le pic d'Ise. (Voir la note de la page 231 du tome I.)

du même minéral. J'ai observé sur ces cristaux les types I, II et III de l'Oisans. Les formes représentées par les figures 2 et 4 se groupent souvent en grand nombre à axes parallèles. Il n'est pas rare de trouver des cristaux de la figure 2, maclés suivant la loi de l'albite, dans lesquels $b^{1/2}$ est très développée et p (001) réduite à de petites facettes. Au couvent Saint-Antoine, les fissures de la roche sont parfois remplies par de la ripidolite englobant des cristaux trapus d'albite maclés suivant la loi de l'albite et présentant les formes : $p, m, g^1, g^2, {}^2g, a^1$, etc., ou des cristaux aplatis suivant g^1 (010), allongés suivant l'axe vertical et maclés suivant la loi de Carlsbad. Ils atteignent 3 centimètres. Ces cristaux sont comparables comme genre de gisement à ceux de l'île de Groix cités plus haut.

Ardennes. — Les fentes du porphyroïde de Revin ont fourni des cristaux d'albite de 2 à 3^{mm}, simples ou maclés suivant les lois de l'albite et de Carlsbad : ils sont aplatis suivant g^1 (010) et ont les faces p (001) très développées avec en outre g^2 (130), ${}^2g$ ($1\bar{3}0$), m ($1\bar{1}0$), t (110), a^1 ($\bar{1}01$), $e^{1/2}$ ($0\bar{2}1$) ; $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $a^{3/4}$ ($\bar{4}03$) et b^1 ($1\bar{1}2$) sont moins développées (Franck., *Bull. Ac. Sc. Belg.* XXI. 603. 1891).

4° *Dans les filons métallifères.*

Ce genre de gisement se rattache d'une façon intime au suivant, car, comme lui, il est dû à des circulations thermales ; je l'ai étudié à part cependant, parce que l'albite y est associée à quelques minéraux spéciaux.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Je dois à l'obligeance de M. Braly d'intéressants échantillons recueillis dans le filon de blende qui, à Anglas près des Eaux-Bonnes, traverse les assises dévoniennes. L'exploitation est aujourd'hui interrompue.

L'un de ces échantillons renferme en grande quantité des cristaux blancs d'albite ayant environ 5^{mm} de plus grande dimension dans leur face d'aplatissement g^1 (010) ; ils ont la forme de lames losangiques (type IV de l'Oisans) p (001), g^1 (010), m ($1\bar{1}0$), t (110), g^2 (130), ${}^2g$ ($1\bar{3}0$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$), a^1 ($\bar{1}01$) ; ils sont maclés suivant les lois de l'albite et de Carlsbad et associés dans une géode à de gros cristaux de blende noire, à du quartz hyalin, de la chlorite, de l'harmotome, etc. Beaucoup de ces cristaux offrent sur g^1 (010) une gouttière semblable à celles de la fig. 12 (page 153). Ces cristaux sont à comparer, comme forme et mode de gisement, à la *zygadite* d'Andreasberg (Hartz).

Ariège. Durocher a signalé (*A. M.* VI. 82. 1844) des cristaux

d'albite accompagnés de calcite, sidérose, oligiste et pyrite, à l'entrée de la mine de fer de Rancié près Vicdessos. Je n'ai pu les retrouver.

Alpes. — *Savoie*. Les plus beaux cristaux d'albite qui aient été trouvés en France proviennent des mines de galène de Pesey près Moûtiers en Tarentaise. Le filon situé entre le trias et le permien n'est malheureusement plus exploité depuis de longues années. L'albite, en grands cristaux, est limpide et associée à du quartz hyalin, à des rhomboèdres de dolomie. Les cristaux de ce gisement offrent une grande analogie avec ceux de Schmirn. Ils ont la forme du type IV de l'Oisans, mais sont toujours un peu allongés suivant l'axe vertical; parfois l'arête $p\,b^{1/2}$ est plus longue que l'arête $p\,g^1$. Tous les cristaux que j'ai observés présentent la double macle de l'albite et de Carlsbad. Leurs formes sont p (001), g^1 (010), m (1$\bar{1}$0), t (110), ^2g (1$\bar{3}$0), g^2 (130), a^1 ($\bar{1}$01), $e^{1/2}$ (0$\bar{2}$1), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}$1) et souvent $c^{1/2}$ (1$\bar{1}$1), $i^{1/2}$ (021). Les groupements à axes parallèles sont très fréquents (fig. 12).

5° *Dans les roches sédimentaires et en particulier dans les calcaires.*

a) *Comme produit de métamorphisme formé au contact des diabases (ophites) et de la lherzolite.*

Bretagne — L'albite a été signalée à l'état microscopique dans les grès et schistes sédimentaires de contact des diabases (adinoles, spilosites) : elle est le plus souvent assez mal individualisée pour que l'analyse chimique soit nécessaire pour établir sa présence (roches siluriennes métamorphisées par les diabases du Menez-Hom, massif séparant la presqu'île de Crozon du reste du Finistère (Barrois : *B. C. F.* n° 7. 41. 1889)).

Pyrénées. — Dans les contacts des ophites et de la lherzolite pyrénéennes, au contraire, l'albite est parfaitement cristallisée, toujours en cristaux distincts, remarquables par la netteté et la constance de leur forme. Elle constitue l'un des minéraux caractéristiques de ces contacts, et particulièrement de ceux des ophites. Dans ces derniers, elle est souvent associée au dipyre, à la leuchtenbergite, au quartz. Ses cristaux dépassent rarement 1^{cm} 5 de plus grande dimension; plus rarement encore ils sont microsco-

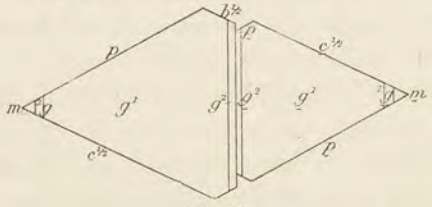


Fig. 17.

Silhouette de la face g^1 (010) de l'un des groupes d'individus de la macle de Carlsbad : il est formé par deux cristaux maclés entre eux suivant la loi du Roc Tourné (Pouzac).

piques : leur taille moyenne est de 5^{mm} environ. Ils présentent toujours les mêmes formes ; ils sont aplatis suivant g^1, avec les macles de l'albite, de Carlsbad et du Roc Tourné ; ils correspondent au type II établi plus loin pour les cristaux de Modane ; leur forme de losanges aigus d'environ 52° leur est donnée par la prédominance des faces p (001), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$) et $c^{1/2}$ ($1\bar{1}1$) (fig. 17). La face g^1 (010) présente une gouttière fermée par les faces g^2, $\overline{g}^2$. Ces cristaux sont généralement incolores dans les calcaires blancs ; ils fixent le pigment coloré dans les calcaires noirs ; plus rarement, ils sont noirs dans des calcaires parfaitement blancs, dont ils ont absorbé toute la matière colorante originelle.

J'ai décrit en détail tous les gisements qui suivent, dans mon mémoire sur les phénomènes de contact de la lherzolite et des ophites (*B. C. F.* n° 42. 1895).

Basses-Pyrénées. Au pied du Moun caou, près des bains de Durrieu (hameau de Hourat en Louvie-Juzon), les calcaires sont devenus très cristallins et se chargent d'une quantité considérable de cristaux d'albite ayant de 2 à 5^{mm} de plus grande dimension. Ce sont eux qui se trouvent dans les collections et qui ont été signalés par von Lasaulx (*Z. f. K.* V. 341. 1880) sous le nom d'albite du mont Cau ou du cirque du Pé de Hourat, d'après des échantillons recueillis par M. de Limur.

J'ai trouvé en place ce minéral au contact immédiat de la lherzolite dans le quartier d'Escambelé entre le petit sentier forestier et le ruisseau du Bazet, qui coule en contre-bas à quelques mètres du sentier. L'albite ne se développe que jusqu'à une trentaine de mètres de la lherzolite ; elle se trouve dans un calcaire blanc, en cristaux tantôt blancs, tantôt d'un noir bleuâtre ; dans un même bloc, les cristaux ont toujours la même couleur ; ils sont associés à de la pyrite en cristaux très nets, à de la phlogopite, généralement incolore, et à de la leuchtenbergite, également incolore ou légèrement verdâtre.

Les cristaux sont distribuées d'une façon quelconque dans le calcaire ; ils sont parfois extrêmement abondants. On les voit aussi former des couronnes concentriques à des nodules cristallins jaune rougeâtre qui, au microscope (fig. 18), se montrent exclusivement formés par de l'albite, de la phlogopite jaune rougeâtre et du sphène épigénisant de l'ilménite. Ces nodules sur leurs bords passent d'une façon insensible au calcaire ; ils doivent être le résultat du métamorphisme de galets de composition différente du calcaire et originaire-

ment englobés par celui-ci. Les cristaux d'albite qui les constituent ne renferment aucune des inclusions charbonneuses qui abondent dans les cristaux d'albite de la couronne périphérique.

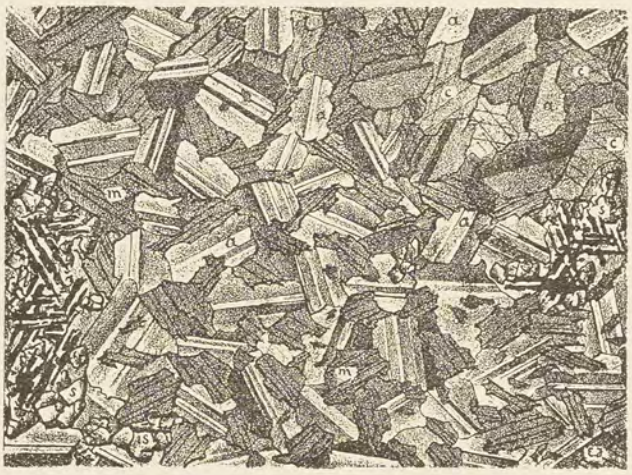


Fig. 18.
Lame mince d'un nodule à albite du calcaire du Moun caou. L'albite (*a*) est accompagnée de phlogopite (*m*) et d'ilménite se transformant en sphène (*s*).

J'ai recueilli un bloc de calcaire très cristallin ayant à son centre un fragment de calcaire compact blanc jaunâtre qui avait échappé au métamorphisme.

Ce gisement est celui des Pyrénées qui fournit en plus grande abondance les plus beaux cristaux d'albite des calcaires métamorphiques. Les cristaux apparaissent en relief sur les surfaces exposées à l'air.

M. des Cloizeaux a signalé (*op. cit.*, 324) l'albite dans des calcaires en contact avec l'ophite d'Asté-Béon (vallée d'Ossau). Le même minéral existe comme élément microscopique dans un calcaire situé dans les mêmes conditions à Castel, entre Asté-Béon et Louvie-Juzon.

L'albite se rencontre aussi dans les calcaires triasiques au contact de l'ophite du clocher de Bédous, dans ceux de la tranchée du chemin de fer qui précède le tunnel de Villefranque, sur la voie de Bayonne à Ossès (avec dipyre et quartz), dans les calcaires en contact avec l'ophite située sur le bord de la mer entre Biarritz et Caseville (avec dipyre et quartz) (Beaugey, *B. S. M.* XIII. 57. 1890). Elle est peu abondante dans les gypses à tourmaline de Lys.

Hautes-Pyrénées. J'ai décrit (*B. S. M.* XI. 70. 1888) les cristaux

d'albite trouvés par M. Frossard dans un bois de hêtres sur la route de La Serre de Pouzac à Bagnères : d'un blanc laiteux, ils ont un ou deux millimètres, sont engagés avec leuchtenbergite et quartz dans un calcaire jaune ; sur la route de Palomières, ils sont noirs et atteignent 4^{mm}.

Haute-Garonne. C'est à M. Gourdon que je dois la connaissance de cristaux blancs d'albite engagés dans un calcaire jaunâtre du cap de Mont (Saint-Béat). Le même minéral, en cristaux blancs, se trouve dans la carrière de Rié. Il constitue, avec apatite, fuchsite et fluorine, des masses vertes bordées de violet qui, par leur couleur, tranchent sur la blancheur du marbre. On y trouve aussi fréquemment, comme élément microscopique, du rutile, de la pyrite, du quartz. La coloration verte est due à la fuchsite, la violette à la fluorine, qui est l'élément formé le dernier et qui englobe tous les autres en cristaux nets, y compris la calcite. Dans les collections minéralogiques, les échantillons de cette roche sont indiqués sous les noms les plus fantaisistes.

Ariège. Des cristaux d'albite accompagnent le dipyre dans la vallée de Bethmale près de Bordes-sur-Lez (M. Gourdon). Enfin j'ai rencontré de gros cristaux du même minéral associés à du quartz et à de jolies rosettes de leuchtenbergite, dans un calcaire dolomitique des carrières d'Arnave. Ils sont généralement un peu jaunâtres.

Algérie. — *Alger.* L'albite en cristaux identiques à ceux des Pyrénées se trouve dans les gypses algériens associés à des ophites. Elle y accompagne la tourmaline, le dipyre, la phlogopite, le rutile, la pyrite. MM. Curie et Flamand l'ont signalée à Noisy-les-Bains (*Roch. érupt. d'Algérie.* 1889). Je l'ai observée avec leuchtenbergite, pyrite, quartz et tourmaline verte dans les résidus du traitement par les acides du calcaire de l'Arba (Oued-Djemmah) que m'a remis M. Delage. M. Gentil me l'a aussi signalée à Rovigo (vallée de l'Oued Hauach) et surtout à Letourneux, dans des calcaires en blocs au milieu du gypse. Les cristaux y atteignent 1^{cm}.

Oran. M. Gentil a trouvé, dans les calcaires jaunes de l'Oued Madar, de petites lamelles d'albite accompagnées de tourmaline et de quartz. (*B S. M.* XVIII. 25. 1896).

b) *En dehors de l'action de roches éruptives.*

Les cristaux formés dans les calcaires sédimentaires en dehors de

l'action des roches éruptives présentent les mêmes formes que ceux qui viennent d'être étudiés au contact des ophites et de la lherzolite. Je n'ai à les signaler que dans les Alpes. J'ai fait remarquer toutefois (*B. C. F.* n° 42. 1895) que pour quelques gisements alpins l'absence complète de liaison entre la production de l'albite et l'action sur les calcaires de roches éruptives a besoin d'une confirmation, car, aux environs de Modane et au mont Jovet en Tarentaise, il existe, au voisinage des calcaires à albite, des euphotides qui semblent leur être postérieures. N'ayant pas étudié sur place ces gisements, je me borne à poser la question, qui est intéressante[1].

Quoi qu'il en soit, il n'est pas douteux que, dans les Alpes comme dans les Pyrénées, l'albite de ces roches soit d'origine hydrothermale et que ce minéral ait pris naissance par les mêmes réactions chimiques. Ce fait, joint à la communauté du milieu calcaire dans lequel s'est effectuée la cristallisation, permet de comprendre l'identité des formes et des macles des cristaux d'albite de ces divers gisements.

Ils sont aplatis suivant g^1 (010) et présentent la macle du Roc Tourné. Suivant les gisements, ils correspondent au type I ou au type II établis page 165. Les deux types coexistent quelquefois dans la même localité.

En outre des gisements qui vont être décrits et qui fournissent des cristaux *macroscopiques* d'albite, Lory a fait voir que tous les calcaires triasiques des Alpes françaises renferment le même minéral comme élément *microscopique* (*B. S. G.* XV. 43. 1816). Il a notamment cité à ce point de vue le marbre triasique de l'Étroit de Siex, entre Moutiers et Anne en Tarentaise; il a fait voir en outre que la présence de ces cristaux n'était nullement liée à la cristallinité générale du trias alpin, car ils existent aux environs de Grenoble, dans les dolomies triasiques de Vizille, d'Allevard, dans l'infralias à *Avicula contorta* recouvrant le gypse des carrières de Champ près Vizille, dans les septarias oxfordiens à géodes de Meylan, dans le lias supérieur à Vilette en Tarentaise et enfin dans les calcaires nummulitiques de Montricher près Saint-

1. La même observation peut être faite au sujet d'un intéressant gisement signalé par M. Issel (*C. R.* CX. 420. 1890) aux environs de Rovegno, sur la Trebbia près Pavie ; des cristaux d'albite se sont formés dans des calcaires éocènes, alternant avec des roches vertes (serpentine, euphotide). Ils englobent parfois des foraminifères. J'ai pu en examiner des échantillons, grâce à l'obligeance de M. Issel ; ils sont semblables à ceux des Alpes.

Jean-de-Maurienne (*C. R.* CV. 99. 1887). Ce fait concorde avec les observations consignées page 108 au sujet de l'orthose.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. — Haute-Savoie.* Des cristaux d'albite ont été, pour la première fois, signalés par A. Brongniart (*Tr. Minér.* I. 362. 1807), d'après Brochant de Villiers, dans un calcaire compact d'un blanc jaunâtre au Tovasset (col du Bonhomme), sur le chemin de Courmayeur. Les formes de ces cristaux ont été décrites par M. des Cloizeaux (*op. cit.*, I. 320), puis par G. Rose (*P. A.* CXXV. 457. 1865), ils présentent g^1 (010), m (1$\bar{1}$0), t (110), p (001), a^1 ($\bar{1}$01), $a^{3/4}$ ($\bar{4}$03), sont aplatis suivant g^1 (010) (fig. 19, d'après M. des Cloizeaux) et maclés suivant les lois de l'albite et du Roc Tourné (voir plus loin, type I) et parfois de Carlsbad ; les deux groupes d'individus de cette dernière macle ont en général une épaisseur et parfois des formes différentes. Je n'ai eu l'occasion d'étudier qu'un seul échantillon du calcaire du col du Bonhomme : les cristaux, dégagés par les acides, constituent de petites lamelles ayant environ 0^{mm}25 de plus grande dimension dans g^1 ; ils présentent les formes p (001), g^1 (010), m (110), g^2 (130), ^2g (1$\bar{3}$0), a^1 ($\bar{1}$01), $a^{3/4}$ ($\bar{4}$03), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}$1), $c^{1/2}$ (1$\bar{1}$1) : tantôt p et $c^{1/2}$ sont également développées (type de la figure 18), tantôt les cristaux sont allongés suivant g^1 $c^{1/2}$. Les macles de Carlsbad ne sont pas rares.

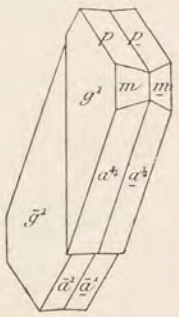


Fig. 19.
Albite du col du Bonhomme (Macle du Roc Tourné).

Savoie. Les gisements de Modane en Maurienne sont ceux qui, dans les Alpes, fournissent les plus gros cristaux d'albite. Ils ont été signalés par Brochant de Villiers (*J. M.* V. 234. 1808) et ont été depuis lors souvent étudiés [des Cloizeaux (*B. S. G.* XVIII. 804. 1861 ; *op. cit.*, I), Lory (*B. S. G.* XVIII. 732. 804, XXII. 54, notes 1864, XV. 43, 1886), G. Rose (*P. A.* CXXV. 457. 1865, etc.].

Les plus grands cristaux se trouvent dans le calcaire blanc ou gris du Roc Tourné, du rocher des Amoureux près du Bourget ; des cristaux plus petits, noirs, se rencontrent non loin de là dans les calcaires noirs de Villarodin, en relation avec le gypse. C'est ce dernier qui est à proximité d'un pointement d'euphotide auquel j'ai fait allusion plus haut. Des cristaux d'albite se rencontrent dans la vallée de l'Arc, en amont des gisements précédents, au delà du fort de l'Esseillon, mais en aval de Bramans.

J'ai eu l'occasion d'étudier plusieurs milliers de cristaux du Roc Tourné, provenant de la dissolution d'une centaine de kilogrammes de calcaire qu'a bien voulu me faire ramasser M. le C^{el} Ply. Je n'y ai trouvé aucune face nouvelle, mais j'ai rencontré, dans les macles, de nombreuses particularités intéressantes à ajouter à celles qui ont été indiquées par M. des Cloizeaux et par G. Rose. Les fig. 20, 21, 25 à 29 sont empruntées au mémoire de ce dernier ; j'ai dessiné les autres d'après les cristaux que j'ai personnellement étudiés.

Tous les cristaux de Modane présentent au moins les doubles macles de l'albite et du Roc Tourné. On a vu, page 128, que la macle du Roc Tourné pouvait être considérée comme une double macle de l'albite : deux groupes de cristaux maclés suivant cette dernière loi étant maclés entre eux par rotation de 180° autour d'un axe normal à g^1 (010), avec pénération irrégulière

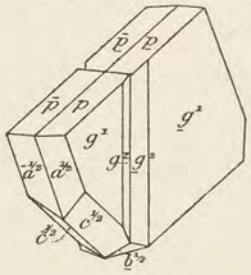


Fig. 20.
Macle du Roc Tourné, clivée suivant les faces p.

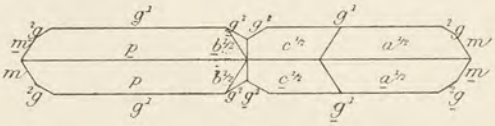


Fig. 21.
Projection sur un plan perpendiculaire à l'axe vertical de la macle du Roc Tourné.

et non accolement régulier comme dans la fig. théorique 21 ; tous les individus de la macle ont un même axe vertical ; les faces g^1 (010) sont sur le

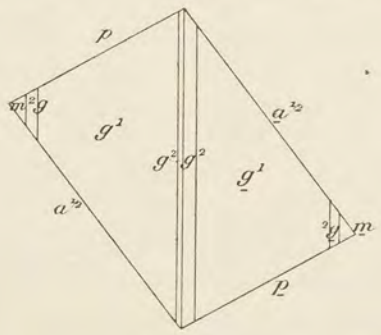


Fig. 22.

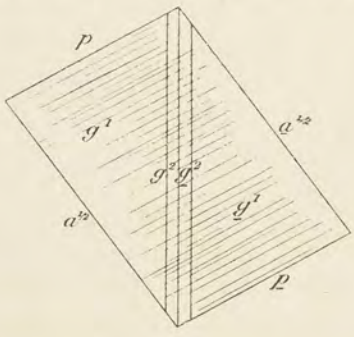


Fig. 23.

Macle suivant la loi du Roc Tourné (type I), silhouette de g^1 (010) [1].

même plan ou parallèles entre elles ; sur g^1 (010), les traces de p (001) de

1. Afin de ne pas compliquer ces figures et les suivantes, on a indiqué seulement les contours de la face g^1, sans projeter sur le plan g^1 les faces $b^{1}/_{2}$, $c^{1}/_{2}$, p.

tous les individus sont parallèles. Quand on brise un cristal (fig. 20), on constate que les faces p et $\overline{p}$ font un angle rentrant ; les faces p et $\underline{p}$ un angle saillant ; les plans $\overline{p}$ et $\underline{p}$, p et $\underline{\overline{p}}$ ont respectivement la même orientation. La fig. 21 représente une projection sur un plan perpendiculaire à l'axe vertical de la fig. 20.

On observe dans les cristaux qui nous occupent les deux types suivants :

Type I. Les cristaux de ce type présentent toujours les faces g^1 (010), g^2 (130) [en gouttière sur g^1 (010)], p (001) et $a^{1/2}$ ($\overline{2}01$) ; ils ont la forme de petites lamelles parallélipipédiques (fig. 22 et 23) ; les faces m ($1\overline{1}0$), ${}^2g$ ($1\overline{3}0$) existent souvent, mais elles sont très petites. Les cristaux de ce type sont de petite taille ($0^{cm}3$ à $0^{cm}5$ dans g^1 (010)).

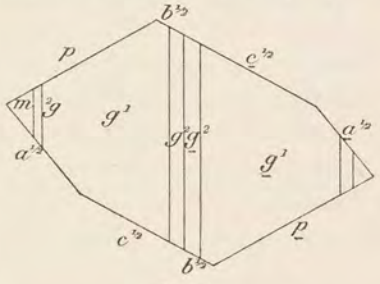


Fig. 24.
Macle suivant la loi du Roc Tourné, silhouette de g^1 (010). (Type I).

Parfois on voit apparaître les faces $c^{1/2}$ ($1\overline{1}1$) et $b^{1/2}$ ($\overline{1}\overline{1}1$) (fig. 24). Quand elles deviennent très développées, le cristal s'allonge suivant une arête $g^1\, c^{1/2}$ (010) ($1\overline{1}1$) ; ces cristaux sont souvent plus gros et plus épais que les précédents : ils atteignent 1^{cm} dans g^1 (010).

Type II. Dans le type II, $a^{1/2}$ ($\overline{2}01$) est très réduite et même le plus souvent disparaît complètement. Les cristaux ont la forme de losanges allongés (fig. 31) ; ils présentent la particularité d'être toujours maclés

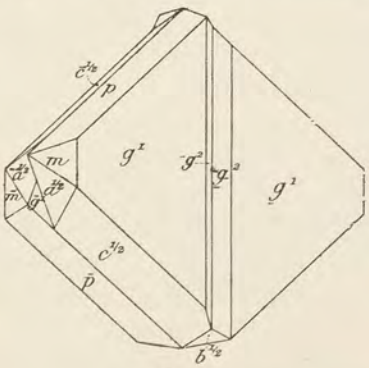


Fig. 25.

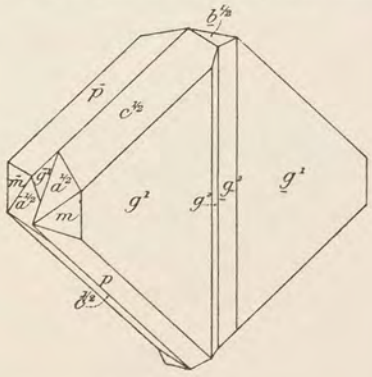


Fig. 26.

Macle suivant la loi de Carlsbad de deux groupes de cristaux maclés, suivant la loi du Roc Tourné et de l'albite.

suivant la loi de Carlsbad en même temps que suivant celle de l'albite.

Les faces $c^{1/2}$ $(1\bar{1}1)$ sont très développées et autant que les faces p (001); les cristaux ont alors la forme de losanges presque réguliers (fig. 25 et 26). Les cristaux de ce genre sont ceux qui atteignent les plus grandes dimensions ; ils dépassent souvent 2^{cm} de longueur dans g^1 (010).

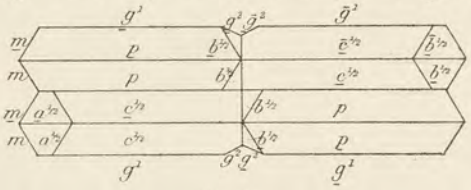


Fig. 27.

Projection sur un plan perpendiculaire à l'axe vertical d'une macle triple suivant la loi de l'albite du Roc Tourné et de Carlsbad.

G. Rose a fait remarquer que dans la macle de Carlsbad les deux individus contigus de la macle de l'albite sont généralement peu développés et qu'ils peuvent même disparaître complètement; ce sont alors les cristaux extérieurs qui déterminent l'aspect du groupement, et, quand les cristaux intérieurs ont complètement disparu, on observe la forme représentée par les fig. 28 et 29. On constate que la macle est bien une macle de Carlsbad en regardant le cristal par transparence à travers g^1, on voit alors le clivage p des deux individus se couper suivant un angle d'environ 128°. Dans ces macles, l'accolement de la macle de Carlsbad se fait, tantôt par la face g^1 (010) droite (fig. 26), tantôt par la face g^1 (010) gauche (fig. 25).

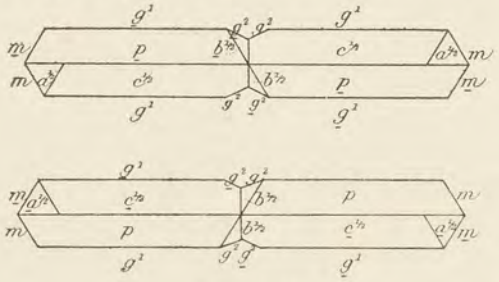


Fig. 28 et 29.

Mêmes figures que fig. 22, avec disposition de deux couples intérieurs de l'assemblage.

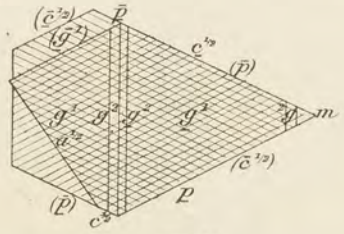


Fig. 30.

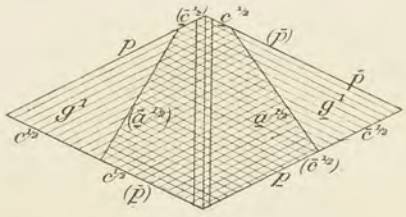


Fig. 31.

Macle triple de l'albite du Roc Tourné et de Carlsbad ne présentant pas les mêmes formes dans les individus composants [silhouette de g^1 (010)]. Les notations entre ( ) correspondent au groupe inférieur de la macle de Carlsbad.

Tandis que, dans les calcaires des Pyrénées, les cristaux offrant les

macles triples présentent une grande régularité, ceux de Modane, au contraire, montrent de grandes variations, qui tiennent au développement inégal des faces m $(1\bar{1}0)$, ^2g $(1\bar{3}0)$, $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$, $c^{1/2}$ $(1\bar{1}1)$, à l'absence ou à la présence des faces $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$. Enfin les quatre paires de cristaux maclés suivant la loi de l'albite n'ont pas nécessairement les mêmes faces (fig. 30 et 31).

J'ai observé souvent des macles de ce genre formées par l'empilement, suivant l'axe vertical, de plusieurs de ces groupes, individuellement variés de forme (fig. 32) et donnant des assemblages en forme de dents de scie.

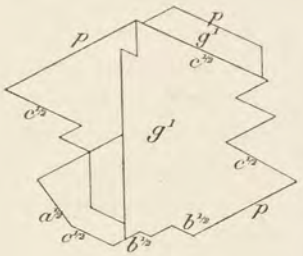


Fig. 32.
Empilement suivant l'axe vertical de cristaux d'albite présentant la triple macle. Silhouette g^1 (010).

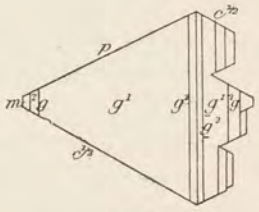


Fig. 33.
Macle à extrémités dissymétriques. Silhouette g^1 (010) [Groupe supérieur des individus de la macle de Carlsbad].

Dans d'autres cas, la partie antérieure du groupement est développée normalement et la partie postérieure atrophiée (fig. 33).

Macle, suivant la loi du Roc Tourné, d'une macle double (lois de l'albite et de Carlsbad) et d'une macle simple suivant la loi de l'albite. — Je n'ai trouvé que peu d'échantillons de ce curieux groupement; il diffère des groupements triples habituels en ce que la partie antérieure est constituée par une seule macle de l'albite ayant l'épaisseur du groupement de Carlsbad de l'extrémité postérieure. En général, cette macle de l'albite a la forme des macles simples, c'est-à-dire que $a^{1/2}$ y est très développée. Ces groupements ont un aspect dissymétrique représenté par la fig. 34.

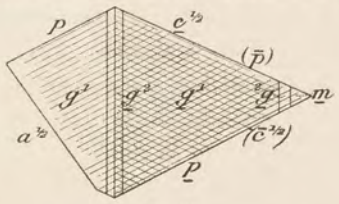


Fig. 34.
Macle suivant la loi du Roc Tourné d'une macle double (macle de l'albite et de Carlsbad) et d'une macle de l'albite.

Macle quadruple. — J'ai observé un seul cristal atteignant dans g^1 (010) 3^{cm} et dont la projection est représentée par la fig. 35.

C'est une macle triple avec disparition des individus centraux et qui à sa partie postérieure est composée par trois cristaux dont les deux extérieurs possèdent la même orientation. Le cristal supplémentaire p' est donc maclé avec le cristal p suivant la loi de Carlsbad, mais avec plan de pénétration perpendiculaire à g^1 (010). Ce groupement apparaît sur la face g^1 grâce aux clivages.

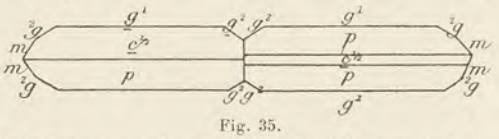


Fig. 35.

Projection sur un plan perpendiculaire à l'axe vertical d'une macle quadruple différant des macles représentées par les fig. 28 et 29 par l'adjonction d'un cinquième cristal maclé avec le cristal de gauche (en bas) suivant la loi de Carlsbad avec accolement suivant un plan perpendiculaire à g^1 (010).

G. Rose a signalé dans l'albite de Modane un clivage suivant $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$).

Les cristaux d'albite sont distribués dans le calcaire d'une façon quelconque ; on les trouve parfois associés, dans des veines ou filons, à des rhomboèdres de dolomie, des cristaux de quartz hyalin dépourvus de faces prismatiques. Ils renferment souvent des inclusions de rutile, qui les colorent en noir. Dans le résidu du traitement du calcaire par un acide, j'ai trouvé des cristaux de rutile, de sphène, de pyrite.

Des filonnets de quartz ayant quelques centimètres d'épaisseur sont recouverts de cristaux d'albite à leur contact avec le calcaire. L'examen microscopique de ce quartz fait voir qu'il englobe des cristaux d'albite et qu'il est très riche en inclusions liquides à bulle mobile et à cristaux cubiques de sel gemme.

Dans des calcaires jaunes ou noirs du fort de l'Esseillon, j'ai observé de petits cristaux noirs d'albite offrant une forme différente de ceux qui viennent d'être décrits : ils sont très allongés suivant l'axe vertical, formés par les faces m ($1\bar{1}0$), t (100), p (001), a^1 ($\bar{1}01$), avec ou sans g^1 (010). Quand cette face manque ils ont l'aspect de l'adulaire.

M. Sella a signalé (*A. Lincei*, IV. 454. 1884) dans le gypse du glacier de Gébroulaz, près du chalet du Saut, des cristaux d'albite associés à de la *sellaïte*, de la *fluorine*, de l'*anhydrite*, du *soufre*, de la *dolomie*, du *quartz* et de la *célestine*. Ils sont rares, aplatis suivant g^1 (010) et présentent les macles de l'albite avec les formes : p (001), g^1 (010), t (110), m ($1\bar{1}0$), g^3 (120), g^2 (130), ${}^2g$ ($1\bar{3}0$), $g^{3/2}$ (150), a^1 ($\bar{1}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$), $c^{1/2}$ ($1\bar{1}1$).

Enfin A. Favre a observé dans les calcaires triasiques du mont Jovet à l'est de Moutiers en Tarentaise (*Recherches géol. sur la Savoie*, III. 230. 1867) des cristaux d'albite blancs dans les calcaires blancs, noirs dans les calcaires noirs. Il attribue leur formation à l'action des roches vertes (serpentines) voisines. C'est là le second gisement dont l'étude

devrait être reprise au sujet de la recherche de l'origine de l'albite.

OLIGOCLASES

OLIGOCLASE-ALBITE, OLIGOCLASE, OLIGOCLASE-ANDÉSINE

(Ab_{12} An_1 à Ab_3 n_1)

$m = 7{,}7$ à 25

Triclinique : $m\,t = 120°54'$ (*oligoclase v. Rath*).

$b : c : h = 1000 : 998{,}95 : 466{,}63$. $D = 844{,}86$. $d = 534{,}00$.

angle plan de $p = 115°23'$

angle plan de $m = 106°25'$

angle plan de $t = 101°\ 4'$

$$a : b : c = 0.63206 : 1 : 0.55239$$

$$yz = 93°4' \qquad zx = 116°22' \qquad xy = 90°4'$$

$$X = 93°28' \qquad Y = 116°25' \qquad Z = 91°37'$$

Les mesures données par M. des Cloizeaux (*op. cit.*, I. 312) ont été prises sur l'oligoclase-andésine d'Arendal.

Formes observées et macles. Dans un seul gisement, j'ai observé des cristaux à forme de péricline : en général, ces feldspaths ne se rencontrent qu'en masses laminaires dans lesquelles l'examen microscopique montre les macles de l'albite, de Carlsbad, de la péricline.

Clivages. Clivage p (001) parfait, moins facile suivant g^1 (010), imparfait suivant m (1$\bar{1}$0), parfois (Penfield. *Z. K.* XXIII. 262. 1894) plans de séparation suivant ($b^1\,d^1/^3\,g^1$) ($\bar{1}\bar{2}1$) : l'angle $p\,x = 92°35'$; sur p, la trace de ce clivage fait avec la trace de g^1 un angle de 38°1'.

Dureté. 6.

Densité. 2,635 à 2.671 ; 2.635. ol.-albite du Tuc d'Ess.

Coloration et éclat. Incolore, blanc laiteux, rosée, rouge ou verdâtre (altération). Transparent ou translucide. Éclat vitreux, nacré sur p (001).

Inclusions. La pierre de soleil doit ses reflets à des inclusions lamellaires d'oligiste régulièrement orientées.

Propriétés optiques. Voir page 135. M. des Cloizeaux a observé une dispersion assez forte $\rho < v$ autour de n_g avec *dispersion tournante* notable d'un côté et faible de l'autre, combinée avec *dispersion inclinée* plus ou moins forte.

Les données suivantes ont été fournies par des oligoclases étudiées plus loin [1].

		Tng	Snp	2 H	2 V	Extinctions sur p (001)	Extinctions sur g^1(010)	Densité
Oligoclase-albite	Tuc d'Ess	6°	84°	»	voisin de 90°		8°30' à 11'	»
	Vallée de Lesponne	»	»	»	»	1° à 3°	5° à 7°	»
	Guyane	»	»	93°30	»	1° à 2°	5° à 7°	»
Oligoclase	Guyane	4 à 5°	88° à 89°	92°6' à 95°40'	»	1° à 2°	»	2,607 à 2,616
	Molompize	0°30' à 1°30'	2° à 86°	2 H^2O 97°10' à 100°20'	»	»	»	»
		Sng	Tnp					
Oligoclase-andésine	Alagnon	0° à 1°30'	70° à 72°	»	»	»		2,640 à 2,646
	Vidalenc	5° à 6°	77°	»	90° env.	»		2,638 à 2,643
	Oudon	»	»	94° env.	»	1° à 1°30'	5° à 7°	»

Compoition chimique. Voir page 130.

Analyse de l'oligoclase-andésine de la vallée d'Alagnon par M. Fouqué (*op. cit.*, 363).

SiO^2.....	62,4
Al^2O^3.....	22,8
CaO.....	7,0
Na^2O.....	8,4
K^2O.....	0,5
	101,1

Je donne comme documents les analyses suivantes faites par divers auteurs sur des oligoclases de gisements français, que je ne puis classer exactement en l'absence de propriétés optiques : ces analyses anciennes ont dû être faites sur des matériaux impurs, autant, du moins, que l'on peut en juger par l'examen des feldspaths de roches similaires provenant des mêmes régions.

Analyses : *a*) de l'oligoclase de l'Ariège, par Laurent (*in* Dx. *op. cit.*, 315);

b) de l'oligoclase bleu verdâtre de la protogine des Alpes, par Delesse (*B. S. G.* VI. 234. 1849);

c) De l'oligoclase de la kersantite de Vissembach, par Delesse (*B.S.G.*VII. 705. 1850) :

	a)	*b*)	*c*)
SiO^2.....	62,6	63,25	63,88
Al^2O^3.....	24,6	23,92	22,27
Fe^2O^3.....	0,1	»	0,51
Na^2O.....	8,9	6,88	6,66
K^2O.....	»	2,31	1,21
CaO.....	3,0	3,23	3,45
MgO.....	0,2	0,32	»
Perte	»	»	0,70
	99,4	99,91	98,68

1. Voir la note de la page 176.

Altérations. Les altérations sont les mêmes que celles de l'albite; la kaolinisation y est moins fréquente.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'*oligoclase-albite* et l'*oligoclase* paraissent être moins répandues que l'*oligoclase-andésine*, au moins dans les gisements passés en revue ici. Ces feldspaths se rencontrent :

1° Dans les roches éruptives;

2° Dans les schistes cristallins.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les roches granitiques.*

D'après des observations que M. Fouqué a bien voulu me communiquer, l'oligoclase-albite et l'oligoclase sont beaucoup moins abondantes dans les granites qu'on ne le suppose généralement; les feldspaths tricliniques dominants de ces roches sont surtout l'oligoclase-andésine et l'andésine-oligoclase.

L'oligoclase-albite a été trouvée notamment dans le granite d'Esquiers près Perz et de Saint-Exupéry (*Corrèze*), dans celui du Creach-Saint-André en Saint-Pol (*Finistère*); l'oligoclase, dans celui de Flamanville (*Manche*), de Huelgoat dans le *Finistère* (associée à l'albite).

Ces oligoclases manquent souvent dans le granite à amphibole, qui renferme des feldspaths plus basiques.

Dans les granites, les plagioclases sont rarement homogènes et les cas de feldspaths zonés sont presque la règle, l'orthose ou le microcline leur sont postérieurs.

Par contre, dans les granulites et les pegmatites, l'oligoclase est très fréquente, tantôt seule (Fleurie (*Rhône*) etc.), tantôt associée à l'oligoclase-albite, à l'oligoclase-andésine (Saint-Prix-sous-Beuvray (*Saône-et-Loire*), etc., Pont-du-Vernet (*Cantal*), etc.) ou à l'albite.

C'est dans les pegmatites que peuvent être recueillis des échantillons bien individualisés de ces feldspaths. Je signalerai spécialement à cet égard les gisements suivants, dont j'ai pu étudier des échantillons. C'est à cette catégorie qu'appartiennent notamment les feldspaths des pegmatites à pyroxène et sphène endomorphisés à leur contact avec les schistes cristallins basiques.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Les feldspaths des pegmatites tra-

versant les gneiss à dipyre de la carrière de l'Étang près Saint-Nazaire sont formés par de l'oligoclase ; ceux qui se trouvent dans les mêmes conditions dans les gneiss à dipyre de la carrière de Roiloup près Saint-Brevin et dans les éclogites de la Rouxière près Saint-Colombin, sont constitués par de l'oligoclase-albite.

Pyrénées. — L'oligoclase-albite paraît être le feldspath triclinique dominant des pegmatites à microcline bleuâtre si abondantes dans le massif du pic du Midi de Bigorre (lac Bleu, notamment), dans l'Ariège (particulièrement au sud d'Ax). Le feldspath étudié par M. des Cloizeaux (voir p. 170) et indiqué comme recueilli dans la vallée de Lesponne, provient d'une pegmatite probablement éboulée de la région du lac Bleu.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. L'oligoclase-andésine accompagne l'andésine dans les granulites à cordiérite des tufs volcaniques du Velay.

Cantal. M. Fouqué a trouvé de l'oligoclase en masses blanches dans des filons de pegmatite traversant des gneiss amphiboliques de Molompize. Ce feldspath y est associé à de l'anorthose et de l'andésine.

L'oligoclase-andésine se trouve dans les mêmes conditions en masses blanches laminaires sur les bords de l'Alagnon (vallée de Blesle, à 2 kilomètres en amont de ce village, sur la route conduisant à Molève) : elle est associée à la hornblende.

Rhône. Les pegmatites à pyroxène de Duerne renferment de l'oligoclase-albite et de l'oligoclase laminaires.

Saône-et-Loire. Les oligoclases, et particulièrement l'oligoclase-andésine, accompagnent l'andésine en masses blanches ou d'un blanc rosé dans les filons de pegmatites traversant les gneiss basiques de l'Autunois, notamment à Marmagne.

Vosges. — [*Alsace*]. Il en est de même des feldspaths des pegmatites à pyroxène et sphène traversant les cipolins de la carrière Saint-Philippe à Sainte-Marie-aux-Mines.

Guyane. M. des Cloizeaux a étudié une oligoclase accompagnant le microcline dans une pegmatite de la Guyane.

b) *Dans les roches grenues non quartzifères.*

Les oligoclases de ce groupe existent dans certaines diorites, diabases, kersantites ; je n'ai pas de documents suffisamment précis

pour citer des gisements. Dans tous les cas, ces feldspaths n'y forment que de petites masses grenues ou aplaties suivant g^1 (010) dans les kersantites et les diabases ; l'oligoclase-andésine y est la plus abondante.

c) *Dans des filons traversant la lherzolite.*

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. Au Tuc d'Ess en Coulédoux, j'ai observé au milieu de la lherzolite des filons de quelques mètres constitués par de l'oligoclase-albite blanche ou noirâtre en masses laminaires atteignant 20^{cm} de plus grande dimension. Ce feldspath, finement maclé suivant la loi de l'albite, est associé à de la hornblende et se transforme localement en dipyre ; ses fissures sont parfois tapissées de larges sphérolites de trémolite.

Les lames de clivage sont fréquemment courbes et l'examen microscopique montre des phénomènes de déformation mécanique (structure en ciment) des plus remarquables.

Ariège. J'ai retrouvé ce feldspath dans les mêmes conditions en filons dans la lherzolite serpentinisée de Serreing en Sentenac.

Ce genre de gisement est à comparer à celui qui a été signalé, page 147, dans la serpentine du cap Corse.

d) *Dans les roches microlitiques.*

Dans les roches volcaniques, l'oligoclase-albite et l'oligoclase ne se rencontrent que dans les types acides (trachytes et trachyandésites), soit en microlites, soit en grands cristaux. Il résulte du travail récent de M. Fouqué que ces feldspaths y sont rares (voir page 80). En tous cas, ils ne se rencontrent, dans aucun gisement français, en cristaux macroscopiques dignes d'être cités. L'oligoclase-andésine et l'andésine-oligoclase constituent les microlites de la plupart des andésites à hornblende et biotite du Cantal. Ces feldspaths existent aussi en microlites dans certains trachytes (orthophyres) et andésites (porphyrites) anciens.

2° *Dans les schistes cristallins.*

L'oligoclase-albite, l'oligoclase et l'oligoclase-andésine se trouvent dans les gneiss acides et dans les roches granitiques de composition analogue ; ces feldspaths y sont abondants ; ils se rencontrent dans les gneiss amphiboliques et pyroxéniques (quartzifères), mais je n'ai étudié spécialement que les échantillons des gisements suivants.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. A la carrière de la Ménageraie,

près Saint-Viaud, se trouvent des gneiss amphiboliques, dont le feldspath est constitué par des cristaux un peu aplatis suivant g^1 ayant souvent des formes distinctes, p (001), m (1$\bar{1}$0), t (110), g^1 (010). Ils sont en grande partie constitués par de l'oligoclase souvent fortement translucide. Ils sont très fendillés, ce qui leur donne leur couleur blanc nacré; les cristaux atteignent un centimètre de plus grande dimension. Ils sont associés à de la hornblende et parfois à des cristaux a^1 (111) de magnétite à clivages octaédriques faciles.

M. Baret m'a communiqué des masses laminaires blanches d'oligoclase-andésine provenant des gneiss amphiboliques d'Oudon et de la carrière de l'Andouillet près Frossay. Les oligoclases se rencontrent, comme élément microscopique grenu dans les gneiss à pyroxène quartzifères des environs de Saint-Nazaire et de Saint-Brévin.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* A la montée du lac Bleu (massif du pic du Midi de Bigorre), j'ai recueilli, dans les fentes de gneiss à pyroxène, quelques cristaux d'oligoclase-albite ayant 8 millimètres. Ils présentent la forme de la *péricline* (fig. 16, page 28), sont simples ou maclés suivant la loi de la péricline : ils offrent les formes p (001) $a^{3/4}$ ($\bar{4}$03), m (1$\bar{1}$0), t (110), g^1 (010), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}$1), $c^{1/2}$ (1$\bar{1}$1). La macle de l'albite est microscopique.

ANDÉSINE

ANDÉSINE-OLIGOCLASE ET ANDÉSINE

$\mathbf{Ab_2\ An_1}$ à $\mathbf{Ab_4\ An_3}$

$m = 33{,}3$ à $42{,}9$

Triclinique : $mt = 120°40'$ (*andésine*, v. Rath.)

$b : c : h = 1000 : 1000{,}257 : 466{,}296$. $D = 844{,}08$. $d = 536{,}464$.

angle plan de $p = 115°\ 7'$

angle plan de $m = 106°48'$

angle plan de $t = 100°55'$

$$\left[\begin{array}{ccc} a : b : c = 0{,}63556 : 1 : 0{,}55206 & & \\ yz = 93°23' & zx = 116°29' & xy = 89°59' \\ X = 93°46' & Y = 116°32' & Z = 91°40' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001), m 1$\bar{1}$0), t (110), g^1 (010), ^2g ($\bar{1}$30), g^2 (130), $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01), $e^{1/2}$ (0$\bar{2}$1), $i^{1/2}$ (021), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}$1), $c^{1/2}$ (1$\bar{1}$1).

Macles. Macles de l'albite, de la péricline, de Baveno, de Carlsbad et de l'Esterel. Les macles de la péricline ne s'observent qu'à l'état microscopique.

Les cristaux décrits plus loin ne permettent que des mesures au goniomètre d'application.

	Angles calculés.		Angles calculés.		Angles calculés.
$m\ t$	120°40′	$p\ e^{1/2}$	137°12′	$p\ t$	114°33′
$^{*}m\ g^{1}$	118°25′	$^{*}p\ g^{1}$ gauche	86°14′	$^{*}p\ h^{1/2}$	122°16′
$t\ g^{1}$	120°56′	$p\ i^{1/2}$	133°29′	$g^{1}c^{1/2}$	118°26′
$h^{1}\ g^{1}$ gauche	88°20′	$e^{1/2}\ i^{1/2}$	90°41′	$^{*}b^{1/2}\ g^{1}$	114°40′
$p\ h^{1}$ ant.	116°32′	$^{\dagger}p\ m$	111° 6′		
$p\ a^{1/2}$	98°16′	$p\ c^{1/2}$ adj.	125° 4′		

Faciès des cristaux. Les cristaux d'andésine ne se trouvent isolés que dans les gisements de l'Esterel; ils ont souvent l'apparence de cristaux d'orthose, par suite de l'absence fréquente de la macle macroscopique suivant la loi de l'albite. Les cristaux simples se rapportent au type I [allongement suivant l'axe vertical (page 257)] ou au type II [allongement suivant l'arête $p\ g^{1}$ (001) (010), avec parfois aplatissement suivant p (001)]. Les macles de Carlsbad et de l'Esterel sont fréquentes. Ces cristaux, extraits d'une microgranulite à pyroxène, ont toujours des faces ternes par altération superficielle.

Clivages. Clivage p (001) parfait, g^{1} (010) moins facile, parfois clivage t (110).

Dureté. 5 à 6.

Densité. 2,671 à (oligoclase-andésine), à 2,684 (andésine).

Coloration et éclat. Incolore, blanc souvent laiteux, jaune, plus rarement rose ou verdâtre. Éclat vitreux, nacré sur le clivage facile. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Voir page 135. Dispersion autour de n, $\rho > \nu$, avec *dispersions horizontale* notable et *inclinée* faible (Dx.).

Nous avons mesuré, M. Michel-Lévy et moi, les indices suivants sur l'andésine de Roche-Sause (N_a)

$$\mathbf{n}_g = 1{,}556$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}553$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}549$$

Les données suivantes sont dues à M. Fouqué (*op. cit.*); celles qui ont été fournies par M. des Cloizeaux (*B. S. M.* VII. 313) sont suivies de la mention Dx.

	$p\,Sn_g$	Sn_g	Tn_p	2 H	2 V	Extinctions sur p (001), g^1 (010)		Densité
Andésine-oligoclase[1]								
Alagnon	»	0° à 1°30′	70° à 72°	»	90° env.	»	»	2,640 à 2,645
Vidalenc	»	5° à 6°	77°	»	90° env.	»	»	2,638 à 2,643
Oudon	97°	»	»	94°12′	»	1° à 1°30′	5° à 7°	»
Andésine								
Rochesauve	»	5° à 12°	60°30′	»	»	»	»	»
Chenavari	»	id.	id.	»	»	2° à 3°	- 10°	2,658
Saint-Raphaël	117° (Dx)	7° à 9°	64° à 67°		89° 6	- 2° à 3° (Dx)	- 8° à 10°	2,662 à 2,685
Marmagne	105° à 108°	»	64° à 67°	»	87°	2°30′ à 3° (Fq)	- 10° à 12° (Dx)	2,67
Francheville	110° à 112° (Dx)	6° à 9°	66° à 69°		79° à 88° (Dx)	- 2° à 3°	- 10° à 12° (Dx)	2,68
Molompize		9° à 10°	65° à 66°	»	»	»	»	2,67
Denise	108° à 112°	»	»	121° à 122°40′	»	- 1° à 3°30′	- 9°30′ à 11°	»
Rocher Corneille	115° à 123°	»	»	96°6′ à 106°	»	- 1° à 3°30′	- 8° à 10°30″	»

1. Les propriétés optiques de l'andésine-oligoclase et de l'oligoclase-andésine ne différant les unes des autres que par le *signe*, il est possible que quelques-uns des oligoclases-andésines du chapitre précédent soit à rapporter aux andésines-oligoclases ou réciproquement. Les densités données dans ce tableau ne fournissent aucune indication précise, les feldspaths étudiés étant tous plus ou moins piquetés de produits secondaires.

M. des Cloizeaux a trouvé, sur un feldspath des sables d'Espaly (*Haute-Loire*), des nombres aberrants qui ont peut-être été pris sur des fragments de feldspaths différents.

p S	2 V	extinction sur p	extinction sur g^1
111°30′ à 114°30′	68°58′	(?) — 1° à 2°30′	— 2° à 3°30′

Composition chimique. Voir page 130 pour la composition théorique.

Analyses de l'andésine : *a*) des tufs basaltiques de Rochesauve, par M. Damour (*B. S. M.* VI. 287. 1883);

b) des tufs basaltiques de Chenavari, par M. Fouqué (*op. cit.*);

c) de la microgranulite à amphibole (porphyre bleu) de Saint-Raphaël, par Ch. Sainte-Claire-Deville (*A. P. C.* XL. 285. 1854);

d) id. par M. Rammelsberg (*Handb. d. mineral. Chemie*, 1860, p. 608);

e) id. par vom Rath (*P. A. C.* XLIV. 245. 1871);

f) des gneiss de Francheville, par M. Damour (*B. S. M.* VII. 323. 1884);

g) de la pegmatite de Marmagne, par M. Damour (*in* Dx., *op. cit.*).

h) du porphyre brun du Rimbachthal (Alsace), par M. Osann (*Abh. geol. Specialkarte Elsass-Lothr.* III. Heft. 2. 1887).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)	*h*)
SiO^2	58,71	58,65	59,07	58,32	58,03	57,23	55,69	54,09
Al^2O^3	25,49	26,50	26,67	26,52	26,64	27,60	27,23	28,98
CaO	9,05	9,41	7,96	8,18	8,07	6,52	8,76	9,13
Na^2O	5,45	6,09	4,95	5,27	6,16	7,89	7,34	5,19
K^2O	0,78	0,37	traces	2,36	0,97	0,38	»	1,19
MgO	»	»	0,58	0,11	»	»	»	0,94
Perte au feu	»	»	0,77	0,60	»	0,90	1,06	»
	99,48	101,02	100,00	101,36	99,87	100,52	100,08	99,52
Densité	2,68	2,662 à 2,685	2,678	2,68	»	2,68	2,67	2,697

Les analyses suivantes ont dû être faites sur des feldspaths impurs.

Analyses : *a*) du plagioclase des diabases du Bourg-d'Oisans, par Lory (*in* Dx., *op. cit.*);

b) de l'andésine blanche du granite amphibolique de Servance, par Delesse (*A. M.* XIII. 673. 1848);

c) de l'andésine rouge du granite amphibolique de Corarvilliers, par Delesse (*A. M.* XIII. 673. 1848);

d) de l'andésine de la diorite de Faymont (val d'Ajol), par Delesse (*A. M.* XVI. 357. 1849);

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
SiO^2.....	59,9	58,92	58,91	59,38
Al^2O^3.....	25,1	25,05	24,59	25,57
CaO.....	»	5,64	4,01	6,50
Na^2O.....	7,4	7,20	7,59	7,30
K^2O	1,2	2,06	2,54	
Fe^2O^3.....	3,7	»	0,99	
MgO.....	0,7	0,41	0,47	
H^2O.....	1,7	1,27	0,98	1,25
	99,7	99,55	100,00	100,00
Densité	»	2,683	2,651	»

Essais pyrognostiques. Fusible, sur les bords seulement, en écailles minces. Très difficilement attaquée par les acides.

Altérations. Comme oligoclase.

Diagnostic. (Voir page 135.)

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'andésine se rencontre dans un grand nombre de gisements.

1° Dans les roches granitiques;

2° Dans les roches porphyriques;

3° Dans les roches volcaniques non quartzifères et dans leurs tufs;

4° Dans les schistes cristallins.

1° *Dans les roches granitiques.*

a) *Dans le granite.*

Les andésines sont abondantes dans les granites; elles constituent les plagioclases basiques les plus fréquents des granites normaux; dans les granites amphiboliques, elles sont souvent, au contraire, associées à des feldspaths plus basiques. Les analyses de Delesse données plus haut se rapportent à des feldspaths des granites amphiboliques vosgiens.

b) *Dans les granulites et pegmatites.*

Les andésines se rencontrent dans un grand nombre de granulites et de pegmatites et, d'une façon toute particulière, dans celles de ces roches qui se trouvent en filons ou en lits dans les schistes cristallins basiques (amphibolites, gneiss amphiboliques et pyroxéniques). Elles y résultent d'une transformation endomorphique de la roche éruptive; le fait peut être facilement mis en évidence par l'étude comparative des filons de pegmatites qui dans une même localité traversent les gneiss acides et de ceux qui coupent les roches basiques intercalées au milieu des

premiers. La plupart des andésines étudiées par M. des Cloizeaux et par M. Fouqué proviennent des pegmatites dans lesquelles elles forment des masses laminaires de grande dimension. Je ne citerai ici que les gisements dont les échantillons ont été examinés optiquement, en appelant l'attention des minéralogistes sur l'intérêt qu'il y aurait à multiplier l'examen des feldspaths se rencontrant dans les conditions qui viennent d'être spécifiées.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. L'andésine abonde dans les granulites avec ou sans cordiérite que l'on trouve en blocs plus ou moins fondus dans les tufs des environs du Puy (Denise, rochers Corneille et Saint-Michel, Cheyrac, etc.). Les grains d'andésine des sables d'Espaly ont cette même origine (Dx. : *B. S. M.* VII. 309. 1884). M. Jannettaz a analysé (*B. S. M.* V. 324. 1882) un feldspath de cette région qui semble être une enclave feldspathique en partie fondue.

Cantal. L'andésine se trouve à Molompize, dans des filons de pegmatite, coupant le gneiss amphibolique : elle forme des masses d'un blanc laiteux, avec anorthose, microcline, oligoclase, quartz et biotite.

Saône-et-Loire. C'est encore un gisement analogue qui a fourni à MM. Damour, des Cloizeaux et Fouqué les masses blanches d'andésine de Marmagne, dont l'analyse et les propriétés optiques ont été données plus haut; elles sont accompagnées d'oligoclase-andésine rosée.

c) *Dans les roches éruptives basiques.*

Les andésines sont les feldspaths constitutifs fréquents des kersantites, des diorites; elles sont plus rares dans les gabbros et norites. Elles s'y présentent en masses lamellaires sans formes géométriques. Dans les diabases (ophites des Pyrénées), elles sont souvent aplaties suivant g^1 (100).

d) *Dans les roches porphyriques.*

Les andésines se trouvent en grands cristaux dans beaucoup de roches quartzifères à deux temps de consolidation [microgranulites, rhyolites, (*porphyres*), etc.]. Il s'y présentent parfois avec des formes très nettes ; ils atteignent même plusieurs centimètres de longueur, mais ils sont toujours de taille plus petite que les cristaux d'orthose quand ces derniers existent en même temps. Ce sont ces gisements qui présentent les seuls cristaux nets d'andésine dont j'ai à m'occuper ici.

Vosges. — [*Alsace*]. J'ai donné plus haut l'analyse faite par M. Osann sur l'andésine du porphyre brun du Rimbachthal. Leur

angle d'extinction sur p (001) est de — 5° à 6°, sur g^1 (010) de — 19° à 20°.

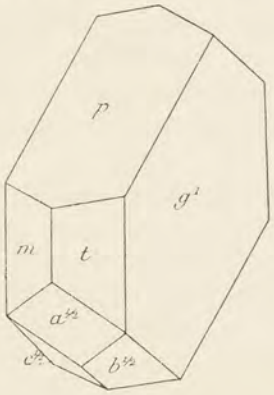


Fig. 1.
Andésine de Boulouris.

Esterel. — *Var*. La microgranulite à amphibole (porphyre bleu), située entre Saint-Raphaël et Agay (voir Michel-Lévy, *B. C. F.* 1896), renferme en grande quantité de l'andésine ; l'une des variétés de cette roche, provenant de Boulouris (Boulerie) (derrière le pensionnat) et des Petits-Caoux, en contient de grands cristaux dépassant parfois 2^{cm} ; ils ont en moyenne 1^{cm}5. Quand la roche est altérée, il est possible de les extraire.

Souvent analysés (page 177) et étudiés optiquement, ils ont été notamment examinés à ce dernier point de vue par M. des Cloizeaux (*op. cit.*, I. 310 et *B. S. M.* VIII. 313. 1885) et par M. Fouqué (*op. cit.*). J'en ai étudié un grand nombre de cristaux isolés, que je dois à l'amitié de M. Segond.

Type I. Cristaux simples ou maclés suivant la loi de l'albite. Ces cristaux sont aplatis suivant g^1 (010), allongés suivant l'arête $p\,g^1$ (001) (010), suivant l'axe vertical ou suivant l'arête $p\ g^1$. Le plus souvent les seules faces existantes sont p (001), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), m (1$\bar{1}$0) et t (110) ; les cristaux offrent le type de la fig. 1. D'autres cristaux correspondent au type II (fig. 2 de la page 25) avec quelquefois aplatissement suivant p (001). Dans les cristaux du type de la fig. 1, les formes $c^{1/2}$ (1$\bar{1}$1), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}$1) peuvent prendre autant de développement que m et t, et être accompagnées de g^2 (130), et ^2g (1$\bar{3}$0). Beaucoup de ces cristaux ont l'apparence simple : les macles de l'albite n'y pouvant être décelées qu'au microscope.

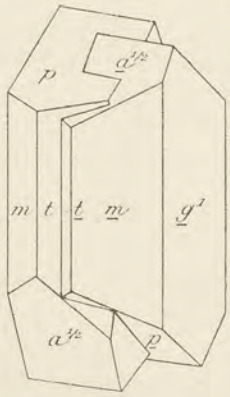


Fig. 2.
Andésine de Boulouris
(macle de Carlsbad).

Type II. Macle de Carlsbad. Ces macles présentent les deux aspects de celles de l'orthose ; les formes sont les mêmes que dans le type I, $c^{1/2}$ et $b^{1/2}$ sont absentes (fig. 2) ou réduites à de petites facettes, les faces $e^{1/2}$ (0$\bar{2}$1) et $i^{1/2}$

(021) sont rares et peu développées. Ces macles sont toujours allongées suivant l'axe vertical.

La face d'association de la macle de Carlsbad n'est pas toujours g^1 (010), mais parfois une face de la zone verticale perpendiculaire à g^1 (010). C'est là un cas analogue à celui que j'ai cité page 153, dans l'albite. Un groupement de ce genre peut se produire entre un cristal simple et une macle de Carlsbad ordinaire (fig. 3.)

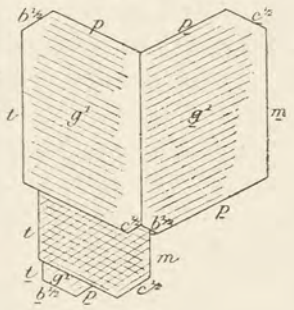


Fig. 3.

Macle de Carlsbad avec accolement suivant une face de la zone verticale perpendiculaire à g^1. (Silhouette de g^1.)

Type III. Macle de l'Esterel (fig. 6). Ces macles ont été décrites par M. des Cloizeaux (*op. cit.*, I. 310). Elles sont, en général, formées par des cristaux m ($1\bar{1}0$), t (110), p (001), g^1 (010) $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$), etc., maclés suivant la loi de l'albite et généralement aplatis suivant p ou g^1. Deux de ces cristaux se groupent entre eux par rotation de 180° autour de l'arête $p\,g^1$ avec p (001) pour face d'association. Ce groupement devrait produire un vide entre les faces p de deux des individus composants (fig. 4), mais l'un des individus se développe d'une façon exagérée, de façon à le combler (fig. 6). L'assemblage offre alors quatre faces m ($1\bar{1}0$) d'un côté, et quatre faces t (110) de l'autre, un angle rentrant entre deux de ses faces g^1, un angle saillant entre les deux autres, enfin les deux rentrants entre ses faces p (001) supérieures et inférieures. Le plus souvent, tandis que l'une des extrémités de la macle est terminée par les faces m, l'autre est formée par un pointement à quatre faces $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$), avec ou sans $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) : les formes sont comparables aux figures 14 et 16 de la macle de Four la Brouque de l'orthose.

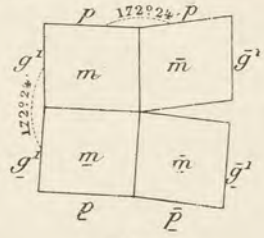


Fig. 4.

Projection sur un plan perpendiculaire à l'axe a d'une macle de l'Esterel (figure théorique).

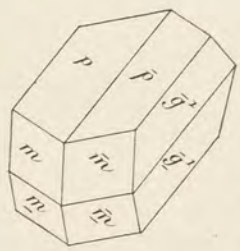


Fig. 5.

Andésine de Boulouris (macle de l'Esterel).

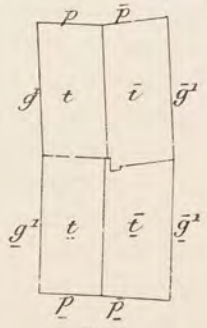


Fig. 6.

Projection sur un plan perpendiculaire à l'axe a d'une extrémité d'une macle de l'Esterel. L'angle rentrant de la fig. 4 a disparu.

Type IV. Macle de Baveno. J'ai observé un seul groupement cruciforme suivant cette loi, rappelant l'aspect des macles de l'harmotome.

Groupements complexes. — Les combinaisons de ces diverses macles sont assez nombreuses. J'ai observé notamment les suivantes, qui peuvent être comparées à celles de l'orthose de Four la Brouque.

α) Macle de Carlsbad et cristal simple. La macle de Carlsbad, allongée suivant l'axe vertical, repose sur un cristal simple de même épaisseur, allongé suivant l'arête pg^1. (Comparer à la figure 27 de la page 90.)

β) Macle de Carlsbad et macle de l'Esterel. Les relations mutuelles de ces deux macles sont les mêmes que dans la figure 24 de la page 89, dont le cristal simple serait remplacé par la macle de l'Esterel

γ) Macle de l'Esterel et cristal simple. *a*) Un cristal simple repose sur la macle de l'Esterel comme celui de la figure 10 de la page 79 repose sur une macle de Baveno. — *b*) La macle de l'Esterel englobe un cristal plus petit, maclé avec elle suivant la loi de Carlsbad.

e) *Dans les roches volcaniques.*

α) Comme élément constitutif.

Ces feldspaths sont ceux qui, dans les roches volcaniques françaises, présentent la plus large distribution (voir page 59). Dans celles du Plateau Central, l'andésine ne se trouve que comme élément accessoire des basaltes normaux, elle se rencontre en phénocristaux clairsemés dans les labradorites, les basaltes andésitiques et les andésites augitiques. Les microlites sont en partie constituées par de l'andésine-oligoclase, les grands cristaux macroscopiques par de l'andésine.

A ce propos, la roche doléritique de Beaulieu (*Bouches-du-Rhône*) mérite une mention spéciale : elle constitue une grande masse au milieu d'un basalte compact. Elle est, en partie, formée par des feldspaths aplatis suivant g^1 (010), se présentant parfois avec de petites facettes distinctes dans les nombreuses cavités de la roche, où ils accompagnent des lamelles d'ilménite, de l'augite. M. Fouqué a fait voir (*B. S. M.* XVII. 568. 1894) que ces feldspaths sont constitués par de l'andésine associée à un peu de labrador ; ils sont très zonés et entourés par de l'anorthose (fig. 21, page 33). Tous ces feldspaths sont maclés suivant les lois de l'albite, de Carlsbad, de la péricline et parfois de Baveno.

La structure de cette roche à un seul temps de consolidation rappelle celle de certaines diabases anciennes.

Les andésines sont les plagioclases macroscopiques dominant des andésites à hornblende et à biotite du Cantal, bien qu'elles soient associées parfois aux types plus acides ou plus basiques; elles y forment des cristaux atteignant 1^{cm} : je n'ai pu en extraire aucun cristal distinct.

Je renvoie page 60 pour l'indication de quelques gisements.

Ces feldspaths se rencontrent avec les mêmes particularités dans les roches microlitiques antétertiaires : ils y présentent les mêmes altérations que dans les granites.

β) Dans les tufs volcaniques.

Plateau Central. — Les tufs basaltiques du Plateau Central contiennent dans quelques localités, et particulièrement dans le massif des Coirons (*Ardèche*) et dans la *Haute-Loire*, des fragments de feldspaths hyalins à angles arrondis, très variés au point de vue de leur composition (orthose, anorthose, andésine, labrador, bytownite, etc.).

On peut se demander quelle est leur origine. Sont-ils en relation avec le magma volcanique qui les a amenés au jour et sont-ce des enclaves homœogènes, ou bien, au contraire, ne sont-ils que des fragments arrachés de la cheminée volcanique (enclaves énallogènes)? La première hypothèse est probable pour les deux gisements suivants :

Ardèche. M. Damour a analysé des fragments transparents d'andésine provenant des basaltes de Rochesauve (*B. S. M.* VI. 287. 1883). Ce feldspath a été étudié par M. des Cloizeaux et par M. Fouqué; il est accompagné de labrador, de magnétite, de sphène jaune, d'augite, etc. Il se trouve aussi en enclaves dans le basalte de la même localité. M. Gaubert a trouvé, dans les mêmes conditions, au volcan de Chenavari, des fragments arrondis d'andésine, de labrador, de sanidine et d'anorthose. Dans ces deux gisements se trouvent des enclaves grenues de norite à grains fins. (Voir à hypersthène.)

2° *Dans les schistes cristallins.*

Les andésines sont associées à d'autres plagioclases dans les schistes cristallins, et leur présence dans ces roches peut donner lieu aux mêmes observations que dans le granite. C'est surtout dans les gneiss amphiboliques qu'elles sont abondantes. Elles y forment des masses laminaires sans formes géométriques. Je citerai comme exemple la localité sui-

vante, où l'andésine se rencontre en masses blanches très caractérisées.

Plateau Central. — *Rhône*. MM. Damour, des Cloizeaux et Fouqué ont étudié l'andésine du Pigeonnier de Francheville, provenant de gneiss amphibolique décrit par Fourmet sous le nom d'oligoklasite (Drian, *op. cit.*, 289). Ce plagioclase y forme des masses laminaires blanches.

LABRADORS

LABRADOR ET LABRADOR-BYTOWNITE.

$\mathbf{Ab^1\ An_1}$ à $\mathbf{Ab_1\ An_2}$

$m = 50$ *à* $66{,}6$

Triclinique. $mt = 121°37'$ (labrador-bytownite.)

$b : c : h : 1000 : 986{,}392 : 454{,}783$. $D = 844{,}649$. $d = 522{,}725$.

angle plan de $p = 116°29'30''$;

angle plan de $m = 105°33'12''$;

angle plan de $t = 100°46'25''$.

$$\left[\begin{array}{ccc} a : b : c := 0{,}61859 : 1 : 0{,}53845 & & \\ yz = 92°38' & zx = 115°32' & xy = 90°53' \\ X = 93°20' & Y = 115°34' & Z = 92°\ 4' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001), m ($1\bar{1}0$), t ($\bar{1}10$), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$), $c^{1/2}$ ($1\bar{1}1$).

Macles. Macles de l'albite et de Carlsbad apparentes ; ces deux macles sont constantes dans les cristaux que j'ai eu l'occasion d'étudier. Macles de la péricline, de Baveno, microscopiques.

	Angles calculés		Angles calculés		Angles calculés
$m\ t$	121°37′	$p\ \bar{p}$ rentr.	173°20′	$b^{1/2}\ g^1$ gauche	114°44′
⋆ $m\ g^1$ adj.	117°30′	$p\ m$ ant.	110°50′	$c^{1/2}\ g^1$ gauche	62°59′
$t\ g^1$ adj.	120°53′	$p c^{1/2}$ adj.	125°28′	$m\ b^{1/2}$	80°52′
$m\ m$	125° 0′	$p\ t$ ant.	113°34′	⋆ $m\ a^{1/2}$ inf.	136°41′
$t\ \bar{t}$	118°14′	$p\ b^{1/2}$ adj.	122°42′	$t\ c^{1/2}$ sup.	84°12′
$p\ a^{1/2}$ adj.	98°58′	⋆ $a^{1/2}\ g^1$ gauche	90°20′	$t\ a^{1/2}$ inf.	135°12′
⋆ $p\ g^1$ droit	93°20′	$a^{1/2}\ \bar{a}^{1/2}$ sort.	179°20′		

Faciès des cristaux. Tous les cristaux de labrador qui seront décrits plus loin proviennent de roches volcaniques ; ils sont aplatis suivant g^1 (010), maclés suivant les lois de l'albite et de Carlsbad ; ils présentent

1. Ces paramètres sont ceux de Marignac-des Cloizeaux, avec des corrections que M. des Cloizeaux a bien voulu m'indiquer : ils diffèrent assez notablement

la forme de lamelles limitées par p (001), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$) avec parfois $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$).

Le labrador se présente aussi en masses grenues ou laminaires.

Clivages. Clivages parfaits suivant p (001), faciles suivant g^1 (010), difficiles suivant m ($1\bar{1}0$) et divers autres prismes. $g^{3/2}$ (150), $^{3/2}g$ ($1\bar{5}0$), $g^{9/7}$ (180), $^{4/3}g$ ($1\bar{7}0$) (plans de séparation ?).

Dureté. 5 à 6.

Densité. 2,694 à 2,716; 2,698 labrador-bytownite de La Besseyre (Fouqué).

Coloration et éclat. Blanc, gris noirâtre, gris violacé. Transparent ou translucide. Éclat vitreux, nacré sur le clivage p (001). Quelques variétés en masses laminaires présentent, dans g^1 (010), des reflets chatoyants parfois métalloïdes avec teinte jaune, rouge, verte.

Inclusions. Les labradors colorés et chatoyants renferment, en grande abondance, des inclusions lamellaires d'oligiste ou d'ilménite. On trouve aussi parfois des inclusions noires aciculaires rectilignes ou ondulées, courbes, etc., régulièrement orientées dans leur hôte (gabbros, norites, météorites). Les reflets du labrador sont liés à l'existence des inclusions régulièrement orientées suivant l'axe vertical et l'axe a.

Le labrador renferme fréquemment, en outre, des inclusions de grains extrêmement petits de divers minéraux plus anciens (augite, amphibole, magnétite, etc.), ainsi que des inclusions liquides.

Propriétés optiques. Voir page 133. Autour de n_g, dispersion $\rho > \nu$ avec *dispersion tournante* notable dans les deux systèmes d'anneaux et *dispersion inclinée* faible (Dx.).

Les données numériques suivantes ont été fournies par les cristaux des gisements étudiés plus loin.

								Angle d'extinction sur p(001)	Angle d'extinction sur g^1(010)	
		n_g	n_m	n_p	Sng	Tnp	2 V			Densité
Labrador	Chenavari	»	»	»	22°	62°	»	»	»	2,693 à 2,695
	Rochesauve	»	»	»	18 à 22°	68°	»	»	»	2,685
	Id. (Na)	1,5625	1,5578	1,5548	20°	59°	80°40′ à 82°25′	»	»	2,688
	Id. (Li)	1,5594	1,5546	1,5517	»		»	»	»	»
Labrador-bytownite	La Besseyre (Na)	»	1,5647	1,5617	31°	59°	76°10′	— 3°	— 18°	2,698

de ceux donnés, page 131, d'après M. Groth; ces derniers s'accordent mieux avec la théorie de la continuité et sont probablement plus exacts; je donne cependant ceux de Marignac, parce qu'il sont déduits de mesures effectuées sur des cristaux de composition connue. L'étude cristallographique de ce minéral est du reste à reprendre.

Composition chimique. Voir page 130.

Analyses : du labrador-bytownite *a*) des tufs labradoriques de La Besseyre, par M. Fouqué (*op. cit.*, 333) ;

b) du labrador des labradorites de la Guadeloupe par Ch. Sainte-Claire-Deville (*B. S. G.* VIII. 426. 1851);

c) de la norite d'Arvieu, par M. Pisani (*C. R.* LXXXVI. 1420. 1878) ;

d) du labrador altéré des labradorites de Belfahy, par Delesse (*A. M.* XII. 1847).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	
SiO^2.....	54,5	54,25	52,90	52,89	
Al^2O^3.....	29,8	29,89	29,40	27,39	
Fe^2O^3.....	»	»	1,30	1,24	
CaO.....	11,14	11,12	11,30	5,89	
Na^2O.....	4,5	3,63	4,28	5,24	
K^2O.....	0,3	0,33	0,30	4,58	
MgO.....	»	0,70	1,20	0,30	(Mn O)
Perte	»	»	0,43	0,28	
	100,5	99,92	101,11	99,86	
Densité	2,698	»	2,72	2,714	

Essais pyrognostiques. Fusible en un verre incolore. Très difficilement attaqué par une longue ébullition dans l'acide chlorhydrique chaud. Beaucoup de cristaux zonés s'attaquent partiellement, par suite de l'existence de bytownite ou d'anorthite.

Altérations. Les labradors présentent des altérations micacées (c'est le cas, notamment, des feldspaths appelés *vosgites* par Delesse) et la transformation en saussurite décrite page 46 (dans les gabbros); la dipyrisation y est fréquente dans les Pyrénées, etc. Les labradors des roches volcaniques se transforment en hydrargillite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements des labradors sont moins nombreux et moins variés que ceux des feldspaths précédents.

J'aurai à l'étudier dans les conditions suivantes :

1° Dans les roches éruptives et dans leurs tufs ;

2° Dans les schistes cristallins.

Les labradors accompagnent accessoirement la bytownite et l'anorthite dans les météorites (eucrites), ainsi que dans les roches de contact du granite et de la lherzolite des Pyrénées, mais ils n'y jouent qu'un rôle secondaire et y sont toujours microscopiques.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les granites.*

Les labradors se rencontrent dans les granites à amphibole plus fréquemment qu'on ne le croit généralement ; ils s'y trouvent, soit en individus distincts, soit associés, dans des cristaux zonés, à des plagioclases plus acides ou plus basiques ou même à tous deux.

Les gisements les plus remarquables à citer à ce point de vue sont ceux du sud d'Ax (*Ariège*), de Vaugneray dans le *Rhône* (vaugnérite), de l'île de la Grande-Galitte (*Algérie*).

b) *Dans les roches grenues non quartzifères.*

Le véritable gisement des labradors est constitué par les roches grenues basiques ; dans les diorites, les diabases, les gabbros et norites grenus, ils forment de grandes plages sans formes géométriques distinctes, des masses laminaires de plusieurs centimètres de côté. Dans les diabases et les gabbros ophitiques, ces feldspaths ont la forme de lames aplaties suivant g^1 (010).

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Le massif de gabbro ophitique du Pallet (*B. S. M.* XII. 238. 1889) renferme des roches à grands éléments dont on peut extraire de belles masses violacées de labrador et de labrador-bytownite (notamment à la carrière de Liveau).

Pyrénées. — Le labrador et le labrador-bytownite constituent les feldspaths dominants d'un grand nombre de diabases ophitiques (ophites) des Pyrénées ; ce sont ces feldspaths qui sont fréquemment dipyrisés (voir page 45). Ils y forment des cristaux aplatis suivant g^1 (010) ; il est fort difficile d'en extraire des lames atteignant 1^{cm}.

Les mêmes feldspaths se rencontrent aux environs de Saint-Béat dans des diabases à hornblende brune : ils y sont souvent dipyrisés. Il en est de même pour les roches analogues que j'ai trouvées au port de Saleix (*Ariège*) ; ces feldspaths sont souvent cerclés d'andésine.

Le labrador-bytownite, plus rarement le labrador, sont associés à la bytownite dans les belles diorites à gros grains du sud d'Ax (voir à *bytownite*).

Plateau Central. — *Aveyron*. La norite à grands éléments d'Arvieu renferme un labrador-bytownite en petites masses lamellaires d'un blanc laiteux à éclat nacré, dont l'analyse a été donnée en *c*). Il pré-

sente de fréquentes altérations et il est en partie transformé en grenat, albite, actinote (voir à *anthophyllite*, tome I, page 639).

Alpes et **Corse**. — C'est au labrador et au labrador-bytownite qu'il faut rapporter le feldspath de beaucoup de gabbros et de norites à grands éléments des Alpes et de Corse (Casaluna, cap Corse, etc.). Ces feldspaths sont fréquemment saussuritisés, et, dans beaucoup de localités, surtout dans les Alpes, leur transformation est complète.

Nouvelle-Calédonie. — Ces deux feldspaths se trouvent aussi dans les gabbros et norites à grands éléments, en filons dans les serpentines de la Nouvelle-Calédonie.

c) *Dans les roches microlitiques.*

Les labradors n'existent qu'en petite quantité parmi les grands cristaux des roches volcaniques acides (trachytes de la chaîne des Puys et du mont Dore); leur véritable gisement se trouve dans les roches volcaniques plus basiques qui vont être passées en revue par ordre d'importance à ce point de vue.

Le labrador et le labrador-bytownite constituent les feldspaths essentiels et caractéristiques des basaltes du Plateau Central, où les basaltes andésitiques sont rares. Suivant les localités, c'est l'un ou l'autre de ces feldspaths qui domine (voir page 58). Quelques gisements méritent à cet égard une mention spéciale : ce sont ceux dans lesquels le feldspath est distinct à l'œil nu.

a) Basaltes doléritiques — Sous ce nom, M. Fouqué a décrit (*B. S. M.* XVII. 430. 1894) des basaltes (*dolérites* des anciens auteurs français) caractérisés par l'existence d'un seul temps de cristallisation. Les feldspaths, très abondants, sont aplatis suivant g^1 (010) et enchevêtrés comme dans les diabases, englobant du pyroxène, de l'olivine, de la magnétite et de l'ilménite ; la matière vitreuse est rare ou absente.

Ces roches sont miarolitiques, et dans leurs cavités se présentent parfois des cristaux feldspathiques distincts offrant toujours l'aspect de lamelles aplaties suivant g^1 (010) avec les formes g^1 (010), p (001), a^1 ($\bar{1}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$), $c^{1/2}$ ($1\bar{1}1$) et quelquefois m ($1\bar{1}0$), t (110), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$). Ces lamelles, extrêmement minces, sont maclées suivant la loi de l'albite et souvent aussi suivant celle de Carlsbad.

Les principaux gisements à citer sont :

Plateau Central. — *Cantal.* Bouzentès près Saint-Flour, Seriers, Bescheval, Espinasse, Cussagol.

Puy-de-Dôme. Battu, environs d'Ardes.

Madagascar. — Dans les basaltes doléritiques de Diego Suarez, j'ai observé des cristaux nets de labrador possédant la forme indiquée plus haut. Dans un échantillon recueilli par M. Gautier à Marondava, le plagioclase en grands cristaux est le labrador-bytownite.

La Réunion. — Il en est de même pour les basaltes doléritiques de la rivière Saint-Étienne à la Réunion, d'où j'ai extrait de petites lames de labrador-bytownite de $0^{mm}5$ se prêtant bien à l'étude optique sur g^1 (010).

b) Basaltes à feldspaths. — Ces basaltes diffèrent des basaltes normaux en ce qu'ils renferment dans une pâte microlitique une grande quantité de phénocristaux de plagioclases pouvant atteindre 4^{mm} de diamètre. Les plus beaux types que l'on puisse citer à ce point de vue sont ceux du basalte du Mont Dore appelé « basalte demi-deuil » par Lecoq et décrit par M. Michel-Lévy sous le nom de « basalte semi-ophitique » (*B. S. G.* XVIII. 829. 1890). Dans une pâte brune ou noire se détachent de gros cristaux d'augite aplatis suivant h^1 (100), des lames blanches de plagioclases aplaties suivant g^1 (010) possèdent les faces p (001), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$), $c^{1/2}$ ($1\bar{1}1$) et quelquefois $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$). Ces cristaux sont souvent orientés, et les blocs de la roche montrent dans certaines directions non plus des lamelles, mais de fines baguettes striées qui sont constituées par les cassures transversales des premières. L'examen des propriétés optiques a montré à M. Michel-Lévy et à M. Fouqué (*op. cit.*) que la plus grande partie de ces feldspaths est constituée par du labrador avec (en petite quantité) des types plus acides et des types plus basiques (labrador-bytownite et bytownite). Ils sont maclés suivant les lois de l'albite et de Carlsbad. Ils sont associés ophitiquement avec des cristaux distincts d'augite et englobés dans un magma microlitique.

La Banne d'Ordenche, la Croix-Morand, Mareuge sont les localités à citer pour ce basalte curieux, dont les cristaux feldspathiques sont surtout très apparents sur les surfaces exposées à l'air.

Madagascar. — Des basaltes à grands cristaux de labrador se trouvent aussi à Madagascar.

Antilles. — Des basaltes et labradorites à hypersthène, riches en

grands cristaux de labrador et de labrador-bytownite, associés parfois à des plagioclases plus basiques, se trouvent en abondance à la Guadeloupe et à la Martinique. (Voir l'analyse *b*.)

c) Basaltes normaux. — Dans la plupart des basaltes d'Auvergne, la forme des microlites n'est pas facile à distinguer, à cause de la trop grande cristallinité de la roche dans laquelle les microlites sont pressés les uns contre les autres et de plus gênés dans leur développement par les autres éléments : augite, magnétite, etc. Il n'en est plus de même dans quelques basaltes très vitreux qui se sont refroidis brusquement après la production de gros microlites feldspathiques. Ceux-ci sont mis en liberté par la décomposition, à l'air libre, de la matière vitreuse qui les englobe ; ils apparaissent alors sous forme de petites paillettes jaunâtres faciles à blanchir à l'aide d'un traitement par l'acide chlorhydrique. La forme de ces paillettes est celle qui a été signalée plus haut dans les basaltes doléritiques, elle est comparable à celle de l'orthose figurée page 25 (fig. 5), avec, en plus, la macle de Carlsbad.

Le gisement le plus remarquable à signaler à cet égard est celui qui a été trouvé par M. Munier-Chalmas, et décrit par M. Michel-Lévy (*B. S. M.* X. 71. 1887), à Périer près Issoire, dans le gisement de zéolites qui sera étudié à l'article *chabasie*. L'angle d'extinction dans g^1 (010) est de — 20° à 23°. Ces lames feldspathiques présentent une grande analogie avec celles du Schiffenberg près Giessen, étudiées par M. Streng ; elles atteignent rarement 1^{mm} de plus grande dimension.

d) Labradorites. — Les labradors des labradorites du Plateau Central présentent les mêmes particularités que ceux des basaltes.

e) Andésites. — Dans les andésites augitiques et dans une partie des andésites à hornblende du Plateau Central, le labrador est le feldspath dominant en phénocristaux ; il est parfois associé à du labrador-bytownite, plus souvent à de l'andésine, qui domine dans les andésites à hornblende et biotite et surtout dans les andésites à biotite. Dans ces dernières roches, le labrador n'existe pas en microlites ; les phénocristaux de labrador des andésites paraissent être en moyenne de plus grande taille et moins aplatis suivant g^1 (010) que dans les basaltes.

Je ne me suis occupé jusqu'ici que des roches volcaniques tertiaires, pleistocènes ou modernes, les labradors se rencontrant, bien entendu, dans les roches de composition analogue d'âge antétertiaire, mais leurs cristaux, au lieu d'être vitreux et frais comme dans les roches plus récentes, sont le plus souvent troubles, opaques, ternes, colorés de

diverses façons et particulièrement en vert; ils possèdent un éclat cireux. Je ferai une mention spéciale pour les gisements suivants.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Sur la bordure nord du massif granitique du Néouvielle, depuis le pic d'Arbizon jusqu'aux environs de Barèges, ainsi que dans le massif du pic du Midi (lac Bleu), j'ai observé de nombreux filons minces de roches microlitiques. Ils se trouvent dans les roches éruptives (granite, granulite), dans les schistes et calcaires paléozoïques métamorphisés par elles. Ces filons dépassent rarement quelques mètres d'épaisseur; ils n'ont souvent que quelques centimètres. Leur composition oscille entre celle d'andésites et de labradorites (porphyrites); leur cristallinité est assez grande pour en faire presque des diabases. Parfois (ravin d'Escoubous près la Piquette déras lids en Barèges, et lac Bleu, massif du pic du Midi), ils renferment des phénocristaux de plagioclases dépassant 1^{cm} de plus grande dimension. Ces cristaux font saillie sur les surfaces exposées à l'air. Ils sont généralement troubles, d'un blanc laiteux, mais parfois (lac Bleu) ils sont vitreux et aussi frais que dans une roche volcanique moderne. Ils sont constitués par des labradors. Leurs altérations consistent en calcite et en produits micacés.

Vosges. — *Vosges. Haute-Saône. Territoire de Belfort*. Les labradorites (porphyrites), en coulées dans le culm des Vosges à Belfahy (*Haute-Saône*), Giromagny (*Vosges*) et Le Puix près Belfort, présentent de remarquables phénocristaux de labrador.

Ces roches sont très analogues au porphyre vert antique de la Laconie utilisé par les Romains. Sur une pâte d'un vert sombre se détachent des cristaux de labrador d'un vert plus ou moins clair, atteignant 2^{cm}, ainsi que de petits cristaux clairsemés d'augite. Dans les échantillons polis, on constate que les cristaux feldspathiques sont zonés et qu'ils possèdent fort souvent près de leur périphérie une zone ayant la couleur de la pâte de la roche. Ils sont aplatis suivant g^1 (010), mais beaucoup moins que ceux des basaltes récents. Leurs formes sont : g^1 (010), p(001), a^1($\bar{1}$01), $a^{1/2}$($\bar{2}$01), etc. ; ils sont maclés suivant les lois de l'albite et de Carlsbad (macles macroscopiques), de Baveno, de la péricline (macles microscopiques), et présentent des groupements de plusieurs individus qui fourniraient des observations intéressantes s'il était possible de les isoler.

Ils sont criblés de produits micacés, de calcite, etc.

d) *Dans les tufs volcaniques.*

Plateau Central. — *Haute-Loire. Ardèche.* Les tufs basiques de la Haute-Loire (notamment à La Bésseyre) et des Coirons (Chenavari, Rochesauve) renferment des cristaux arrondis transparents de labradors, associés à d'autres feldspaths et à de nombreux types d'enclaves. Fréquemment accolés à de la magnétite, de l'augite; du sphène, ils proviennent de cristallisations profondes du magma basique.

2° *Dans les schistes cristallins.*

Les labradors sont extrêmement abondants comme éléments constitutifs des gneiss amphiboliques et pyroxéniques français (*Bretagne, Plateau Central, Morvan*). Aucun gisement ne mérite cependant, à ma connaissance, une mention spéciale à cet égard, les feldspaths en question s'y présentant en grains sans contours distincts et de petite taille.

BYTOWNITES ET ANORTHITES

[$Ab_1 An_3$ à $Ab_1 An_6$] à [$Ab_1 An$ à $Ab_0 An_1$]

Triclinique : $m\ t = 120°30'$ (anorthite, Dx.).

$b : c : h = 1000 : 981{,}358 : 460{,}136$. $D = 836{,}382$. $d = 531{,}033$.

angle plan de $p = 115°10'50''$
angle plan de $m = 106°31'48''$
angle plan de $t = 100°40'\ 7''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}634185 : 1 : 0{,}55015 \\ yz = 93°13' \quad zx = 115°57' \quad xy = 91°13' \\ X = 94°10' \quad Y = 116°18' \quad Z = 92°54' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001), m ($1\bar{1}0$), t (110), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $e^{1/2}$ ($0\bar{2}1$), $i^{1/2}$ (021), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$), $c^{1/2}$ ($1\bar{1}1$).

Macles. Les macles de l'albite et de Carlsbad se rencontrent à l'état macroscopique dans les cristaux d'anorthite étudiés plus loin ; celles de Baveno et de la péricline y existent à l'état microscopique.

J'ai pris les mesures données dans ce tableau sur les cristaux d'anorthite de l'île Saint-Paul. Les angles des macles se rapportent à la macle de l'albite.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
$*mt$	120°30′	120°35′	$p\,i^{1/2}$	137°21′	137°20′	$a^{1/2}g^1$ sur $b^{1/2}$	90°23′	90°22′
$*mg^1$	117°34′	117°30′	$i^{1/2}g^1$ sur p	43°11′		$a^{1/2}\,\overline{a}^{1/2}$ sort.	179°14′	
tg^1	121°56′	121°50′	$p\,\overline{p}$ rentr.	171°40′	171°43′			
h^1g^1 gauche	87° 6′	87°17′	$e^{1/2}\overline{e}^{1/2}$ sort.	94°48′		$m\,e^{1/2}$ adj.	126°46′	
$m\,\overline{m}$	124°52′	124°49′				$m\,a^{1/2}$ adj.	136°22′	136°30′
$t\,\overline{t}$	116° 8′	116°12′	$*p\,m$ ant.	110°40′	110°39′	$m\,b^{1/2}$ sur $a^{1/2}$	98°35′	
			$p\,e^{1/2}$ adj.	125°43′	125°40′	$m\,e^{1/2}$ sur $a^{1/2}$	53°14′	
			$e^{1/2}m$ adj.	123°36′	123°34′			
						$t\,e^{1/2}$ sur $o^{1/2}$	85°10′	
$p\,a^1$ adj.	128°29′				114°14′	$t\,a^{1/2}$ adj.	134°36′	
$p\,a^{1/2}$	98°46′	99°	$p\,t$ ant.	114° 7′	122° 3′	$t\,e^{1/2}$ sur $a^{1/2}$	94°24′	
			$p\,b^{1/2}$ adj.	122° 9′		$t\,i^{1/2}$ sur $a^{1/2}$	50°14′	
$*p\,e^{1/2}$	133°14′	133°14′	$b^{1/2}g^1$ adj.	115° 7′	115°14′			
$e^{1/2}g^1$ adj.	132°36′	132°38′	a^1g^1 sur $e^{1/2}$	91°47′				
$*pg^1$ gauche	85°50′	85°57′	$e^{1/2}g^1$ adj.	117°47′	117°40′			

Faciès des cristaux. Les cristaux d'anorthite étudiés plus loin sont rarement développés d'une façon à peu près égale suivant leurs trois axes cristallographiques : le plus souvent ils sont aplatis suivant g^1 (010).

La bytownite et l'anorthite se rencontrent dans les gisements français plus souvent en masses laminaires qu'en cristaux distincts.

Clivages. Clivage p (001) parfait, g^1 (010) moins facile.

Dureté. 6 à 6,5.

Densité. 2,728 bytownite; 2,736 à 2,749 anorthite de Saint-Clément (M. Fouqué); 2,737 à 2,758 anorthite pure.

Coloration et éclat. Incolore, blanc plus ou moins laiteux, jaune, rouge par altération. Éclat vitreux. Transparente ou translucide. Poussière blanche.

Propriétés optiques. Voir page 135. Autour de n_p, dispersion $\rho < \nu$, avec faibles dispersions inclinée et tournante (?) (Dx).

Les données suivantes ont été prises sur des cristaux provenant de gisements français (Fq.).

		Sn_p	Tn_g	Extinction sur g^1	
Bytownite	Saint-Clément	57°	42° à 43°	»	
Anorthite	Nakety	57°	49°	»	
	Obock	53° à 54°	48°30′	»	
	Saint-Clément	53° à 56°	47° à 48°	— 37°	
	Saint-Paul	»	»	— 35°22′	Dx.

Sur l'anorthite de Saint-Clément, nous avons, M. Michel-Lévy et moi, mesuré les indices suivants (*C. R.* CXI. 846. 1890) (Na).

$$n_g = 1{,}586$$
$$n_m = 1{,}581\ (?)$$
$$n_p = 1{,}574$$
$$n_g - n_p = 0{,}012$$

Composition chimique. Pour la composition théorique, voir p. 130. Analyses :

a) de la bytownite de la diorite orbiculaire de Santa Lucia de Tallano, par Delesse (*C. R.* XXVII. 41. 1848) ;

b) de l'anorthite de Saint-Clément (*Lx.*) ;

c) de l'anorthite de la météorite de Juvinas, par M. Rammelsberg, déduction faite des impuretés (*in* Cohen, Meteoritenkunde, 307. 1894).

	a)	*b*)	*c*)
SiO^2	48,62	46,05	42,84
Al^2O^3	34,66	35,10	36,78
CaO	12,02	18,32	18,18
Na^2O	2,55	0,50	1,85
K^2O	1,06	»	0,35
MgO	0,33	»	»
FeO	0,66	»	»
H^2O	0,49	»	»
	100,39	100,07	100,00
Densité	2,737	»	»

M. Rupprecht a donné l'analyse de deux anorthites du val d'Orezza (*Corse*) dans une dissertation inaugurale (Erlangen, 1889) que je n'ai pas eue entre les mains.

Essais pyrognostiques. Fusible au chalumeau en un verre incolore. Facilement attaquable (surtout l'anorthite) par les acides, avec résidu de silice gélatineuse.

Altérations. Dans les gisements étudiés plus loin, l'anorthite présente les altérations micacées la saussuritisation ainsi que la transformation en wollastonite décrites page 46. La *vosgite* de Delesse est un labrador altéré.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La bytownite se rencontre dans les conditions suivantes :

1° Dans les roches éruptives ;

2° Dans les météorites ;

3° Dans les roches sédimentaires modifiées au contact des roches éruptives ;

4° Dans les roches sédimentaires modifiées par les incendies souterrains ;

5° Dans les schistes cristallins.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les roches granitiques.*

Les bytownites et l'anorthite ne se rencontrent que rarement dans les roches quartzifères. Dans les granites amphiboliques, ces feldspaths sont parfois associés à toute une série de feldspaths tricliniques moins basiques. Ces cristaux sont généralement très zonés.

L'existence de ces feldspaths basiques dans le granite amphibolique (vaugnérite) de Vaugneray (*Rhône*) explique une observation de Drian (*op. cit.*, 511) qui indique que les feldspaths de cette roche s'attaquent à la longue par l'acide sulfurique étendu.

Dans les granulites et les pegmatites, ces feldspaths se rencontrent surtout au contact de roches cristallines basiques (gneiss à pyroxène, amphibolites, cipolins) ; ils y sont le résultat de phénomènes d'endomorphisme. On s'explique aisément les variations de composition des feldspaths de semblables roches, l'irrégularité de leurs zones et l'existence fréquente, au centre des cristaux, de types moins basiques que ceux de certaines zones.

C'est à ce genre de gisement qu'il y a lieu de rapporter une partie des feldspaths de Saint-Clément (*Puy-de-Dôme*) ; les veines de granulite de ce gisement sont si intimement associées aux gneiss à pyroxène, qu'il n'est guère possible de les en séparer : je les étudierai page 202. J'en ai observé aussi de remarquables exemples dans les granites endomorphisés au contact des calcaires paléozoïques du sud d'Ax (Baxouillade en Orlu, Roc Blanc, etc.) (*Ariège*). L'anorthite constitue fréquemment une zone intérieure entre une zone de labrador et des zones périphériques de labrador, d'andésine et d'oligoclase.

b) *Dans les roches éruptives grenues basiques.*

Les gisements principaux de la bytownite et de l'anorthite dans les roches éruptives grenues sont les gabbros, les norites, les diabases, plus rarement les diorites. J'ai observé accidentellement ces minéraux dans une lherzolite.

Je ne m'occuperai ici que de quelques gisements dans lesquels ces feldspaths constituent des masses importantes dont il est possible d'extraire de gros échantillons.

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. J'ai signalé (*Nouv. Archives du Muséum*, VI. 1894) un cas curieux de production d'anorthite dans une lherzolite du Tuc d'Ess en Coulédoux. La lherzolite à grands éléments se transforme localement en une roche verte compacte, qui, au microscope, se résout en une dentelle de hornblende dont tous les vides sont remplis par de grandes plages d'anorthite, maclées suivant la loi de l'albite (fig. 30, page 39).

J'ai signalé également, dans les diallagites de Moncaup, des transformations analogues.

Ariège. Il a été question plus haut des diorites que j'ai trouvées au sud d'Ax et au pic de Bédeillat entre la petite vallée de Gnoles (montée du lac Naguille) et celle de Paraou en Orlu. Le feldspath en grands éléments atteignant parfois plus d'un centimètre est constitué souvent exclusivement par de l'anorthite ou de la bytownite, qui est en général zonée et associée à du labrador-bytownite, du labrador et de l'andésine. De même que dans les granites endomorphisés de Baxouillade dont il a été question plus haut, l'anorthite n'occupe souvent pas le centre des cristaux. Il est fort possible, du reste, que les diorites de ces gisements ne soient que des pointements granitiques entièrement endomorphisés par absorption d'assises calcaires.

Corse. — On a vu à la page 48 que le gabbro à smaragdite (*verde di Corsica*) d'Orezza renferme de l'anorthite transformée en wollastonite. Ce feldspath, ainsi que la bytownite associée parfois au labrador, paraît très abondant dans les divers gabbros, norites et diorites du N.-E. de la Corse (voir tome I, page 589) (Monte Grosso, au cap Corse) ; ces minéraux y sont souvent saussuritisés.

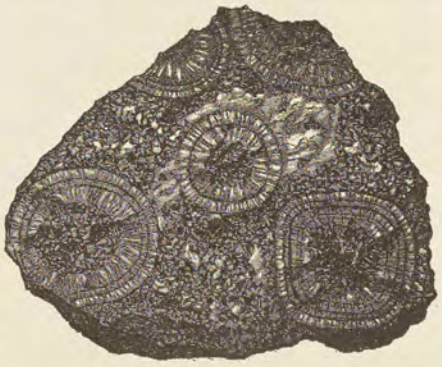


Fig. 1.
Diorite orbiculaire de Santa Lucia de Tallano.
(Réduction de $\frac{1}{2}$).

Dans les gabbros et norites de l'arrondissement de Sartène, la bytownite et l'anorthite en cristaux nets est parfois englobée dans de grandes plages pœcilitiques de hornblende (Levie, San Gavino). La bytownite est l'élément dominant de la diorite orbiculaire qui a rendu célèbre le gisement de Santa

Lucia de Tallano. Cette roche est constituée par des orbicules atteignant 8 centimètres de diamètre essentiellement constitués par du feldspath et de l'amphibole. Ils sont réunis par un mélange grenu des mêmes éléments. Les orbicules se montrent à l'œil nu, surtout constituées par du feldspath ; ils ont une structure fibrolamellaire divergeant d'un centre. Des zones concentriques sont dessinées par de l'amphibole verte. Dans certains échantillons à plus gros éléments, le feldspath existe presque seul.

Au microscope, on constate souvent une structure par secteurs : chacun de ces derniers est constitué par l'entassement de grains de bytownite, à axes obliques, offrant une association extrêmement répétée de macles de l'albite et de la péricline (fig. 2). Le plus souvent, ces macles, au lieu de former deux séries de bandelettes se coupant régulièrement, contituent une série de bandes enchevêtrées et interrompues défiant la description.



Fig. 2.
Lame mince d'un globule de la figure 1. En haut, un grand cristal de hornblende ; le reste de la préparation est formé par de l'anorthite. (Reproduction d'une photographie. Lumière polarisée.)

Tantôt les zones feldspathiques sont absolument dépourvues d'amphibole, tantôt, au contraire, ce minéral se rencontre en petits éléments clairsemés. Dans le magma à grands éléments, englobant les orbicules, la horblende verte est souvent ophitique par rapport au feldspath.

Nouvelle-Calédonie. — Les péridotites (dunites) de la Nouvelle-Calédonie sont traversées par des filons minces de nombreuses roches feldspathiques basiques (norites et gabbros), dans lesquelles l'anorthite se présente parfois en masses laminaires dépassant 5^{cm} de plus grande dimension ; cela a lieu notamment à Nakéty, sur la côte nord de l'île, d'où provient l'échantillon dont les propriétés optiques ont été données plus haut. Je dois cet échantillon à l'obligeance de M. L. Pelatan.

Dans la même région, les gabbros et norites à grands éléments sont

accompagnés par des roches finement grenues, blanches ou d'un vert émeraude, vendues dans le commerce sous le nom de *jade océanien*. Ces roches sont des diabases ou des gabbros montrant au microscope les phénomènes d'écrasement, de structure en mortier, les plus remarquables. Elles sont constituées en grande partie et parfois exclusivement par des feldspaths tricliniques (anorthite, bytownite ou labrador), avec ou sans un pyroxène qui possède une belle couleur vert émeraude à laquelle la roche doit sa couleur. C'est dans une diabase de ce genre que se rencontre l'ouwarovite décrite tome I, page 230.

Dans mon travail sur les gneiss à pyroxène (*B. S. M.* XII. 348. 1889), j'ai signalé ces roches, en faisant remarquer leur analogie avec certains gabbros à saussurite. En l'absence de documents stratigraphiques sur la région dont elles proviennent, je les avais citées pour mémoire, en les comparant aux gneiss à pyroxène de Bretagne, dont elles possèdent la structure. Des indications de M. Pelatan, il résulte que ces roches forment des filons minces dans les serpentines et qu'elles doivent par suite être rattachées au groupe des roches éruptives grenues.

c) *Dans les roches volcaniques.*

La bytownite et l'anorthite ne se rencontrent, comme élément essentiel, que dans un très petit nombre de basaltes du Plateau Central ; c'est dans des gisements coloniaux qu'il faut aller chercher des échantillons bien caractérisés de ces minéraux. Ces feldspaths se présentent avec l'aspect vitreux et la structure fendillée de la sanidine.

Obock. — Dans des basaltes envoyés d'Obock au Muséum par M. Maindron, j'ai trouvé des échantillons renfermant de grands cristaux feldspathiques d'anorthite qui atteignent 1 ^{cm}. Dans les cendres basaltiques de cette région se trouvent des fragments transparents du même minéral, qui ont permis à M. Fouqué de déterminer les propriétés optiques données plus haut. Ces échantillons ont été recueillis sur la petite plage d'une langue de terre située au fond oriental du Gubhet El Kharab.

Iles Saint-Paul et **Amsterdam**. — M. Vélain a signalé (*Descr. géol. de la presqu'île d'Aden, de la Réunion*, etc. Paris. 293. 1878) l'abondance de l'anorthite dans les basaltes des îles Saint-Paul et Amsterdam, en cristaux porphyroïdes, atteignant parfois plusieurs centimètres. Ces roches à anorthite sont remarquablement belles et offrent

la plus grande ressemblance avec les laves à anorthite décrites par M. Fouqué à Santorin.

Le même feldspath se rencontre en grande abondance en cristaux, pour la plupart isolés, dans les tufs accompagnant ces basaltes à l'île Saint-Paul ; il y forme des cristaux jaunâtres très riches en inclusions vitreuses, associés à des cristaux d'augite. Je dois à l'obligeance de M. Vélain un très joli petit cristal jaune provenant de ce gisement ; il présente environ 5^{mm} dans la direction de chacun de ses axes et offre les formes p (001), m (1$\bar{1}$0), t(110), g^1(010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01), $e^{1/2}$ (0$\bar{2}$1), $i^{1/2}$ (021), $b^1/_f{}^2$ ($\bar{1}\bar{1}$1), $e^1/_f{}^2$ (1$\bar{1}$1) (fig. 3). C'est sur ce cristal que j'ai pris les mesures données plus haut. Les propriétés optiques de cette anorthite sont très voisines de celles de l'anorthite de la Somma.

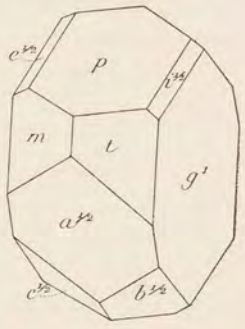


Fig. 3.
Anorthite de l'île Saint-Paul.

d) *Dans les enclaves de roches éruptives.*

Plateau Central. — J'ai indiqué, tome I, page 565, l'existence, dans les basaltes du Plateau Central, d'enclaves grenues, riches en hypersthène, augite et plagioclases. Je les considère comme des enclaves énallogènes des basaltes, bien que quelques-unes d'entre elles puissent être des enclaves homœogènes, c'est-à-dire des produits de formation du magma basaltique lui-même. La bytownite et l'anorthite constituent un élément essentiel de quelques-unes d'entre elles. Ces feldspaths se rencontrent parfois dans les enclaves homœogènes grenues des andésites, labradorites et basaltes ayant la composition de diorites ou de diabases (*Les encl. des roches volc.*).

Esterel. — *Var*. M. Michel-Lévy m'a signalé l'existence de la bytownite et de l'anorthite comme élément essentiel d'enclaves homœogènes à grands éléments trouvées dans la microgranulite à amphibole (porphyre bleu) du Dramont près Agay. J'en ai examiné un bel échantillon que je dois à l'obligeance de M. Nentien. C'est aux dépens des feldspaths de ces enclaves que se sont formées les zéolites (analcime, stilbite, laumonite) dont il sera question plus loin.

2° *Dans les météorites.*

L'anorthite et la bytownite constituent un des éléments essentiels de certaines météorites. Quelques-unes de celles-ci (type *eucrite*) sont très analogues, comme structure, à des labradorites à structure ophi-

tique (Jonzac, près Barbezieux (*Charente-Inférieure*), 13 juin 1816, et Juvinas (*Ardèche*), chute du 15 juin 1821), alors que d'autres (*howardite*), à structure extrêmement déformée par action mécanique, renferment du péridot et peuvent être comparées à des diabases à enstatite et olivine très dynamométamorphisées (Le Teilleul (*Manche*), 14 juillet 1845).

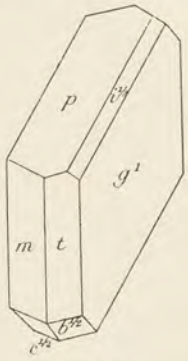


Fig. 4.

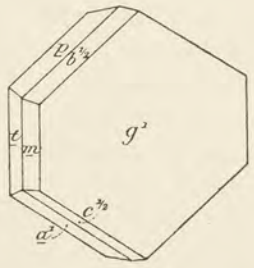


Fig. 5.

Anorthite de la météorite (eucrite) de Juvinas, cristal simple (fig. 4), cristal maclé suivant la loi de Carlsbad (fig. 5).

Dans la météorite du Teilleul, l'anorthite est en petites plages microscopiques ; il n'en est plus de même de l'eucrite de Juvinas, qui est très cristalline, miarolitique, et qui présente des géodes d'où ont été extraits les cristaux de pyroxène étudiés tome I, page 598, et des cristaux d'anorthite qui ont fait l'objet d'une description cristallographique de G. Rose et de M. von Lang (*Sitzb. Akad. Wissensch. Wien*, LVI. 1067). La fig. 4 représente un cristal décrit par ce dernier, tel qu'il a été redessiné par M. Schrauf (*Atlas der Krystallformen*, 1864) ; la fig. 5 est une macle de Carlsbad, d'après M. Tschermack.

Les cristaux sont aplatis suivant g^1 (010) et présentent les faces p (001), g^1 (010), m (1$\bar{1}$0), t (110), a^1 ($\bar{1}$01), $e^{1/2}$ (0$\bar{2}$1), $i^{1/2}$ (021), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}$1), $c^{1/2}$ (1$\bar{1}$1) ; ils sont maclés suivant les lois de l'albite et de Carlsbad.

L'examen microscopique fait voir que la roche ressemble à une brèche ignée, par places assez brisée. La structure est ophitique avec de très grandes variations dans la dimension des éléments constituant une même section mince. Les feldspaths montrent les deux macles signalées plus haut, et en outre la macle de la péricline. Quand on les étudie au point de vue de l'extinction dans les sections perpendiculaires aux bissectrices, on constate que le feldspath dominant est l'anorthite associée à de la bytownite et à du labrador-bytownite. Ils renferment des inclusions ferrugineuses analogues à celles des gabbros scandinaves.

Dans la météorite de Jonzac, le feldspath se présente en cristaux ayant les mêmes formes que dans celle de Juvinas, mais atteignant de plus grandes dimensions.

3° *Dans les roches sédimentaires métamorphisées par les roches éruptives.*

a) *Contact de la lherzolite.*

Pyrénées. — On trouvera à l'article *dipyre* la description des remarquables roches silicatées que j'ai observées au contact des lherzolites et des calcaires marneux jurassiques des Pyrénées. Dans ces roches métamorphiques, l'anorthite et la bytownite sont associées à l'orthose. Ces minéraux sont finement grenus et ne peuvent généralement être décelés que par le microscope, mais j'ai trouvé aussi [Bois du Fajou près Caussou (*Ariège*)] des cornéennes blanches presque entièrement formées par de l'anorthite en plages de plusieurs millimètres, englobant des cristaux de pyroxène, d'amphibole (structure pœcilitique). Dans l'anorthite de ces roches de contact, je n'ai observé que la macle de l'albite.

b) *Contact du granite.*

La bytownite et l'anorthite ne sont pas rares en plages finement grenues dans les cornéennes résultant de la transformation des calcaires paléozoïques par le granite. Dans tous les gisements étudiés (Normandie, Pyrénées, Plateau Central), ces feldspaths sont microscopiques.

4° *Dans les roches houillères fondues par les incendies souterrains.*

L'anorthite en microlites abonde dans les roches néogènes formées par la fusion des schistes houillers dans les incendies souterrains (voir tome I, pages 531 et 602). C'est Mallard qui a signalé le premier (*B. S. M.* IV. 230. 1881) ce minéral à Commentry (*Allier*), où il s'isole parfois dans des géodes en petites lamelles g^1 (010), aplaties suivant cette face ($g^1 p a^1 m t$). Je l'ai retrouvé à Cransac (*Aveyron*), Épinac (*Saône-et-Loire*); enfin M. Vélain m'en a communiqué de jolis cristaux provenant des mines d'anthracite de Peychagnard (*Isère*). Ils constituent des lames g^1 (010), très minces, limitées par les faces p (001), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{3/4}$ ($\bar{4}03$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), m ($1\bar{1}0$), t (110).

5° *Dans les schistes cristallins.*

L'anorthite et la bytownite sont fréquentes dans les gneiss amphiboliques et dans les gneiss pyroxéniques associés ou non à des cipolins. Quelques-uns d'entre eux méritent une mention spéciale; pour plus de détails sur ces gneiss et en ce qui concerne leur bibliographie, je renvoie à la description que j'en ai publiée (*B. S. M.* XII. 1889).

Bretagne. — *Morbihan*. Le gneiss à pyroxène de Roguédas près Vannes est connu depuis longtemps pour son anorthite, associée du reste à d'autres plagioclases. Cette anorthite est transformée en partie en wollastonite.

Plateau Central. — *Ardèche*. Des gneiss à pyroxène, à anorthite, bytownite et wollastonite, se rencontrent en bancs minces près de Saint-Félicien (à la sortie du village dans un chemin conduisant à la scierie).

Puy-de-Dôme. J'ai donné, dans le mémoire cité plus haut (p. 146), la description du gneiss à pyroxène de Saint-Clément, découvert par M. Gonnard. Cette roche avait été décrite antérieurement sous le nom inexact de « gabbro à anorthite » (*B. S. M.* IX. 46. 1886). Ce gisement de Saint-Clément est intéressant, car il renferme des roches dont les variations de composition sont dues à ce qu'aux gneiss à pyroxène sont associées des veinules de granulite qui ont été endomorphisées et qui présentent des feldspaths très divers. M. Gonnard m'a remis des gneiss à pyroxène renfermant des morceaux de feldspaths qui mesurent plusieurs centimètres de plus grande dimension : ils sont mélangés seulement d'un peu de pyroxène, alors que d'autres sont associés à du quartz. La composition de ces feldspaths oscille entre celle de l'anorthite presque pure et celle de la bytownite. Il paraît probable qu'une étude approfondie d'un plus grand nombre d'échantillons ferait découvrir, dans les roches quartzifères, des feldspaths moins basiques. Cette roche renferme des associations pœcilitiques d'anorthite et de pyroxène.

Loire. M. de Chaignon m'a communiqué un superbe gneiss pyroxénique à grands éléments analogue à celui de Saint-Clément. Dans quelques échantillons, la bytownite forme des lames de clivages de plusieurs centimètres carrés, riches en cristaux de pyroxène (structure pœcilitique). Cette roche a été trouvée en blocs dans les champs sur le bord de la route de Montbrison à Bar, à 300 m. au delà du pont qui franchit le Cotoyet. Elle constitue vraisemblablement des bancs dans les gneiss de cette région.

Saône-et-Loire. L'anorthite abonde dans les gneiss amphiboliques du Morvan et notamment dans ceux du moulin Guissenot près Broye.

Esterel. — L'anorthite est le feldspath dominant de quelques gneiss amphiboliques de Saint-Maxime.

GROUPE DES WERNERITES

Le groupe des wernerites est constitué par des minéraux quadratiques (avec hémiédrie pyramidale) clivables suivant les faces du prisme et présentant entre eux de remarquables relations, analogues à celles du groupe des feldspaths.

M. Tschermak, en effet, a fait voir (*Ber. Akad. Wien*, LXXXVIII. 1842. 1883) que leur composition chimique pouvait être interprétée en admettant qu'ils sont constitués par des mélanges isomorphes des deux termes extrêmes :

Méionite.... $Ca^4\ Al^6\ Si^9\ O^{25} = Me$
Marialite... $Na^4\ Al^3\ Si^9\ O^{24}\ Cl = Ma.$

Des noms spéciaux ont été donnés à un grand nombre de ces minéraux. On peut admettre, dans leur série, les groupements suivants :

Méionite.... Me à $Me_3\ Ma_1$
Scapolite... $Me_3\ Ma^1$ à $Me_1\ Ma_2$
Dipyre..... $Me_1\ Ma_2$ à $Me_1\ Ma_3$
Marialite... $Me_1\ Ma_3$ à Ma

correspondant aux compositions suivantes :

	Me	$Me_3\ Ma_1$	$Me_2\ Ma_1$	$Me_1\ Ma_1$	$Me_1\ Ma_2$	$Me_1\ Ma_3$	Ma
$Si\ O^2$.....	40,5	46,10	48,03	51,90	55,85	57,85	63,9
$Al^2\ O^3$....	34,4	30,48	26,16	26,47	23,73	22,35	18,1
$Ca\ O$.....	25,1	19,10	17,04	12,90	8,67	6,53	»
$Na^2\ O$....	»	3,54	4,76	7,15	9,62	10,87	14,7
Cl.....	»	1,01	1,35	2,04	2,75	3,10	4,2
	100,0	100,23	100,34	100,45	100,62	100,70	100,9

à déduire $O = 2\ Cl$.

Quelques wernerites renferment en outre un peu d'eau et d'acide sulfurique.

En 1889, j'ai fait voir d'autre part (*B. S. M.* XII. 356. 1889), par les mesures d'indices de réfraction reproduites plus loin, que les indices des diverses wernerites décroissent d'une façon continue de la méionite à la marialite, entraînant un décroissement consécutif de la biréfringence. En d'autres termes, les wernerites sont d'autant plus

réfringentes et plus biréfringentes que leur teneur en chaux est plus élevée.

La densité croît en même temps avec la teneur en chaux de 2,566 (marialite) à 2,74 (méionite).

		n_g^{ω}	$n^{p\acute{e}}$	$n_g - n_p$
Méionite	Hällesta (Suède).....	1,584	1,557	0,037
	Christiansand.....	1,592	1,552	0,037
	Somma.....	1,594	1,558	0,036
	Bolton (Mass.).....	1,588	1,552	0,036
	Malsjö.....	1,588	1,553	0,035
	Bolton.....	1,583	1,552	0,031
Scapolite	Baïkal (glaucolite).....	1,581	1,551	0,030
	Laurinkari (Finlande)....	1,583	1,553	0,030
	Arendal (Norwège).....	1,583	1,554	0,029
	Ersby (Suède).....	1,570	1,547	0,023
	Arendal (Dx.).....	1,566	1,545	0,021
	Pargas (Suède).....	1,577	1,550	0,017
Dipyre	Pouzac.....	1,558	1,543	0,015
	Pierrepoint.....	1,562	1,546	0,016
Marialite	Ile de Procida.....	»	»	0,010

Des travaux nouveaux seraient nécessaires pour préciser les relations des propriétés optiques et de la composition, mes recherches n'ayant fixé que le sens de la variation. Il serait indispensable, pour une étude de ce genre, d'analyser le cristal même qui a servi aux déterminations optiques, la composition chimique des wernerites d'un même gisement n'étant pas toujours constante. La question est cependant plus simple que pour les feldspaths, car je n'ai pas constaté de cristaux composés de groupements physiques de plusieurs des types indiqués plus haut.

Parmi les minéraux du groupe des wernerites, seuls le dipyre et la scapolite se rencontrent en France ; c'est d'eux seuls dont j'aurai à m'occuper ici.

DIPYRE

$Me_1\ Ma_2$ à $Me_1\ Ma_3$

Quadratique $b : h = 1000 : 449.177$ $D = 707.107$

$[a : c = 1 : 0{,}63523$ (Dx)]

Formes observées. m (110), h^1 (100), h^3 (210)[1], a^1 (101), b^1 (112).

1. Ou h^2 (310). Goldschmidt, *Index d. Kryst.*, III. 130. 1891.

Macles. Dans les roches à dipyre de la Loire-Inférieure, j'ai souvent observé une macle dans laquelle l'axe vertical de l'un des individus fait un angle de 90° avec celui de l'autre (fig. 4).

	Angles calculés	Angles mesurés			Angles calculés	Angles mesurés			Angles calculés	Angles mesurés	
$'mm$	90°	90°	$h^3\ h^1$		153°26′	153°33′	(G.)	$b^1\ b^4$ s. p	133°38′		
mh^1	135°	134°56′	$h^2\ h^1$		161°34′			$a^1\ b^4$	157°44′	157°30′	(Dx.
		135°	$a^1\ a^4$ s. p	*	115°9′	115°9′	(Dx.)	$m\ a^4$	112°16′	111°37′	
$m\,h^2$	153°26′		$a^1\ h^4$		122°25′	122°2′	(Dx.)	$a^1\ a^1$	135°23	135°43′	
$m\,h^3$	161°34′	161°27′, 15′(G.)	$b^1\ m$		114°11′					à 136°30′	

Faciès des cristaux. Quand le dipyre se présente en cristaux distincts, il forme des prismes quadratiques m (110) avec souvent de petites facettes h^4 (100) ; ils sont très striés verticalement. Les cristaux terminés par des sommets distincts sont rares et n'ont été trouvés qu'à Pouzac et à Saint-Béat ; le prisme h^4 (100) y est rarement plus développé que m (110). Les faces de la zone prismatique sont striées verticalement (fig. 7 et 9).

Le plus généralement les cristaux n'ont aucune terminaison géométrique ; ils sont souvent creux, arrondis et ovoïdes. Le dipyre forme fréquemment des cristaux en forme de grains d'orge ou en globules ; c'est la forme sous laquelle on le rencontre dans les roches de contact entièrement silicatées.

Déformations mécaniques. Les cristaux de dipyre des Pyrénées présentent de nombreuses déformations mécaniques ; dans les calcaires, on les trouve souvent écrasés et brisés en plusieurs tronçons que cimentent de la calcite. Dans les roches entièrement silicatées à dipyre, ce minéral est fréquemment écrasé, il présente des phénomènes de torsion, des extinctions roulantes ainsi que la structure en ciment.

Clivages. Clivage suivant m (110) plus ou moins facile suivant les gisements ; traces de clivage ou cassures transversales suivant p (001).

Dureté. 6. Fragile.

Densité. 2,62 à 2,646 (Libarrenx), 2,68 (Pouzac).

Coloration. Incolore et limpide, souvent blanc laiteux ou verdâtre, gris, noir, violacé, grâce à de nombreuses inclusions (voir plus loin). Éclat vitreux, un peu soyeux dans les variétés fibreuses. Transparent ou translucide.

Inclusions. Le dipyre est très riche en inclusions ; leur étude a un grand intérêt, car elle permet d'expliquer les différences présentées par les analyses de dipyre d'une même localité et de rejeter comme non justifié le nom de *couseranite* donné à certains dipyres.

Au point de vue des inclusions, il y a lieu de considérer successivement le dipyre des calcaires et celui des roches entièrement silicatées. Je ne m'occupe ici que des inclusions primaires, renvoyant au paragraphe *altérations* pour les inclusions secondaires.

a) *Dans les calcaires.* — Les cristaux hyalins les plus purs de dipyre renferment toujours des inclusions de calcite ; ils sont souvent creux et présentent des irrégularités de structure qui sont bien mises en évidence par les coupes minces des roches qui les renferment, aussi est-il difficile d'obtenir un cristal entier par l'attaque des calcaires par les acides.

Si des cristaux hyalins, on passe aux cristaux colorés et particulièrement aux cristaux noirs des calcaires noirs de l'Ariège (Seix, port de Saleix, étang de Lherz, port de Massat, etc.), on constate que le pigment charbonneux du calcaire s'est toujours concentré dans le dipyre ; il y est associé à des paillettes de mica, des grains de quartz. Souvent ces inclusions s'accumulent au centre du cristal dont les bords restent libres. Il n'est pas rare de trouver des cristaux de dipyre gris ou noirâtres dans un calcaire blanc ; dans ce cas, au moment de sa formation le dipyre a attiré à lui tout le pigment de la roche.

Ce sont ces cristaux noirs dont, en 1828, J. de Charpentier décrivit les caractères extérieurs (*op. cit.*, 225) et qu'il proposa de nommer *couseranite*[1]. Dufrénoy (*A. Pc.* XXXVIII. 280. 1828) en fit une nouvelle étude, les crut monocliniques, en donna l'analyse (*e*) et confirma l'opinion de Charpentier. Il est curieux qu'aucun de ces deux savants n'ait eu l'idée de comparer ce minéral au dipyre qu'ils connaissaient cependant à Engoumer, à quelques kilomètres de leur gisement de couseranite.

Dans les calcaires de Prades, j'ai souvent trouvé, dans le dipyre, des inclusions de feldspath, d'amphibole ; dans un échantillon du ravin de Nadaliss près Vicdessos, chaque aiguille de dipyre renferme un petit grenat.

1 Ce nom est tiré de celui de l'ancienne province du Couserans ; l'orthographe doit être « couseranite » ; on a écrit « incorrectement » « couzéranite », « couséranite ».

b) *Dans les schistes micacés de contact des ophites.* — Dans les schistes micacés de contact des ophites qui seront décrits plus loin, le dipyre est criblé de paillettes de mica, d'aiguilles de tourmaline, de rutile, d'actinote. On s'explique dès lors les couleurs variées, brunes, violacées, etc., des soi-disant couseranites des divers gisements et notamment de Pouzac. Tantôt ces inclusions sont distribuées d'une façon quelconque, tantôt elles sont orientées suivant l'axe vertical du dipyre.

c) *Dans les roches silicatées de contact de la lherzolite.* — Dans ces roches dépourvues de pigment charbonneux, le dipyre globuleux renferme en inclusions tous les autres éléments de la roche (mica en paillettes arrondies, pyroxène grenu, tourmaline, etc.) ; soit en fragments ultramicroscopiques, soit en individus assez gros; il en résulte alors une structure pœcilitique (fig. 1, 8, 10).

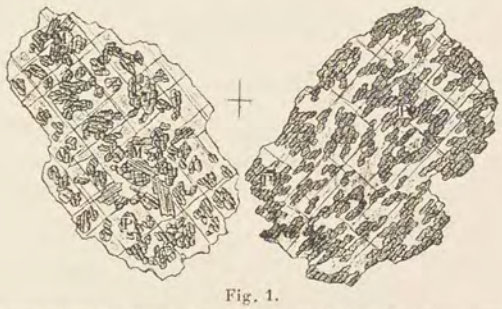


Fig. 1.

Lame mince de dipyre d'une cornéenne du bois du Fajou, montrant les inclusions de diopside dans le dipyre. (Lumière naturelle, grossissement de 100 diamètres.)

Dans les schistes micacés et surtout dans les cornéennes, les inclusions sont souvent beaucoup plus abondantes que le dipyre qui les renferme ; celui-ci est réduit à une sorte d'éponge cristalline servant de ciment aux autres minéraux. J'ai donné antérieurement de nombreuses figures de ces inclusions du dipyre (*Nouv. Arch. du Muséum*, VI. pl. 7. 8. 10. 1894).

d) *Dans les gneiss à pyroxène et à dipyre.* — Dans le dipyre des gneiss à pyroxène de la Loire-Inférieure, j'ai observé de très fines aiguilles noires opaques distribuées parallèlement à l'axe vertical de leur hôte ; elles occupent souvent le centre seulement du cristal ; elles sont insolubles dans l'acide chlorhydrique et paraissent primaires, car on les trouve aussi dans la calcite associée à ce gneiss à pyroxène.

Propriétés optiques. Un axe négatif. Les indices mesurés par M. des Cloizeaux (verre rouge) *a*) et par M. Lattermann *b*), sont les suivants :

	a)	*b*)
n_g	= 1,558	1,5545
n_p	= 1,543	1,5417
$n_g - n_p$	= 0,015	0,0128

Composition chimique. Voir p. 204, pour la composition théorique. Il y a lieu de faire remarquer qu'aucune des analyses du dipyre des Pyrénées ne montre de chlore.

Analyses : *a*) du dipyre hyalin de Libarrenx, par Delesse (*A. M.* IV. 614. 1843) ;

b) du dipyre transparent du même gisement, par Pisani (voir Dx., *op. cit.*, 227) ;

c) du dipyre de Pouzac, par M. Damour *in* Dx. (*op. cit.*, I. 229) ;

d) du dipyre de Pouzac, par Schulze, *in* Goldschmidt (*N. J.*, *Beil.*, Bd I. 226. 1881) ;

Cette dernière analyse paraît avoir été faite sur une substance renfermant des inclusions de phlogopite incolore ainsi qu'en témoigne la grande quantité de Mg O et de K^2O.

e) du dipyre noir (couseranite) du port de Saleix, par Dufrénoy (*A. M.* XXXVIII. 280. 1825).

	a	*b*	*c*	*d*	*e*
SiO^3	55,5	56,69	56,22	53,97	52,37
Al^2O^3	24,8	22,68	23,05	23,68	24,02
Fe^2O^3	»	»	»	»	»
Mn O	»	0,39	»	»	»
Ca O	9,0	6,85	9,44	8,76	11,85
Na^2O	9,4	8,65	7,68	3,55	3,96
K^2O	0,7	0,78	0,90	6,43	5,52
Mg O	»	0,49	traces	1,40	1,40
Perte au feu	»	4,55	2,41	0,98	»
	99,4	101,08	99,70	98,77	99,12
Densité :	2,646	2,62	2,65	2,613	2,69

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, blanchit et fond facilement en un verre blanc bulleux ; les cristaux noirs colorés par de la matière charbonneuse se décolorent par calcination. Difficilement attaquable par les acides.

Altérations. Les produits d'altération formés aux dépens du dipyre sont nombreux; ils se rencontrent surtout dans les schistes micacés de contact des ophites et dans le dipyre des calcaires. C'est à une partie de ces cristaux, et notamment à ceux de Pouzac, que l'on a attribué le nom de *couseranite* (page 108). M. Frossard a même proposé récemment (*B. S. M.* XIII. 187. 1890) d'employer désormais ce nom de *couseranite* pour désigner le dipyre altéré. Un semblable changement est contraire aux règles de la nomenclature scientifique; il serait peu logique, du reste, les cristaux originaux de couseranite de Charpentier et de Dufrénoy n'étant pas constitués par du dipyre altéré, mais comme je l'ai dit plus haut, par du dipyre surtout riche en inclusions variées.

J'ai observé les modes suivants d'altération :

1° *Altération sans formation de produits cristallisés.* — Le dipyre, avant de se décomposer, présente des clivages largement ouverts et prend une structure fibreuse; il est alors blanc soyeux. Au microscope, les clivages sont bordés par une zone monoréfringente et le minéral offre, entre les nicols croisés, l'apparence d'un feldspath triclinique avec bandes alternativement monoréfringentes et biréfringentes (fig. 2).

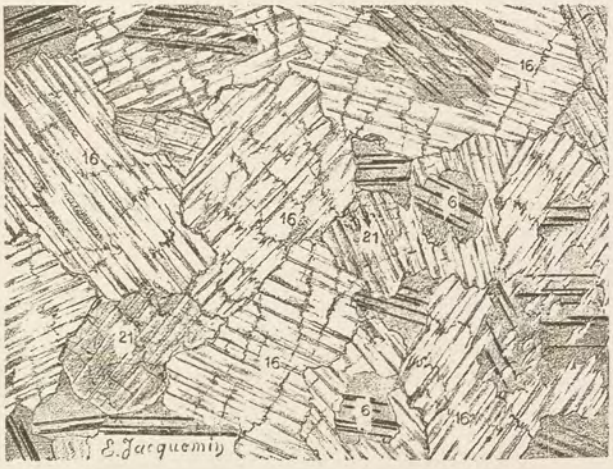


Fig. 2.
Lame mince d'un gneiss à dipyre de Saint-Brevin formé par du diopside (21), d° l'oligoclase (6) et du dipyre (16) devenu fibreux par altération.

2° *Transformation en mica.* — Cette altération est assez fréquente;

le dipyre est le plus souvent complètement transformé en un agrégat cryptocristallin de fines paillettes micacées très biréfringentes ; l'altération se propage souvent le long des clivages. Le minéral devient tendre, très difficilement fusible au chalumeau sur les bords.

C'est probablement à ce mode d'altération qu'il y a lieu de rapporter l'analyse suivante faite par M. Pisani sur les cristaux (dits couseranite), de Pouzac (voir Dx., *op. cit.*, I, p. 234).

SiO^2.....	58,33
Al^2O^3.....	20,20
FeO.....	1,90
MgO	7,20
CaO.....	0,99
K^2O.....	8,82
Na^2O.....	0,76
H^2O.....	2,35
	100,55

3° *Transformation en leuchtenbergite.* — La pseudomorphose s'effectue de la même façon que la précédente, mais les lames de la leuchtenbergite sont de plus grande taille et il est facile de déterminer toutes leurs propriétés optiques (voir tome I). Ce mode d'altération est fréquent à Libarrenx, Pouzac, etc. La formation de leuchtenbergite est souvent accompagnée de celle de calcite.

4° *Calcification et quartzification.* — Fréquemment les cristaux de dipyre sont transformés en calcite cryptocristalline, accompagnée ou non de quartz. Les plus beaux exemples de ce genre d'altération s'observent à Gerde, dont les cristaux de 1^{cm} se dissolvent presque complètement avec effervescence dans les acides en laissant un résidu pulvérulent dans lequel n'existe souvent plus trace du minéral primordial.

5° *Transformation en zéolites.* — Les gisements de dipyre des Pyrénées sont souvent riches en zéolites qui se sont formées à leurs dépens. J'ai pu, du reste, constater le fait d'une façon positive dans l'ophite de Lez où la chabasie et la stilbite forment des géodes dans le dipyre lui-même. Celui-ci montre au microscope l'altération suivant le mode 1 : c'est dans la matière colloïde d'altération que sont logées les zéolites (chabasie et stilbite).

Diagnostic. Le dipyre se distingue des autres wernerites par sa faible biréfringence, du quartz qui l'accompagne souvent par sa biréfringence

plus forte, le signe négatif de son axe optique et enfin par son système cristallin.

Ainsi que l'a fait remarquer déjà M. des Cloizeaux (*op. cit.*, 234), on trouve souvent dans les collections sous le nom de couseranite les minéraux suivants engagés dans des calcaires noirs : 1° cristaux noirs de quartz (Pouzac, pic de Ger près les Eaux-Bonnes) ; 2° hornblende noire (cirque de Troumouse, dans la vallée de Héas) ; 3° orthose noire m (110), p (001) (vallée de Héas, Seix, cap de Mont, etc.). Il faut y ajouter, en outre, 4° albite noire m (110), t (110), p (000). La forme de ces cristaux ne permet pas cependant de les confondre avec le dipyre.

On a vu en outre (tome I) que M. Charpentier a attribué à l'andalousite (chiastolite) les cristaux de dipyre noir de quelques calcaires de la Haute-Garonne.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

J'ai montré à diverses reprises la diffusion du dipyre dans les gisements les plus variés.

Les Pyrénées sont à ce point de vue fort remarquables en présentant ce minéral en abondance considérable dans toutes ses diverses conditions de gisement. Je l'ai observé :

1° Dans les schistes cristallins et les cipolins qui leur sont associés ;

2° Dans les roches d'âge secondaire métamorphisées au contact des lherzolites et des ophites ;

3° Dans des roches éruptives comme produit secondaire.

1° *Dans les schistes cristallins et les cipolins qui leur sont associés.*

Dans mon mémoire sur les *gneiss à pyroxène et les roches à wernerite*, j'ai fait voir, par de nombreux exemples, l'abondance du dipyre dans les gneiss à pyroxène grenus qui sont souvent associés à des cipolins.

Il existe fréquemment des passages entre ces deux catégories de roches ; ils se produisent par l'intermédiaire de gneiss particulièrement riches en dipyre (*B. S. M.* XII. 83-364. 1889 et *Bull. Sc. nat. de l'Ouest*, I. 173. 1891). Ces gneiss à pyroxène se trouvent en général à la partie supérieure de la série gneissique ; ils sont associés à des micaschistes granulitisés et à des roches amphiboliques.

Bretagne. — *Finistère.* Le gneiss pyroxénique à dipyre de Brun-

daonez en Guisseny (*op. cit.*, 134) est rubané, grâce à l'orientation du pyroxène et de l'amphibole. Le dipyre est l'élément blanc dominant ; il est grenu, parfois un peu allongé suivant l'axe vertical et moule une petite quantité d'oligoclase.

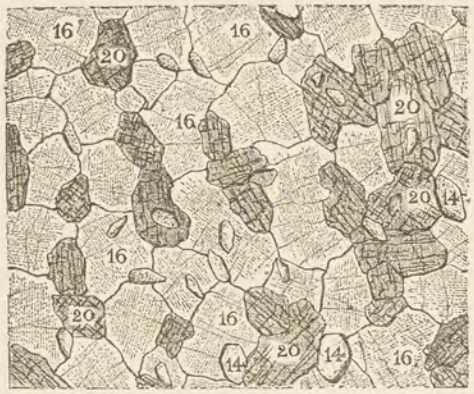


Fig. 3.
Lame mince du gneiss à dipyre de l'Étang près Saint-Nazaire. 16, dipyre avec inclusions ferrugineuses ; 14, sphène ; 20, diopside.

Loire-Inférieure. Les plus importants gisements de gneiss à dipyre que j'ai étudiés se trouvent dans la Loire-Inférieure ; l'un s'observe sur la rive gauche de la Loire, sur la route de Saint-Brévin à Corsept (de petites carrières y ont été ouvertes à Roiloup, au moulin de la Grée).

Les autres se trouvent sur la rive droite de la Loire près de Saint-Nazaire (carrière de l'Étang, à 5 km. 5 N. de cette ville, sur la route de Saint-André-des-Eaux et à 2 km. E. de la ville, et sur la côte de Villès-Martin, un peu avant le fort).

Dans tous ces gisements, les gneiss à dipyre sont des roches d'un gris jaunâtre, compactes, d'apparence souvent homogènes ; elles se brisent facilement quand elles sont riches en dipyre : c'est dans celles-ci que j'ai observé les macles à angle droit de dipyre (fig. 4).

La distribution du pyroxène ou de l'amphibole, suivant des plans parallèles, n'est pas toujours distincte dans la roche fraîche, mais dans les parties altérées on voit toujours l'indication nette du rubanement.

Les roches à grands éléments que l'on trouve dans ces gisements

sont en général des roches exceptionnelles dues à l'action de la granulite sur les gneiss à dipyre.



Fig. 4.

Lame mince d'un groupement de dipyre du gneiss à dipyre de Ville-ès-Martin. Les parties éteintes sont croisées à 90° avec celles qui sont éclairées. Le dipyre est groupé en micropegmatites avec lui-même ; il renferme des inclusions de diopside.

Quand le gneiss renferme un peu de calcite, ce dernier minéral est dissous aux affleurements par les eaux atmosphériques et laisse à découvert les minéraux qu'il englobe. Il en résulte de petites géodes dans lesquelles on trouve, mais en cristaux toujours arrondis, les éléments constituants de la roche : dipyre, pyroxène, amphibole, pyrrhotine, sphène, etc.

Le plus souvent, le dipyre est grenu, plus rarement allongé suivant l'axe vertical, mais il ne se présente jamais en cristaux mesurables. Il est parfois associé à des feldspaths (oligoclase, orthose). Il existe tous les passages possibles entre les gneiss à pyroxène riches en dipyre, dépourvus de feldspaths et les gneiss à pyroxène feldspathiques sans dipyre.

Le gisement de Ville-ès-Martin est fort remarquable, car on y voit une alternance de bancs minces de gneiss feuilletés, de cipolins et de gneiss à pyroxène. Les salbandes des cipolins sont constituées par des gneiss grenus à wernerite qui dérivent des cipolins par enrichissement de ces derniers en dipyre et disparition consécutive de la calcite. Dans ces roches de passage, j'ai observé des groupements pegmatoïdes de

dipyre dans dipyre, avec cette particularité que les individus formant la pegmatite sont disposés de telle sorte que l'axe vertical de l'un fait un angle de 90° avec celui de l'autre.

J'ai décrit de remarquables modifications métamorphiques subies par ces gneiss à dipyre au contact de la granulite (*op. cit.*, 117) ; ils deviennent à grands éléments et l'on trouve des plages de dipyre déchiquetées au milieu de grands cristaux néogènes d'oligoclase.

Pyrénées. — *Ariège*. Dans le lit même du ruisseau du Bastard descendant du port de Massat pour rejoindre le ruisseau de Massat au-dessus de l'étang de Lherz, j'ai trouvé du dipyre formant des masses fibreuses qui atteignent la grosseur de la tête et sont parfois mélangées d'amphibole. Ce dipyre se trouve dans des bancs de gneiss amphiboliques intercalés dans des gneiss grenatifères eux-mêmes associés à des lits de granulite. Malheureusement toutes ces roches sont fort altérées et ne sont visibles que dans le ruisseau ; il n'est pas possible dès lors de savoir si le dipyre y est primaire au même titre que celui de la Loire-Inférieure, ou secondaire, formé aux dépens des feldspaths des amphibolites comme au port de Saleix et à l'étang de Lherz, ou enfin formé sous l'influence de la lherzolite qui se trouve à peu de distance et développe du dipyre dans tous les calcaires du voisinage.

Toutes les roches gneissiques du ravin du Bastard sont imprégnées de *chabasie*.

2° *Dans les roches d'âge secondaire métamorphisées au contact des lherzolites et des ophites.*

Pyrénées. — La formation du dipyre est l'une des caractéristiques les plus constantes de l'action de la lherzolite et des ophites sur les calcaires, les marnes calcaires et les grès secondaires des Pyrénées.

J'ai publié deux mémoires sur ces phénomènes de métamorphisme de contact (*Nouvelles Archives du Museum*, VI. 209-308. pl. 5-10. 1894 et *B. C. F.* n° 42. 1-140. 1895), les renseignements qui suivent en sont extraits. Je crois devoir entrer dans des détails circonstanciés à cet égard à cause de l'importance des gisements de ce minéral dans les Pyrénées : des phénomènes de ce genre n'ont du reste pas été trouvés dans d'autres régions.

Les phénomènes de contact de la lherzolite et ceux des ophites présentent entre eux les plus remarquables analogies ; ils ne diffèrent guère les uns des autres que par leur intensité moins grande dans le cas des ophites que dans celui des lherzolites.

En outre du dipyre, on trouve dans tous ces contacts, comme éléments néogènes, de la tourmaline, des micas, de l'albite, des amphiboles, des chlorites, du rutile, du sphène (voir à ces espèces), plus rarement du quartz. Mais dans les sédiments modifiés par la lherzolite ils sont souvent accompagnés d'orthose, de microcline, de feldspaths tricliniques basiques, de pyroxènes. L'albite et la chlorite (leuchtenbergite), sont plus communes dans les contacts d'ophite que dans ceux de lherzolite.

L'existence constante du dipyre aussi bien au contact de la lherzolite qu'à celui de l'ophite rend parfois difficile l'exacte appréciation de la part due à chacune de ces roches dans les phénomènes métamorphiques des régions où elles existent à proximité l'une de l'autre.

Les transformations métamorphiques dues aux ophites peuvent être comparées à celles qui s'effectuent à quelque distance de la lherzolite plutôt qu'à celles que l'on observe au contact immédiat de cette roche. La lherzolite seule, en effet, détermine la formation de roches entièrement silicatées dont la cristallinité rappelle celle des schistes cristallins (schistes micacés, cornéennes, roches amphiboliques), tandis que le plus généralement les schistes micacés de contact de l'ophite sont constitués seulement par des aiguilles de dipyre et d'amphibole englobées dans une masse de mica microcristallin.

En ce qui concerne plus spécialement le dipyre, on le rencontre dans les conditions suivantes :

1° En cristaux allongés suivant l'axe vertical atteignant souvent plusieurs centimètres, ils sont engagés dans des calcaires plus ou moins cristallins ; ils sont blancs si ceux-ci sont blancs; ils concentrent généralement le pigment charbonneux que possèdent souvent les calcaires. On a vu plus haut que ces cristaux de dipyre noirs ont été autrefois considérés comme une espèce spéciale (*couseranite*). Je n'ai à citer que deux gisements dans lesquels ces cristaux de dipyre présentent des sommets distincts. Le plus généralement on n'observe que des faces prismatiques nettes. Les cristaux ont subi de nombreuses déformations mécaniques (voir plus haut) (contact immédiat des ophites et contact à distance des lherzolites).

2° En cristaux allongés suivant l'axe vertical pouvant atteindre plus de 1 centimètre et engagés, avec ou sans actinote, pyrite, dans des schistes cryptocristallins souvent calcifères. Au microscope, on constate que la pâte de ces roches est constituée par un fond de biotite microcristalline renfermant souvent des grains de quartz, des aiguilles de rutile, de tourmaline. L'albite y est plus rare.

Ces schistes sont, en général, peu cohérents, se délayent dans l'eau, ce qui les a fait désigner autrefois sous le nom d'argiles talqueuses. Ils passent aux calcaires par acquisition de calcite (contact immédiat des ophites) ; ils sont le résultat de la transformation de marnes calcaires.

3° En cristaux globuleux dans les roches entièrement silicatées de contact immédiat de la lherzolite provenant de marnes calcaires. J'ai distingué les types suivants parmi ces roches :

a) *Cornéennes.* — Ce sont des roches très denses blanches, grises,

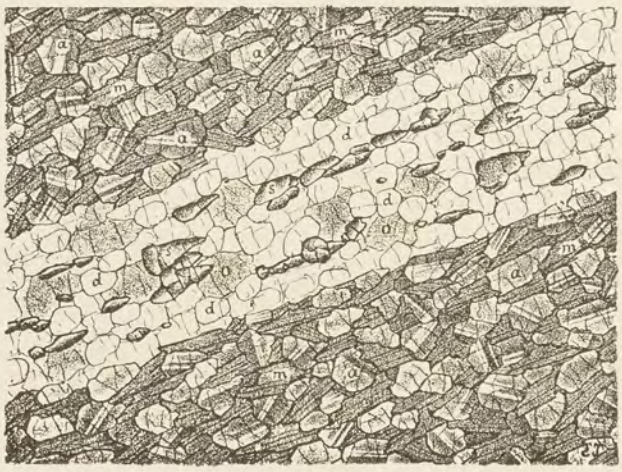


Fig. 5.

Lame mince d'un schiste micacé traversé par un lit mince de cornéenne (Fontête-rouge) : bytownite (*a*), biotite (*m*), dipyre (*d*), orthose (*o*), sphène (*s*). (*Lumière naturelle.*)

noires ou brunes, tantôt à éléments très fins, tantôt à éléments de plusieurs centimètres de plus grande dimension. Par leurs caractères extérieurs, elles rappellent quelques gneiss à dipyre de la Loire-Inférieure. Leurs éléments essentiels sont constitués par le dipyre (qui forme souvent plus de 80 % de la roche), des feldspaths (variant de l'orthose à l'anorthite), des pyroxènes, des amphiboles, de la tourmaline, du mica, du

sphène, du rutile. Elles sont fréquemment rubanées par suite de la concentration de leurs éléments colorés dans des lits distincts. Les plus grandes variations existant dans ces cornéennes tiennent à la coexistence de plusieurs de ces minéraux comme élément essentiel ou à l'existence de l'un seulement d'entre eux. Parfois les cornéennes riches en dipyre forment des lits minces au milieu des schistes micacés (fig. 5).

La structure est grenue, mais présente des variations individuelles considérables. Le dipyre est souvent comme spongieux, englobant une quantité considérable de grains de pyroxène, d'amphibole, de tourmaline, des paillettes de mica et présentent tous les types possibles de structure pœcilitique.

b) *Schistes micacés.* — Ces schistes ressemblent parfois à des micaschistes, tant est grande leur cristallinité. Leur minéral caractéristique est la *biotite* ; elle est toujours accompagnée d'un élément blanc, dipyre ou feldspath (orthose, oligoclase-albite, bytownite ou anorthite).

Ils peuvent à l'œil nu être distingués en deux groupes. Dans les *schistes micacés tachetés*, on observe, au milieu de la biotite riche en inclusions de pyroxène et de tourmaline, des taches blanches ayant de

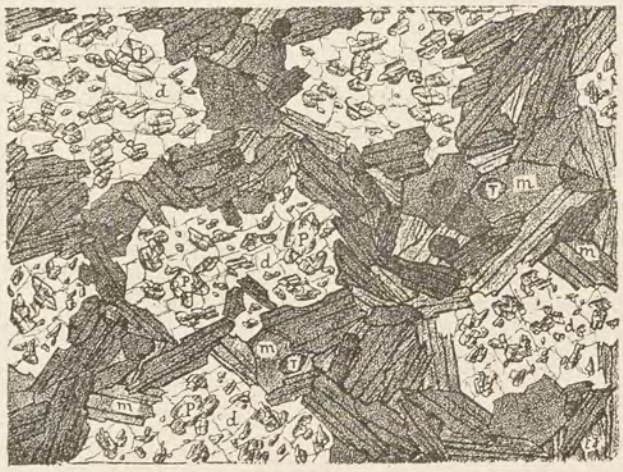


Fig. 6.

Lame mince d'un schiste micacé tacheté à dipyre de la croix de Sainte-Tanoque en Lercoul. — Éponges de dipyre (*d*) englobant du pyroxène (*p*) et moulées par de la biotite (*m*) et de la tourmaline (T). (*Lumière naturelle.*)

1^{mm} à 1^{cm} de diamètre ; elles sont le plus généralement constituées par un globule de dipyre renfermant en inclusions les minéraux précités,

ou plus rarement par un mélange d'anorthite, de pyroxène avec ou sans dipyre.

Dans une autre catégorie de schistes micacés, il n'existe plus de taches blanches, le dipyre ou les feldspaths (variant de l'orthose à l'anorthite avec souvent ces deux types extrêmes intimement associés), ou bien ces minéraux réunis sont régulièrement grenus ou généralement moulés par de la biotite. La structure de beaucoup de ces roches est remarquablement identique à celle des schistes micacés de contact du granite, alors que dans d'autres, elle rappelle celle des micaschistes. Quelques-uns de ces schistes renferment du quartz, de la hornblende.

Ces divers schistes micacés à dipyre alternent avec les cornéennes ; il existe des termes de passage entre ces deux catégories de roches.

c) *Roches amphiboliques.* — Ces roches présentent deux types : l'un a l'aspect d'une diorite, il est formé en grande partie par l'enchevêtrement de longues aiguilles de dipyre et d'actinote. L'autre offre l'apparence d'une amphibolite ; mais au microscope, il se montre généralement riche en feldspaths basiques grenus, parfois en dipyre, en calcite et en sphène.

Dans toutes ces roches de contact immédiat de la lherzolite, le pigment charbonneux qui les colorait originellement a disparu ; il n'en est pas de même quand on observe les mêmes roches à quelques mètres de distance de la lherzolite.

Les diverses roches métamorphiques qui viennent d'être énumérées sont parfois traversées par des filonnets de dipyre obliques à la schistosité, plus rarement par des filonnets de quartz renfermant du dipyre, de la muscovite, de la zoïsite, etc. Enfin, leurs fissures sont tapissées de nombreuses zéolites qui seront étudiées plus loin.

4° En cristaux allongés dans des quartzites micacés résultant de la transformation des grès d'âge secondaire au contact des ophites.

Je passerai rapidement en revue les principaux gisements de ces divers types de dipyre.

Basses-Pyrénées[1]. Le dipyre existe au contact des ophites dans les calcaires de la tranchée du chemin de fer qui précède le tunnel de Villefranque, sur la voie de Bayonne à Ossès (avec albite et quartz), sur le bord de la mer, entre Biarritz et Caseville.

1. Les renvois à *op. cit.* sont relatifs à mon mémoire *B. C. F.*, n° 42. 1895. J'y ai fait la bibliographie de la question, sur laquelle je ne reviendrai pas ici.

Le dipyre se rencontre, bien qu'en faible quantité, dans des cornéennes à biotite, pyroxène, sphène, métamorphisées par une syénite augitique au km. 9 de la route d'Arudy à Saint-Christau (marnes calcaires ou flysch cénomanien, d'après MM. Seunes et Beaugey, qui ont décrit ce gisement).

Le gisement de Libarrenx mérite une mention spéciale, car c'est là qu'en 1786, Gillet de Laumont et Lelièvre ont découvert le dipyre. J'ai pu étudier leurs échantillons conservés au Muséum (coll. Gillet de Laumont). Le gisement se rencontre à 2 km. au sud de Mauléon, un peu en avant du moulin de Libarrenx (com. de Gotein-Libarrenx) et dans le lit même du Saison. La zone métamorphisée est actuellement noyée dans le gave.

Le dipyre se trouve : 1° dans un calcaire jaune en cristaux de 2 à 3^{mm}, souvent calcifiés avec phlogopite, leuchtenbergite, pyrite et grands cristaux de quartz; 2° dans des schistes micacés en cristaux hyalins avec faces *m* (110) et h^1 (100) nettes ou en cristaux globuleux à forme de grains d'orge.

Les pseudomorphoses en leuchtenbergite sont fréquentes. L'analyse donnée plus haut a été faite par Delesse sur le dipyre de ce gisement.

Le dipyre se rencontre aussi, mais rarement dans les calcaires et gypses à quartz, leuchtenbergite, rutile, tourmaline (voir tome I, page 105), etc., des carrières de gypse de Lys.

Hautes-Pyrénées. Le gisement de Pouzac est un des plus célèbres des Pyrénées. La halte de Pouzac est située sur un petit pointement de syénite néphélinique entouré par une ophite. Contre celle-ci vient s'appliquer une épaisse série de couches sédimentaires métamorphisées qui peut être suivie vers le sud sur le chemin de Bagnères-de-Bigorre jusqu'à Montloo, sur près de 1200 mètres. M. Frossard, qui étudie ce gisement depuis plus de 40 ans, a donné la liste détaillée des minéraux que l'on y rencontre (*Bull. Soc. Ramond* 1888).

On peut y distinguer, comme dans les autres contacts d'ophite (*op. cit.* 102), des calcaires à minéraux parmi lesquels domine le dipyre et des schistes micacés à dipyre.

Le dipyre est particulièrement remarquable dans des calcaires blancs marmoréens tachetés de jaune qui se trouvent entre l'ophite et la syénite néphélinique et tout près de cette dernière. Ils renferment de grands cristaux hyalins de dipyre atteignant plusieurs centimètres

parmi lesquels on trouve, bien que rarement, les faces a^1 (101) et b^1 (112) associées aux prismes m (110), h^1 (100) (fig. 7), h^3 ou h^2 (310). Ils sont accompagnés par de l'actinote, de la trémolite, de la phlogopite et de la pyrite. Ce dipyre est toujours intact, mais dans les calcaires jaunes, il est souvent épigénisé par de la calcite ; il y est accompagné par du quartz et des paillettes hexagonales de leuchtenbergite.

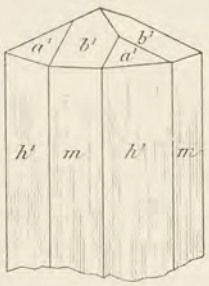


Fig. 7.
Dipyre de Pouzac.

Je ne crois pas que le dipyre existe dans les calcaires renfermant des cristaux d'albite. Près de la maison Amaré se rencontrent des calcaires extrêmement riches en dipyre violacé (ancienne *couseranite*) et en actinote verte ; ces cristaux atteignent 1 cm et sont parfois si abondants qu'en s'enchevêtrant ils forment le squelette de la roche qui est remplie par de la calcite grenue associée à de la magnétite, de la biotite et de la tourmaline. L'actinote est postérieure au dipyre.

La disparition de la calcite conduit à des schistes micacés crypto-



Fig. 8.
Lame mince d'un schiste micacé à dipyre de Pouzac. Globules de dipyre (*d*) et d'actinote (A) renfermant des paillettes de biotite et des aiguilles de tourmaline, englobées dans de la biotite (*m*), de la tourmaline et de la calcite. (*Lumière naturelle.*)

cristallins dans lesquels le dipyre et l'actinote forment de grands cristaux porphyroïdes (fig. 8). Fort souvent le dipyre ne forme pas de

cristaux nets comme dans les calcaires, mais constitue des globules ovoïdes rappelant la forme de grains d'orge.

Sur la rive droite de l'Adour, en amont de Bagnères-de-Bigorre, il existe des calcaires à dipyre, à Gerde et à Asté. Les cristaux de Gerde se trouvent en grande abondance dans un calcaire jaune sous forme de longs cristaux quadratiques à arêtes nettes; ils sont totalement calcifiés; il existe aussi des schistes micacés à dipyre dans ce gisement. Des roches analogues existent à Argelès-Debat, dans le lit du Sus, petit affluent de l'Arros; M. Frossard a signalé le dipyre à Ossun (route de Pontacq) où je ne l'ai pas observé moi-même.

Haute-Garonne. Le calcaire marmoréen de Saint-Béat renferme, au Cap de Mont, des cristaux hyalins et incolores de dipyre atteignant 4^{cm} de longueur. Dans la carrière de Rie, j'ai trouvé de petits cristaux également transparents présentant les pointements a^1 (101) souvent arrondis. Dans les calcaires noirs du Cap de Mont, le dipyre est lui-même noir.

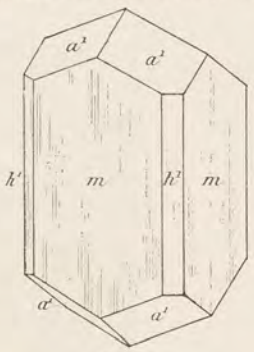


Fig. 9.
Dipyre de Saint-Béat.

Le calcaire de Saint-Béat renferme de très nombreux autres minéraux (trémolite, orthose, albite, tourmaline, mica, quartz, apatite, fluorine, etc.), qui sont étudiés dans cet ouvrage.

Tous les calcaires et grès secondaires des environs de Saint-Béat sont riches en dipyre; il faut faire une mention spéciale pour les calcaires et les grès coupés par la route de Saint-Béat à Boutx, au voisinage de la tour de Lez : ils se trouvent en contact avec l'ophite; j'y ai décrit notamment des cornéennes et des grès micacés tachetés (*op. cit.*, 98). Le dipyre, associé au pyroxène blanc jaunâtre, remplit souvent des fentes de ces roches métamorphiques et forme d'intéressants échantillons de collection sur lesquels M. Gourdon a appelé mon attention. Des roches analogues à celles de cette route se rencontrent à Cierp près Marignac, sur le prolongement de la bande triasique de Lez.

Leymerie (*Géol. de la Haute-Garonne*) a signalé le dipyre dans les calcaires du Ger de Boutx ainsi qu'au contact de l'ophite de Cazaunous; on la trouve aussi à Moncaup, à Arguénos, au voisinage de l'ophite.

Le dipyre est extrêmement abondant dans les calcaires et les schistes

quartzomicacés de la route de Sengouagnet à Portet, au voisinage du tuc d'Ess. A la Coume de Bareille, j'ai recueilli des schistes micacés quartzeux, très durs, ressemblant, à s'y méprendre à l'œil nu, aux cornéennes à andalousite de contact du granite. Sur les surfaces exposées à l'air, le dipyre forme de petites masses verruqueuses globulaires. Au contact immédiat de la lherzolite du tuc d'Ess, les calcaires liasiques des métairies du Tou sont profondément métamorphisés; on y trouve (*op. cit.*, 80), les calcaires à minéraux, les schistes micacés (fig. 10) (souvent quartzifères), les cornéennes et les roches amphiboliques énumérées plus haut. Le dipyre est extrêmement abondant et forme souvent, dans ces roches métamorphiques, des filonnets obliques à leur schistosité.

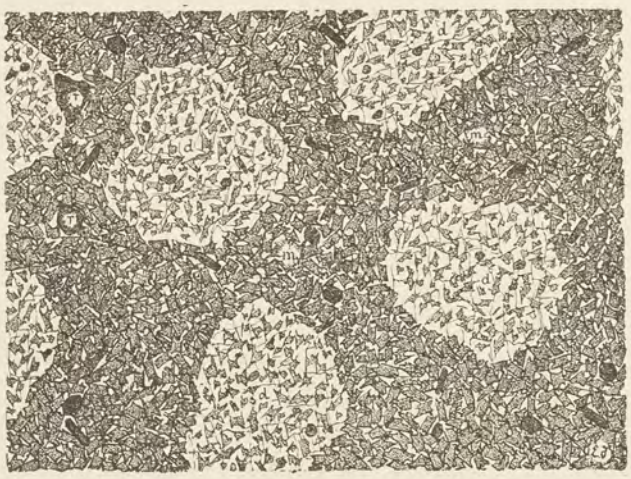


Fig. 10.

Lame mince d'un schiste micacé tacheté du Tou. Tache de dipyre (d), riche en paillettes de biotite (m) et en cristaux de tourmaline (t) qui constituent avec du quartz le fond de la roche. (*Lumière naturelle.*)

Les calcaires jurassiques des environs de Portet d'Aspet (route du col de Portet, de Saint-Lary, col de Balagué, etc.), sont extrêmement riches en dipyre blanc ou noir (suivant les couleurs du calcaire qui les renferme), parfois associé à de la trémolite, du mica, de la pyrite, etc. Ces gisements étaient connus de J. de Charpentier et de Leymerie.

Ariège. Les calcaires à dipyre de Saint-Lary sont le prolongement de ceux de Portet. Les environs d'Engoumer, sur le bord du Lez,

entre Saint-Girons et Castillon, ont été signalés par de Charpentier comme riches en dipyre. Ce minéral se rencontre dans les mêmes conditions et les mêmes gangues qu'à Libarrenx.

Les schistes micacés à dipyre de Loutrein (ou Lottringen) et ceux de la forge d'Engoumer ne se trouvent plus guère que dans les vieilles collections et ce n'est que dans les calcaires que l'on peut actuellement trouver le dipyre. Le même minéral existe dans tous les calcaires liasiques de cette région au voisinage des ophites, M. Caralp les a notamment signalés (*Ét. géol. sur les Pyrénées Centrales*. 279. 1888) à Cescau près Castillon, et dans la vallée de Betmale, à Ourjou, Aulignac-en-Bordes-sur Lez.

J'ai découvert récemment à la ferme de Coumes en Audressein et à la butte de Castera près Castillon, sur le versant regardant Cescau, des lherzolites serpentinisées, associées aux ophites et modifiant d'une façon intense les marnes liasiques qui sont transformées en divers types de cornéennes et de roches amphiboliques à grands éléments de dipyre : plus loin du contact, ces masses se transforment en schistes micacés noduleux, en schistes tachetés de moins en moins cristallins. De magnifiques échantillons de calcaires cristallins riches en cristaux hyalins ou rosés de dipyre, accompagnés de pyrite, d'actinote, etc., se trouvent au tuc de Coumes, à Salsein, etc.

Le dipyre (noir et blanc) abonde dans les calcaires jurassiques au voisinage de l'ophite qui se trouve entre Seix et Sentenac (rive g. du Salat). C'est aux environs de Seix, à environ 2 km. au sud de ce village et au-dessus du chemin qui conduit au pont de la Taule, que J. de Charpentier a trouvé, pour la première fois, les cristaux noirs de dipyre qu'il prit pour une espèce spéciale et décrivit sous le nom de couseranite (*Ess. géogr. sur les Pyrénées*. 226). Cette indication géographique a été inexactement rapportée par les auteurs qui ont suivi J. de Charpentier et qui indiquent le dipyre au pont de la Taule ; celui-ci est construit sur les calcaires griottes paléozoïques qui ne renferment pas de dipyre, minéral exclusivement cantonné dans les calcaires secondaires.

Les beaux cristaux de dipyre se rencontrent particulièrement aux environs de Seix dans les rochers calcaires qui bordent la route du pont de La Quorre (beaux cristaux hyalins et groupés en gerbes atteignant un décimètre de longueur). Entre cette route et Sentenac,

de superbes cristaux noirs se trouvent dans les calcaires noirs du hameau de Bouche. J'ai recueilli des cornéennes et des roches amphiboliques à très grands éléments de dipyre en Bleychen, sous Sentenac, au hameau de la Soumères, etc.

La bande calcaire allant de Seix à Aulus renferme du dipyre ; il a été notamment signalé au pic de Géoux (picou de Geux), au col de la Trappe. Il abonde à la porte d'Aulus dans toutes les montagnes calcaires qui dominent la route au nord ; il y est souvent associé à de la trémolite.

On le trouve dans la même zone calcaire depuis Aulus jusqu'au delà du port de Saleix. Dans ce dernier gisement, la zone à dipyre se trouve dans les assises des calcaires du lias moyen, intercalées entre la brèche du lias inférieur qui repose sur le gneiss et la brèche blanche du jurassique supérieur (*op. cit.*, 75). Il forme de grands cristaux noirs qui, avec ceux de la région de Lherz dont il sera question plus loin, sont les plus gros qui existent dans les Pyrénées ; ils atteignent 4^{cm} de longueur. Les faces m (110) et h^1 (100) seules sont nettes. Ces cristaux sont surtout engagés dans un calcaire noir et ils sont eux-mêmes extrêmement riches en pigment charbonneux. Ils sont parfois associés à des débris de fossiles (*bélemnites*, *pecten*, *æquivalvis*, moules acéphales, etc.). Le dipyre est associé à la tourmaline et à quelques paillettes de mica. Ce gisement de dipyre était connu de J. de Charpentier et de Dufrénoy, qui citent ces cristaux noirs comme type de leur couseranite.

Il existe aussi au port de Saleix des calcaires extrêmement riches en matière charbonneuse et en grains ovoïdes de dipyre qui doivent leur forme arrondie à des déformations mécaniques.

Intercalés au milieu de ces calcaires, se trouvent des schistes et des quartzites micacés, riches en matière charbonneuse, qui contiennent du dipyre globulaire ; ils sont coupés par des filonnets[1] minces de quartz renfermant du *dipyre*, de l'actinote, de la muscovite. A leur contact, les schistes sont plus cristallins et la matière charbonneuse est transformée en graphite.

1. Les fissures de ces schistes sont aussi parfois tapissées de cristaux de zoïsite blanc de lait, atteignant 5^{mm} de longueur ; ils présentent les faces m (110) et un clinodome arrondi. C'est un nouveau genre de gisement de zoïsite à ajouter à ceux qui ont été cités page 133 du tome I.

Ces roches à dipyre se prolongent à l'est, dans la direction de Vicdessos, sur la rive gauche du ruisseau de Saleix. J'ai montré que le dipyre de tous les gisements de la zone calcaire, située entre Aulus et le port de Saleix, était en relation avec les importants massifs de lherzolite qui se trouvent sur le flanc nord de cette région montagneuse (étang de Lherz ; ravins de la Plagnole, de l'Homme-Mort et de Lherz débouchant dans le ravin du Bastard; enfin près du port de Massat, rochers de Bernadouze, de l'Escourgeat et divers autres points de la forêt de Freychinède sur la rive droite du ruisseau de Suc).

Les plus gros cristaux de dipyre de cette zone se trouvent dans les calcaires liasiques noirs sur le sentier allant du col d'Eret à l'étang de Lherz (et tout près du contact des calcaires jurassiques et des schistes cristallins), ainsi qu'à la montée du port de Massat, entre la tourbière de Bernadouze et le port (côté sud du port). Ils atteignent 4^{cm} de longueur; les faces de la zone verticale sont particulièrement nettes.

Au voisinage immédiat du massif lherzolitique de l'étang de Lherz, des fragments de calcaire à dipyre se trouvent dans la brèche du jurassique supérieur dans le ravin d'Artigous.

Au contact de la lherzolite, dans les ravins de la Plagnole (pic de la Fontête rouge), de l'Homme-Mort, j'ai décrit (*op. cit.*, 63) une grande variété de roches à dipyre (schistes micacés non tachetés et parfois amphiboliques, cornéennes souvent feldspathiques, roches amphiboliques et enfin calcaires à minéraux). Dans les contacts de l'Escourgeat et de la forêt de Freychinède, les roches dominantes sont des schistes tachetés à dipyre, des roches amphiboliques feldspathiques, et enfin tous les types de cornéennes à dipyre. A l'Escourgeat, j'ai trouvé des blocs de dipyre fibreux atteignant la grosseur du poing.

Aux environs immédiats de Vicdessos, le dipyre abonde dans les calcaires liasiques en cristaux allongés, associés à de la trémolite. Dans le ravin de Nadaliss et particulièrement au pic del Picouder, au nord du bourg, on peut recueillir de forts beaux échantillons de ce minéral; il s'y trouve en cristaux d'un blanc de lait [m (110), h^1 (100)] remarquablement nets et atteignant 1^{cm} de longueur; ils font saillie sur les surfaces exposées à l'air et sont parfois extraordinairement abondants. Ils sont accompagnés de biotite et d'amphibole verte, de sphène, de quartz, etc. Dans un de mes échantillons, chaque cristal de dipyre renferme des inclusions de grenat, minéral excessivement rare dans les contacts de lherzolite.

Dans ces deux gisements, j'ai observé des roches entièrement silicatées, riches en dipyre (schistes micacés quartzifères, cornéennes, roches amphiboliques). Il y a lieu de faire, parmi celles-ci, une mention spéciale pour une roche composée de longs cristaux de dipyre et d'amphibole vert foncé rappelant les ophites dipyrisées qui sont étudiées dans le chapitre suivant.

Un autre gisement fort remarquable est celui que j'ai découvert dans la même région à la Croix de Sainte-Tanoque, au N.-O. de Lercoul. Des calcaires à dipyre, pyroxène, mica, alternent avec des schistes micacés tachetés à dipyre ou à feldspath, et avec des cornéennes à dipyre. Ce dernier minéral se rencontre, du reste, sporadiquement dans les calcaires entre Sem (mine de Rancié) et Lercoul.

Sur la rive droite de l'Ariège, il existe de nombreux gisements de dipyre. Le plus septentrional est celui d'Arnave. Dans les carrières de gypse à l'entrée du village ainsi que sur la route de Cazenave (jusqu'au tournant de la route avant d'arriver au Castelet) et près de la chapelle Saint-Paul, les calcaires du trias sont riches en dipyre, associé à de l'actinote et de la leuchtenbergite. Sur la route de Cazenave, j'ai recueilli, dans des calcaires jaunes, des cristaux de dipyre ayant plus de 6^{cm} de longueur sur 1^{cm} de largeur; ils sont toujours plus ou moins transformés en calcite et en leuchtenbergite et parfois associés à de l'actinote.

Des calcaires blanc rosé, intercalés dans le gypse d'Arnave, m'ont fourni de jolis cristaux transparents, blanc verdâtre, de dipyre associés à du mica, à des cristaux d'albite accolés sur ceux de dipyre, etc.

Enfin, ces mêmes carrières d'Arnave renferment des schistes micacés à dipyre et amphibole offrant la plus grande analogie avec les roches similaires de Pouzac.

Toutes les roches métamorphiques de ce gisement sont en relation avec une ophite.

Entre le massif de schistes cristallins du pic Saint-Barthélemy et l'Ariège, se trouve une chaîne de calcaires secondaires du même âge que celle de Vicdessos, Lherz, Aulus, Seix, qui a été passée en revue plus haut; le dipyre y abonde partout où il existe à proximité des ophites et des lherzolites.

Les coteaux calcaires situés à la limite des communes de Lordat et de Vernaux m'ont fourni non seulement de nombreux exemples de

calcaires blancs à beaux cristaux de dipyre, mais encore une très nombreuse série de schistes micacés tachetés, de cornéennes et de roches amphiboliques à dipyre. Dans ce gisement, les roches métamorphiques sont très souvent traversées de veinules de dipyre grenu atteignant plus d'un centimètre d'épaisseur.

Plus au sud-est, dans le ravin du bois du Fajou près Caussou, se trouve un remarquable contact de lherzolite et de calcaire liasique (*op. cit.*, 45) offrant tous les types de roches métamorphiques décrits plus haut et particulièrement les *schistes tachetés à dipyre*, des roches amphiboliques et une très grande variété de cornéennes à dipyre et à feldspath.

La bande calcaire que nous venons de suivre s'infléchit vers l'est pour gagner le département de l'Aude ; aux environs de Prades, les calcaires à dipyre abondent, mais ce minéral ne s'y présente pas en très grands cristaux. De même, les roches entièrement silicatées à dipyre y sont moins développées que dans les autres gisements de l'Ariège. Le dipyre s'y observe souvent en filonnets ou en nodules associés à du pyroxène, du quartz, de la prehnite.

Aude. Ces mêmes calcaires à dipyre se trouvent sur la route de Prades à Belcaire et particulièrement aux environs de Camurac; je ne les ai pas suivis plus loin.

Pyrénées-Orientales. Je cite comme document le dipyre des calcaires de la vallée de l'Agly; je ne l'y ai pas retrouvé. Durocher considère ces calcaires comme crétacés et métamorphisés par le granite (*A. M.* VI. 82. 1844). J'ai montré (*B. C. F.* n° 53. 1896) que cette opinion est inexacte, le granite des environs de Saint-Paul de Fenouillet se trouvant en galet dans le trias.

Algérie. — Il existe en Algérie beaucoup de pointements ophitiques associés à des gypses et à des calcaires renfermant, d'après MM. Curie et Flamand (*Les roches éruptives d'Algérie*, 1890), des minéraux qui offrent une grande analogie avec ceux se trouvant dans les Pyrénées dans de semblables conditions : dipyre, tourmaline, albite, pyrite, etc. (Aïn Nouissy, env. de Dublineau). Je n'ai personnellement pas eu l'occasion de voir le dipyre de ces gisements qui n'a fait, jusqu'à présent, l'objet d'aucun travail détaillé.

D'après ces deux géologues, la roche à dipyre et amphibole décrite page 231 ne serait pas une ophite dipyrisée, mais une marne calcaire

métamorphisée. L'étude minéralogique des échantillons que j'ai étudiés ne permet pas de trancher définitivement la question.

3° *Dans les roches éruptives, comme produit secondaire.*

Le dipyre qui abonde dans les roches métamorphiques des Pyrénées au contact de la lherzolite est très fréquent aussi dans les roches éruptives, mais toujours comme élément secondaire.

a) *Dans les ophites et d'autres roches feldspathiques basiques.*

Dans ces roches, le dipyre se produit aux dépens des feldspaths tricliniques suivant un mode, toujours le même, que j'ai étudié en détail (*B. S. M.* XIV. 16. pl. I. 1891).

Les ophites sont constituées, on le sait, par un assemblage holocristallin de feldspath triclinique (oligoclase et plus fréquemment labrador) et de pyroxène, possédant la structure ophitique. Généralement le pyroxène est plus ou moins complètement transformé en amphibole par ouralitisation. Les ophites dipyrisées sont de couleur plus claire que les ophites intactes, l'amphibole est verte, l'élément blanc, d'un blanc de lait.

Quand la dipyrisation commence, on voit, au microscope, se former sur les bords des cristaux feldspathiques de minces filets de dipyre qui, peu à peu, gagnent toutes les cassures du minéral, forment au milieu de lui des plages vermiculées et enfin l'épigénisent complètement (voir page 45, fig. 34).

Un caractère remarquable de cette transformation est de donner lieu à des cristaux de dipyre ayant de grandes dimensions, cristaux formés aux dépens d'un très grand nombre de petites plages feldspathiques. Il en résulte que la roche transformée possède une cristallinité plus élevée que la roche intacte.

La structure initiale reste souvent très distincte, mais souvent aussi les cristaux de pyroxène, au lieu de conserver leurs formes, se déforment en s'ouralitisant et alors la roche altérée possède une structure différente de celle de l'ophite intacte; dans celle-ci l'élément coloré moulait l'élément blanc, tandis que dans la roche transformée, c'est celui-ci qui englobe le pyroxène. Les roches de ce genre présentent une grande analogie avec certaines roches amphiboliques de contact de la lherzolite, et, dans quelques gisements pyrénéens dont la

situation stratigraphique n'est pas nette, je n'ai pu trancher avec certitude la question de l'origine de ces dernières.

La transformation du feldspath en dipyre me paraît être un phénomène d'altération comparable à la zéolitisation. Le dipyre ne doit pas être considéré, selon moi, comme un produit de dynamométamorphisme. On l'observe, en effet, aussi bien dans les régions pyrénéennes très plissées que dans la plaine, dans des roches extrêmement écrasées et dans celles qui ne présentent aucune trace d'actions mécaniques.

La dipyrisation a dû commencer à une époque relativement ancienne, car j'ai observé des échantillons dans lesquels le dipyre avait certainement subi les mêmes phénomènes d'écrasement que les éléments normaux de la roche; dans d'autres cas, le feldspath écrasé (structure en mortier) est épigénisé par du dipyre qui est évidemment postérieur aux déformations mécaniques de la roche, qu'il tend à masquer. Mais, d'autre part, il me paraît évident que ce phénomène de dipyrisation se poursuit encore de nos jours et qu'il est dû à une altération superficielle : cette opinion reçoit sa démonstration par les faits suivants que j'ai constatés dans de nombreux gisements (Pouzac, Lez, sur la route de Saint-Béat à Boutx, Casteret près Castillon).

Dans une masse d'ophite, la dipyrisation est irrégulière, elle se propage suivant les diaclases de la roche et gagne de proche en proche comme par imbibition; de plus, la dipyrisation est superficielle, elle disparaît souvent à quelques mètres de la surface et atteint son maximum d'intensité aux affleurements immédiats. J'ai pu constater très nettement ce fait à Lez, où, lors de la rectification d'une route, la roche presque intacte a été mise à découvert, après élimination d'une zone très dipyrisée. Dans celle-ci, le dipyre est intimement associé à des zéolites (stilbite et surtout chabasie) qui lui sont postérieures et se sont sans doute formées à ses dépens.

Dans quelques gisements, le dipyre fibreux forme dans l'ophite de véritables filonnets de plusieurs centimètres d'épaisseur.

Pyrénées. — Les phénomènes que je viens de décrire s'observent dans deux catégories de roches pyrénéennes.

1° Dans les ophites. Je ne citerai que quelques exemples caractéristiques;

2° Dans des diabases à hornblende brune associées à des gneiss et dans des gneiss amphiboliques.

Hautes-Pyrénées. L'ophite de Pouzac mérite une mention tout à fait spéciale à cause de l'intensité de sa dipyrisation.

Haute-Garonne. La diabase à hornblende brune d'Eup près Saint-Béat est très riche en dipyre où ce minéral a été signalé par M. Rosenbusch (*Mikros. Physiogr.* IX. 212. 1887)[1]. Dans les échantillons que j'ai recueillis, le dipyre en grands cristaux souvent altérés prend une structure fibreuse qui donne au minéral examiné entre les nicols croisés l'apparence d'un feldspath triclinique.

L'ophite de Portet d'Aspet et celle de plusieurs des gisements de la Vallongue sont également dipyrisées. Il en est de même des diorites schisteuses qui percent en filons minces la lherzolite du Tou en Coulédoux.

Ariège. Les ophites de Castillon, d'Aleu, d'Aulus (entre le village et le port de Saleix, etc.) sont souvent complètement dipyrisées.

Au Castera de Castillon, on peut suivre avec la plus grande netteté dans de petites carrières la marche suivie par la dipyrisation, cheminant dans la roche le long des diaclases. Dans l'ophite de Bordes-sur-Lez (sur la route), j'ai trouvé un filonnet de dipyre fibreux mélangé à de la calcite atteignant 3 ^{cm} d'épaisseur.

La diabase à hornblende du port de Saleix (versant Est) m'a fourni l'occasion du travail précité sur la transformation du feldspath en dipyre. C'est une roche à grands éléments dans laquelle on trouve des plages de dipyre atteignant 1 ^{cm} de plus grande dimension.

Les ophites de la forêt de Freychinède (vallée de Suc) sont presque totalement dipyrisées. Près de l'Escourgeat, j'ai recueilli des masses de dipyre fibreux blanc ayant la grosseur du poing et qui proviennent probablement de filonnets analogues à ceux de Bordes

Les gneiss amphiboliques recouverts par les calcaires jurassiques

1. M. Rosenbusch cite les localités de Garraux, Bézius, Eup et Saint-Lary (*Haute-Garonne*) ; les trois premières se confondent, la roche en question se trouvant à la limite des communes d'Eup et de Bezins-Garraux. Je ne connais pas de roche éruptive à Saint-Lary (*Haute-Garonne*). Les plus voisines de Saint-Lary (*Ariège*) sont les ophites de Portet d'Aspet (*Haute-Garonne*). Le même savant signale comme possible un passage entre ces diabases et les ophites par l'intermédiaire de la roche du pic Saint-Mont ; il s'agit probablement ici du cap de Mont auquel est adossée la diabase d'Eup, mais alors les deux gisements n'en font plus qu'un seul.

de l'étang de Lherz (sur le sentier de l'étang au col d'Eret) sont riches en dipyre secondaire. J'ai parlé, page 214 du dipyre des gneiss du ravin du Bastard, qui a peut-être la même origine.

Algérie. — *Alger et Oran.* Les ophites sont nombreuses en Algérie; je n'ai pas eu l'occasion d'en étudier d'échantillons, mais M. Delage m'a remis des fragments d'une roche grenue essentiellement composée de dipyre et d'amphibole qu'il a découverte à l'Arba et décrite (le Sahel d'Alger. Montpellier, p. 153) sous le nom de diorite à wernerite. J'ai moi-même décrit cette roche (*B. S. M.* XII. 167. 1889) en la considérant comme une roche éruptive dipyrisée (*Id.* XIV. 22. 1891). On a vu plus haut que MM. Curie et Flamand la regardent comme une roche métamorphique. L'étude des roches de contact décrites plus haut m'a rendu moins affirmatif et je ne crois pas pouvoir trancher définitivement la question de l'origine de cette roche. Cependant la seconde opinion qui vient d'être formulée paraît renforcée par la découverte que vient de faire M. Gentil à Letourneux, à l'Oued Boumann (*Alger*) et à Noïsy-les-Bains (*Oran*), de véritables diorites feldspathiques en relation avec des ophites et dans lesquelles les feldspaths tricliniques (andésines, labradors) se transforment en dipyre, suivant le mode habituel.

b) *Dans la lherzolite.*

Pyrénées. — *Ariège.* Je n'ai trouvé que dans l'Ariège le dipyre au milieu des lherzolites (*op. cit.*, 26). Il y remplit des diaclases d'une épaisseur variant de moins de 1^{mm} à 1^{cm} (étang de Lherz, Fontête rouge, ravin de l'Homme-Mort, etc.). Le dipyre englobe de l'amphibole verte en cristaux nets ou en groupements dentelliformes appliqués contre les parois de la fissure; ils sont formés aux dépens de tous les éléments de la lherzolite.

La présence du dipyre dans de telles conditions implique un apport riche en alcalis; il est probable par suite que la formation de ces filonnets a été consécutive de l'intrusion de la lherzolite et qu'elle est le résultat d'une action de fumerolles, le dipyre étant le minéral le plus développé dans les assises sédimentaires au contact de cette roche éruptive.

Diagnostic. Le caractère différentiel du dipyre et de la scapolite réside dans la biréfringence plus grande de cette dernière.

$$n_g - n_p = \begin{cases} 0{,}024 \text{ à } 0{,}025 & \text{(Mercus et Arignac).} \\ 0{,}028 & \text{(Cazenave).} \end{cases}$$

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La scapolite se rencontre en France dans les gisements suivants :
1° Dans les gneiss à pyroxène et les cipolins qui leur sont associés ;
2° Dans les enclaves calcaires des roches volcaniques.

1° *Dans les gneiss à pyroxène et les cipolins.*

Pyrénées. — *Ariège*. Je n'ai trouvé (*B. C. F.* n° 11. 1890) la scapolite que dans quelques cipolins de l'Ariège ainsi que dans les gneiss à pyroxène qui leur sont associés.

La scapolite est rare en cristaux microscopiques dans les cipolins d'Arignac et de Mercus. A Mercus, j'ai observé des gneiss grenus à scapolite dans lesquels ce minéral constitue les 3/4 de la roche. Tantôt celle-ci est formée de scapolite, de pyroxène, d'amphibole, de quartz, tantôt, au contraire, la scapolite est remplacée par de l'oligoclase ou du labrador. Ces roches rappellent les gneiss pyroxéniques du Waldviertel, elles passent aux cipolins : dans ceux-ci la scapolite est prismatique.

Sur la route d'Arnave à Cazenave (à mi-chemin de ces deux villages) et au N.-E. du dernier, j'ai trouvé au milieu des gneiss des bancs de cipolins à graphite, scapolite, pyroxène, oligoclase dont les salblandes sont constituées par des gneiss pyroxéniques très riches en scapolite. Les gneiss présentent des tras de puissantes actions mécaniques.

A la montée du lac Naguille, les géodes de diopside renferment rarement des baguettes m (110), h^1 (100) de scapolite blanche atteignant 3 centimètres, suivant l'axe vertical.

Madagascar. — Parmi les roches intercalées dans les gneiss recueillies par M. E. Gautier au col d'Helakelaka au N.-O. du fort Dauphin se trouvent des cipolins et des gneiss à pyroxène riches en scapolite, wollastonite et pyroxène ; ces minéraux sont englobés par

de l'orthose sodique. Je n'ai rencontré dans aucun autre gisement ce type de roche à scapolite et à wollastonite sans grenat.

2° *Dans les enclaves calcaires des roches volcaniques.*

Vosges. — J'ai observé (*Les encl. des roches volc.* 152. 1893) la scapolite comme élément microscopique des cornéennes produites par la transformation d'enclaves calcaires de la néphélinite d'Essey-la-Côte. Elle moule de la wollastonite, de l'anorthite et du pyroxène.

Gisements de nature incertaine.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* J. de Charpentier (*op. cit.*, 135) a signalé, d'après Picot de Lapeyrouse, la scapolite dans les montagnes granitiques d'Aiguecluse (gorge latérale de la vallée du Bastan, au sud-est de Barèges. Le minéral en baguettes divergentes m (110), h^1 (100) de 4^{cm} de longueur est entièrement transformé en micas cryptocristallins (échantillon communiqué par M. Caralp). La scapolite a été aussi signalée aux environs de Luchon dans les roches de contact du granite ou de la granulite (Juzet, Montauban, etc.) : les échantillons que j'ai étudiés se rapportent à la wollastonite ou au diopside.

SPHÈNE

Ca Ti Si O^5

Monoclinique : $mm = 113°31'$ (Dx).

$b : h = 1000 : 681{,}902 \quad D = 798{,}207 \quad d = 602.384$

Angle plan de $p = 105°55'\ 6''$

— de $m = 107°22'27''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c :: 0{,}75450 : 1 : 0{,}85429 \\ zx = 60°17' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100) ; o^2 (102), $a^{2/5}$ ($\bar{5}02$), $e^{1/2}$ (021) ; d^1 (112), $d^{1/2}$ (111), $d^{3/16}$ (883), $b^{10/3}$ ($\bar{3}.3.20$), b^1 ($\bar{1}12$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ; $u = (b^1\, d^{1/2}\, g^1)$ ($\bar{1}21$).

Macles. Macle suivant h^1 fréquente, donnant aux cristaux groupés une apparence hémimorphe. Sur aucun cristal français, je n'ai observé la macle suivant p (001), ni celle suivant $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$) (fréquente dans la *greenovite* et la *léderite*) qui est généralement accompagnée de plans de séparation parallèles à cette face.

Les abréviations M. T. Lx. correspondent aux mesures respectivement prises par Marignac sur les cristaux de Talèfre, par M. Termier sur le sphène du lac Lovitel, et par moi-même sur les cristaux de sphène de Maronne des Puits et de Saint-Brévin.

	Angles calculés	Angles mesurés
*m m	113°31′	113°30′ M
		34′ (Lx.) 114° 2′ (T)
mh^1	146°45′	146°48′ (Lx.)
$p\,o^2$	159° 0′	160°10′ 159°44′ (P.)
$^*h_1o^2$	140°43′	140°47′ (Lx.)
ph_1h^1 (ant)	119°43′	119°40′ (Lx.)
$h\,a^{2/5}$	159°35′	159°34′ (Lx.)
$p\,e^{1/2}$	123°59′	
$e^{1/}\ e^{1/2}$	67°58′	67°52 (M)
$p\,d^1$	154°19′	154°19′
$p\,d^{1/2}$	141°44′	141°40′ (Lx) 142°15′ (T)
$p\,d^{3/16}$	127°15′	127°14′ (T)
$d^{1/2}\,m$	152°46′	152°45′ (Lx.) 153° (T)
$p\,m$ (ant.)	114°30′	114°28′ (Lx.)
$p\,b^1$ (adj.)	139°26′	139° (T*)
$b^1\,m$ (adj.)	106°4′	

	Angles calculés	Angles mesurés
$p\,b^{10/13}$	168°36′	168°12′ (T)
$p\,b^{1/2}$ (adj.)	109°37′	109°30′ (Lx.)
$b^{1/2}\,m$ (adj.)	135°53′	136° 1′ (Lx.)
$b^{1/2}\,d^{1/2}$ sur m	108°39′	108°51′ (Lx.)
$p\mu$ (post.)	120°36′	
$p\,g^2$	77°1′	
$h^1\,d^1$ (adj.)	138°21′	
$h^1\,b^1$ (adj.)	94°15′	95°13′
$h^1\,d^{1/2}$ (adj.)	144°56′	145° (T)
$h^1\,b^{1/2}$ (adj.)	119°7′	
$d^{1/2}\,b^{1/2}$	95°57′	
$m\,o^2$ (adj.)	130°21′	131° (M)
$o^2d^{1/2}$ (adj.)	155°31′	155°25′ (M)
$o^2\,e^{1/2}$ (adj)	121°27′	121°30′ (M)
$o^2\,\mu$ (adj.)	110°31′	
o^2b^1 (adj.)	121°33′	121°40′ (M)
		35′ (Lx.)

	Angles calculés	Angles mesurés
$e^{1/2}\,m$ (ant.)	133°20′	
$\mu\,m$ (ant.)	112°58′	
$e^{1/2}\,h^1$ (ant.)	106°5	
$d^{1/2}\,d^{1/2}$ sur o^1	136°12′	136°10′ (T) (Lx.)
$b^{1/2}b^{1/2}$ sur a^1	110°51′	111° (Lx.)
$g^1\,b^1$ (adj.)	113°4′	
$b^1\,b^1$ (adj.)	133°52′	133°55′
$g^1\,\mu$	141°56′30″	
$\mu\,\mu$ sur b^1	76° 7′	
$\mu\,b^1$	151° 7′	
$e^{1/2}\,m$ ant.	133°20′	
$\mu\,m$ ant.	112°58′	
$b^{1/2}\,m$ ant.	84°30′	
$b^{1/2}\,\mu$ ant.	151°32′	
$b^{1/2}\,e^{1/2}$	131°10′	
	macle suivant h^1	
$d^{1/2}\,d^{1/2}$	70°8′	70°15′ (Lx.)

Faciès des cristaux. Les faces h^1 (100) et b^1 ($\bar{1}12$) sont cannelées parallèlement à leur intersection avec m (110). Les faces $e^{1/2}$ (021) sont striées parallèlement à leur intersection avec p (001), $d^{1/2}$ (111) et $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) : o^2 est très souvent arrondie et présente des oscillations avec $o^{5/2}$ (205) et $o^{42/5}$ (5.0.12) (Dx.); p est parfois ondulée.

Le faciès des cristaux de sphène est très variable, ainsi s'expliquent les nombreux noms spéciaux qui ont été donnés aux variétés de ce minéral. Dans les gisements qui seront décrits plus loin, les cristaux peuvent être rapportés aux types suivants :

Type I. Les cristaux présentent les faces $d^{1/2}\,d^{1/2}$ très développées ; ils ont la forme de petites tables rectangulaires formées par les faces $d^{1/2}$, p, h^1 m, avec ou sans o^2 (fig. 11 à 13); parfois les cristaux sont plus ou moins allongés suivant une arête $d^{1/2}\,d^{1/2}$. C'est la forme dominante dans les granites, les granulites, les gneiss, etc.

Type II. Les cristaux sont (granite, gneiss, diorites, syénites néphéliniques) allongés suivant l'axe vertical (fig. 17). Plus rarement (enclaves de roches volcaniques, syénite néphélinique, etc.), ils sont filiformes suivant l'axe vertical (fig. 20).

Type III. Les formes dominantes sont $d^{1/2}$ et m, les cristaux ont une forme ovoïde rappelant celle des graines de lin, d'où le nom de *séméline*, qui leur a été donné par Fleuriau de Bellevue (fig. 17 et 18.)

Type IV. Le *spinthère* d'Haüy offre le même aspect que la séméline, avec cependant les faces o^2 (102) constantes, leur présence réduit les faces $d^{1/2}$ (fig. 6).

Type V. Dans la variété *pictite*, les cristaux sont très allongés suivant l'arête $e^{1/2}$ $e^{1/2}$ (fig. 5).

Type VI. Les fentes de granulites et des schistes granulitisés de l'Oisans présentent des cristaux à aspect pseudo-rhombohédrique caractérisés par la prédominance des faces $b^1(\bar{1}12)$ et o^2 (102) à peu près également développées (fig. 8 et 9).

Type VII. Les cristaux de ce type présentent sensiblement les mêmes formes que ceux du type VI, mais ils sont lamellaires suivant o^2 et parfois minces comme une feuille de papier, bien qu'atteignant 1 centimètre de plus grande dimension (fig. 10).

Type VIII. Je range dans cette catégorie tous les cristaux (fig. 4) dépourvus d'allongement et d'aplatissement ; ils sont généralement riches en faces.

D'une façon presque générale, quand les cristaux sont maclés suivant h^1 (100) et que cette forme existe, ils sont aplatis parallèlement à elle.

Clivages. Clivage m (110) distinct, h^1 (100), b^1 ($\bar{1}12$) difficiles ; plans de séparation suivant $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$) accompagnés de lamelles hémitropes.

Dureté. 5 à 5.5.

Densité. 3,4 à 3,541.

Coloration et éclat. Jaune de miel, jaune vert, rougeâtre, brun plus ou moins rougeâtre, gris, noir. Poussière blanche. Couleur souvent inégalement distribuée. Éclat adamantin et résineux dans la cassure.

Inclusions. Le sphène des filons alpins renferme fréquemment des inclusions de ripidolite identiques à celles de l'adulaire (fig. 49, p. 110), et de l'albite qu'ils accompagnent : elles sont souvent localisées au centre des cristaux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010), bissectrice aiguë *positive* (n_g), presque perpendiculaire à o^2 (102). La bissectrice fait par suite un angle d'environ 51° avec l'axe vertical (fig. 1).

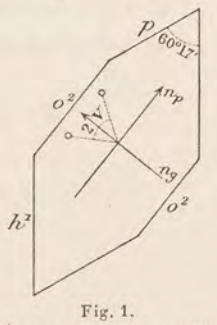


Fig. 1.
Épure de la face g^1 (010) parallèle au plan des axes optiques.

L'écartement des axes est très variable. 2 E varie de 32° environ à 88°. Dans les sphènes français, j'ai observé :

2 E (Na) = 44° lac Noir ; 48° Maronne (Spinthère) ; 70° Saint-Brévin.

Dispersion des axes très forte, $\rho > \nu$ avec dispersion inclinée à peine sensible.

Pour le sphène du Saint-Gothard, M. Busz a trouvé pour les indices de réfraction.

	Li	Na	Tl
n_g =	1,9987	2,0093	2,0232
n_m =	1,8839	1,8940	1,9041
n_p =	1,8766	1,8879	1,8989
2 E =	57°20′	52°29′	47°54′
2 V =	29°30′	27°	24°37′

Dans le sphène de quelques localités (Dauphiné, Grisons, etc.), j'ai observé de curieuses anomalies qui n'ont pas été signalées et qui semblent indiquer que le réseau du sphène est en réalité triclinique. La fig. 2 représente une section o^2 de sphène du lac Noir. Quand on l'examine en lumière polarisée parallèle, il y a éclairement commun lorsque les diagonales de la face sont parallèles ou perpendiculaires aux sections principales des nicols. Les secteurs opposés par le sommet ont même orientation et s'éteignent sous des angles atteignant 17° de la ligne de jonction avec le secteur contigu. Cette extinction ne peut être obtenue qu'en lumière homogène. Chaque secteur est lui-même formé par des lamelles hémitropes parallèles aux contours extérieurs.

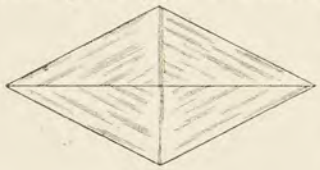


Fig. 2.
Lame mince o^2 (102) du sphène du lac Noir. (Lumière polarisée.)

La face o^2 du spinthère (fig. 3) est constituée de même, mais les secteurs ne possèdent pas de bandelettes et sont individuellement homogènes.

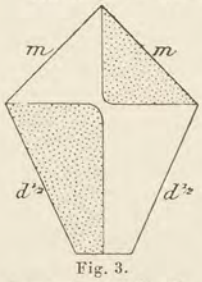


Fig. 3.
Lame mince o^2 du spinthère. (Lumière polarisée.)

Des sections g^1 (010) et h^1 paraissent homogènes, car l'écartement des axes optiques est très faible et ces axes se trouvent dans la zone de symétrie de ces groupements complexes, qui réapparaissent dans les sections obliques et notamment dans les sections b^1 ($\bar{1}12$), lorsqu'on a eu soin de les faire passer dans le cristal de telle sorte qu'elles intéressent plusieurs des individus constituant le groupement.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme du sphène est parfois extrêmement

intense, particulièrement dans les variétés très colorées. On observe les teintes suivantes dans les lames minces (0^{mm} 02) de beaucoup de cristaux de sphène et notamment dans ceux des gneiss à pyroxène :

n_g = rose saumon.
n_m = rose verdâtre.
n_p = jaune verdâtre.

Composition chimique. Le sphène ne se présentant jamais dans les gisements français qu'en petite quantité, je n'ai pu en faire aucune analyse. La composition suivante correspond à la formule Ca Ti Si O^5.

Si O^2.....	30,6
Ti O^2.....	40,8
Ca O	28,6
	100,0

Une petite quantité de la chaux est parfois remplacée par du protoxyde de fer. Il existe souvent un peu de fer, de manganèse, d'yttria (*grothite*).

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, certains sphènes jaunissent. Le minéral est fusible en un verre incolore ou plus ou moins coloré suivant sa teneur en oxyde métallique. Avec le borax, il donne un verre légèrement jaune verdâtre. Avec le sel de phosphore et dans le feu réducteur donne une perle violette.

Difficilement et imparfaitement attaquée par l'acide chlorhydrique bouillant. La solution concentrée et additionnée d'étain métallique donne une coloration violette (Ti). Attaquable complètement par l'acide sulfurique.

Altérations. Le sphène en s'altérant perd sa dureté et son éclat. Il a été indiqué comme se transformant en ilménite, en rutile, en anatase, en perowoskite, en calcite ; enfin A. Müller a décrit les curieuses pseudomorphes en brookite, dont il est question, page 252.

Je dois à l'obligeance de M. de Limur de petits cristaux jaune clair de l'île de Groix devenus ternes et à aspect terreux ; ils ressemblent beaucoup par leurs caractères extérieurs au *xanthitane* de l'Henderson C^o (N. Caroline) décrit par M. Eakins (*U. S. G. Survey. Bull.* 60. 135. 1890) et considéré par ce savant comme un produit de décomposition du sphène, sorte d'argile dont la silice serait remplacée

par de l'acide titanique. L'examen microscopique fait voir que les cristaux de Groix, très fendillés, sont en partie intacts et imprégnés par un produit jaune amorphe.

Diagnostic. Les formes sont caractéristiques du sphène. Dans les roches, ce minéral est en outre facile à reconnaître, grâce à sa très grande réfringence, jointe à une biréfringence très élevée, le signe positif de sa bissectrice aiguë autour de laquelle les axes optiques sont peu écartés.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le sphène est un minéral extrêmement abondant ; l'examen microscopique le fait trouver dans presque toutes les roches, aussi ne m'occuperai-je ici que des gisements dans lesquels il existe en cristaux distincts.

1° Dans les druses des roches éruptives et cristallins ;

2° Comme élément normal de ces roches ;

3° Comme produit secondaire de décomposition sur place de minéraux titanifères (*leucoxène*).

La première catégorie de gisement est celle qui fournit les plus beaux cristaux.

1° *Dans les druses des roches éruptives et des schistes cristallins.*

Les plus beaux cristaux de sphène, ceux qui présentent la plus grande variété de formes se rencontrent dans les cavités des roches éruptives et des schistes cristallins. Je renvoie au paragraphe suivant l'indication de quelques rares exemples de production de ce minéral dans les cavités des roches volcaniques ou dans celles de leurs enclaves pour ne m'occuper ici que des minéraux formés dans les fissures de roches intrusives ou de schistes cristallins.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Beaucoup de collections françaises renferment, sous le nom de « sphène de Sainte-Colombe », des cristaux transparents d'un jaune citron un peu vert, vert clair ou rougeâtre ; Ils sont moulés par du gypse et tapissent les fissures de l'ophite altérée de Lys près Sainte-Colome (cette ophite se trouve au milieu

du gypse à tourmaline décrit à la page 105 du tome I). Les échantillons que je dois à l'obligeance de M. de Limur et de M. de Gramont ainsi que ceux de la collection du Muséum sont tous formés par un grenat a^1 (211), b^1 (110), dont les cristaux arrondis et déformés offrent une biréfringence des plus marquée (type I). Je n'ai pu trouver parmi eux trace de sphène. Leur aspect extérieur et leur couleur expliquent dans une certaine mesure qu'un examen superficiel les ait fait prendre pour ce minéral.

C'est probablement dans les fentes d'une ophite qu'ont été trouvés de petits cristaux de sphène jaune, associés à l'albite du col d'Ayré (vallée d'Ossau).

Hautes-Pyrénées. Des cristaux de sphène ont été signalés aux environs de Barège ; ils doivent probablement accompagner l'albite, je n'en ai pas eu à ma disposition.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie.* De très beaux cristaux de sphène se rencontrent dans le massif du mont Blanc, dans les fentes de la protogine et des schistes cristallins qui fournissent l'albite, l'adulaire, la ripidolite, la prehnite, l'axinite et le quartz. Le sphène y est associé au quartz, à l'albite, à l'adulaire, à la ripidolite et surtout à la calcite. Il se présente avec des aspects très différents.

Rarement ces cristaux sont globuleux et riches en faces (type VIII). La fig. 4 donnée par M. des Cloizeaux (*op. cit.*) montre les faces m (110), h^1 (100), p (001), o^2 (102), $e^{1/2}$ (021), $d^{1/2}$ (111), b^1 ($\bar{1}12$), μ ($\bar{1}21$) et représente un cristal du Talèfre.

La forme la plus fréquente consiste en cristaux jaunes ou rosés aplatis suivant o^2 (102) (type VII), minces comme une feuille de papier et extrêmement tranchants (fig. 10). Ils proviennent du jardin du glacier de Talèfre, des Courtes, de la montagne de la Côte près Chamonix, etc. Ceux que j'ai examinés font partie de la collection du Muséum ou m'ont été communiqués par MM. Brun et Leroux. Les macles suivant h sont assez fréquentes.

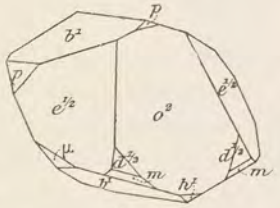


Fig. 4.
Sphène du Talèfre (type VIII).

Dans le massif du mont Blanc il existe une forme plus rare de sphène (type V). Pictet a décrit, en effet, en 1787 (*J. P.* XXXI. 308) comme espèce nouvelle de petits cristaux, d'un hyacinthe pâle, rappelant la couleur de l'axinite et accompagnant la ripidolite, le quartz

et le feldspath, dans les fentes d'un bloc de protogine éboulé dans la moraine du glacier des Bois au-dessous du Talèfre. H.-B. de Saussure réunit ce minéral au sphène en le désignant sous le nom de *schorl rayonné en gouttière*. (*Voy. dans les Alpes*. IV. 105. 1796.) De Lametherie admit l'hypothèse de Pictet et décrivit le minéral (*Théorie de la Terre*. II. 282. 1797) sous le nom de *pictite*. Cette substance paraît avoir été fort rare, car en 1822 Soret publie sur ce sujet une note (*Bibl. Univ. de Genève*. XIX. 134. 1822, et *Rapport sur les minéraux rares de la collection de Genève*. 1828) dont les éléments lui sont fournis par échantillon de Pictet, ce savant avait trouvé depuis la même substance en meilleurs cristaux à Binnen, dans le Valais. Il en donne la description cristallographique et persiste à considérer la pictite comme une espèce distincte. Cette opinion n'a pas prévalu et il ne faut voir dans la pictite qu'un sphène présentant un développement spécial. Les cristaux sont, en effet, allongés suivant l'arête $e^{1/2}$ $e^{1/2}$ (012) (0$\bar{1}$2) et terminés par les faces b^1 ($\bar{1}$12) et m (110) (fig. 5). Je n'ai pas eu entre les mains de pictite de cette localité. D'après Pictet, les cristaux étaient très engagés dans la gangue et difficiles à mesurer; la fig. 5 représente, d'après M. des Cloizeaux, leur aspect caractéristique.

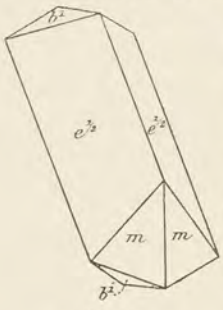


Fig. 5.
Sphène (Type V) (*pictite*) du Talèfre.

La pictite a été aussi signalée dans la protogine elle-même à Pormenaz. Le sphène jaune que j'ai observé dans cette roche appartient au type I et possède les formes représentées par les fig. 11 à 13 et non celles de la pictite.

Isère. Dans le Dauphiné, le sphène se trouve dans deux régions. Le premier groupe de gisements est situé dans la chaîne des Grandes-Rousses et se prolonge au sud jusqu'à la Romanche. Il est beaucoup moins riche que le second ; le sphène s'y rencontre surtout avec du quartz hyalin et de la calcite. Les filons de quartz de Maronne (entre la Garde et Huez) qui ont fourni autrefois de si beaux cristaux de calcite et de quartz enfumé renferment comme grande rareté de petits cristaux blanc verdâtre, souvent imprégnés de chlorite qu'Haüy désigna sous le nom de *spinthère* par allusion au scintillement qu'on observe sur leurs faces quand on les fait mouvoir devant la flamme d'une bougie (*op. cit.* 398. 1801).

L'analyse n'ayant pas été faite, Haüy plaça le spinthère parmi les espèces incertaines.

Fleuriau de Bellevue, un précurseur peu connu dans l'étude microscopique des minéraux, montra la ressemblance de ce minéral et de la *sémeline* qu'il avait découverte dans des roches volcaniques (*J. P.* LI. 447. 1800). Dans la seconde édition de sa minéralogie (IV. 510. 1832), Haüy exposa les analogies de ces deux minéraux, sans toutefois se décider à admettre leur identité qui n'a pas été mise en doute par les minéralogistes qui l'ont suivi.

Le spinthère se présente en petits cristaux aplatis ayant la forme d'une pointe de lancette ; ils présentent le plus souvent les faces o^2 (102), m (110), $d^{1/2}$ (111), avec rarement h^1 (100). Cette forme représentée par la fig. 6 est celle des deux petits cristaux de la collection de Haüy et d'un très joli cristal de la collection du Muséum.

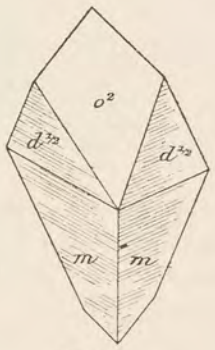


Fig. 6.
Sphène (spinthère de Maronne).
(Type IV.)

M. des Cloizeaux a donné (*op. cit.*, *Atlas.* fig. 242), d'après Phillips (*Introd. to Mineralogy*, 1837, 259) le dessin d'un cristal qui présente en outre les faces h^1 (100) et $a^{2/5}$ ($\bar{5}02$) (fig. 7).

Hessenberg (*Senck-Abhand.* V. 256, 1864) a mis en doute l'exactitude de cette interprétation, et pensé que le cristal en question devrait être noté de la façon suivante :

Dx.	
h^1 (100)	o^2 (102)
m (110)	$\zeta = (d^{1/5}b^{1/12}g^{1/7}$ (7.17.7)
$d^{1/2}$ (111)	$d^{1/2}$ (111)
o^2 (102)	h^1 (100)
$a^{2/5}$ ($\bar{5}02$)	p (001)

J'ai pu mesurer le cristal type de la collection d'Haüy (fig. 6) et constater que l'interprétation de M. des Cloizeaux était correcte.

La face $a^{2/5}$ qui à la suite du mémoire d'Hessenberg avait été supprimée de la liste des formes du sphène, semble donc devoir être maintenue ; je ne l'ai pas observée.

L'examen microscopique fait voir que les irrégularités des faces du spinthère sont dues à de très nombreuses inclusions vermiculées de ripidolite d'un vert extrêmement pâle.

Delafosse cite cette variété de sphène à Chalanches, près Allemont.

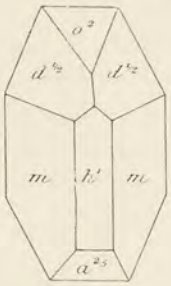


Fig. 7.
Sphène (spinthère) de Maronne.

Lévy (*Descrip.coll. Heuland.* III. 355. 1837) a figuré un cristal de sphène de Maronne provenant d'un groupe de petits cristaux d'un brun clair éclatant engagés sur du quartz hyalin avec calcite. La figure 10 de la planche LXXVIII de Lévy montre que l'allongement des cristaux a lieu suivant une arête $b^1 b^1$; il semble qu'il faille rapporter ce cristal à mon type VI (fig. 8) dans lequel l'allongement suivant $b^1 b^1$ serait exagéré. Le cristal offre les mêmes facettes secondaires que la fig. 10 avec p en moins.

Je ferai remarquer en passant que Lévy a pris pour le sphène une forme primitive différente de celle adoptée ici. Voici la concordance des deux systèmes : $p = h^1$ (Lévy), $o^2 = a^2$, $h^1 = p$, $d^{1/2} = e^{1/3}$, $m = e^1$, $b^1 = m$, en ce qui concerne les faces du cristal ci-dessus.

La collection Haüy possède, avec la simple indication « Isère », un échantillon de quartz hyalin qui semble provenir de Maronne et qui supporte de petits cristaux analogues à la fig. 10.

Le second groupe de gisements est constitué par la région située au sud, entre la partie de la Romanche coulant E. O. avant d'arriver au bourg d'Oisans et la vallée du Vénéon à l'ouest. C'est celle dont il a été déjà question au sujet de l'albite et sur laquelle je reviendrai longuement dans le tome III aux articles brookite, anatase et turnérite.

Le sphène s'y rencontre avec albite, adulaire, quartz, ripidolite dans les fentes des granulites. Les principaux gisements à citer sont les environs de la montagne des Puits près Saint-Christophe, le glacier du mont de Lans, le lac Noir au pied de la Tête du Toura (côté Nord).

Ces cristaux (type VI) sont de beaucoup plus abondants que dans les régions précédentes ; ils atteignent parfois plus d'un centimètre, mais ils sont généralement pauvres en faces. Ils ont un aspect pseudorhomboédrique par suite de l'égal développement des faces o^2 (102) b^1 ($\bar{1}12$) qui les constituent (fig. 8). Leur couleur est très variée et souvent inégale, le sommet pseudoternaire du cristal étant plus clair que les bords. J'ai observé des cristaux gris de fumée

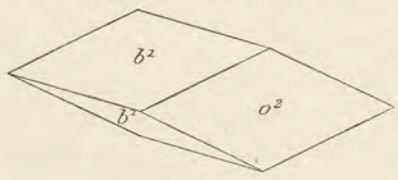


Fig. 8.
Sphène (Type VI) du lac Noir.

presque blancs au centre, presque noirs à la périphérie (Montagne des Puits). Il n'est pas rare de trouver dans cette région des cristaux de sphène offrant une forme différente au centre et à la périphérie. Le centre, toujours réduit aux formes o^2 et b^1, est coloré par des inclusions microscopiques de ripidolite verte ou jaune pâle. Le plus souvent ces cristaux sont brun rougeâtre avec parfois des reflets cuivrés (cristaux implantés sur quartz avec ripidolite bruns à éclat métalloïde du lac Noir) : ils sont quelquefois maclés suivant h^1 (100) (fig. 9.)

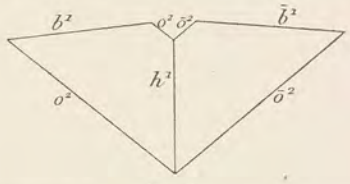


Fig. 9.
Section g^2 (010) de la macle suivant h^1 (100) d'un cristal du type VI. (Lac Noir.)

Cette forme n'est pas la seule que l'on trouve dans cette région, j'ai étudié des échantillons provenant du glacier du mont de Lans, près du lac Noir; le sphène s'y présente en cristaux minces identiques à ceux du massif du mont Blanc (type VII), avec albite, adulaire, ripidolite. Ils présentent (fig. 10) les mêmes faces que dans la figure 4, mais toutes les formes autres que b^1 et o^1 sont réduites à de très petites facettes. On y trouve parfois des macles suivant h^1 constituant des cristaux cruciformes de deux lamelles.

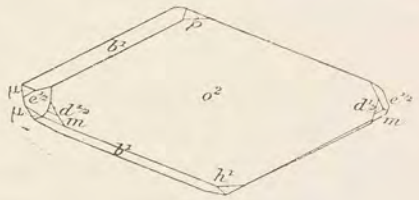


Fig. 10.
Sphène du lac Noir (Type VII).

Enfin, la collection du Muséum renferme un échantillon provenant de Saint-Christophe, sur lequel sont implantés de petits cristaux jaune d'or (type V) de pictite (fig 5.) : ils sont accompagnés de quartz hyalin, d'albite et d'anatase.

2° *Comme élément normal de roches.*

a) *Dans les granites, les granulites et les syénites.*

Le sphène se rencontre comme élément presque constant en cristaux microscopiques dans toutes les roches énumérées ici ; il s'y trouve parfois en grande abondance en cristaux macroscopiques qui présentent des formes remarquablement identiques dans tous les gisements. Il est surtout abondant en beaux et gros cristaux d'un brun chocolat dans les roches amphiboliques ou pyroxéniques et particulièrement dans les granites ou pegmatites endomorphisés au contact d'amphibolites, de gneiss à pyroxène ou de cipolins.

Ces cristaux de sphène correspondent au type I ; ils sont aplatis par suite de la prédominance des faces $d^{1/2}$ (111) accompagnées de

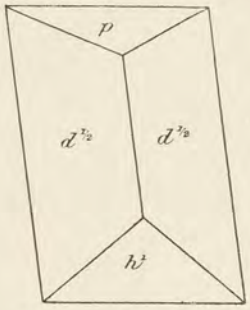
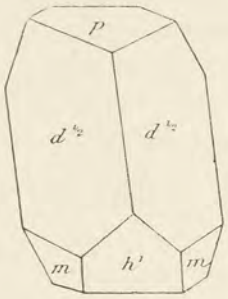


Fig. 11.
Sphène de granites.



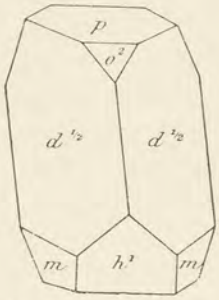


Fig. 12 et 13.
Sphène de granites.

p (001), h^1 (100) (fig. 11) quelquefois de m (110) (fig. 12) et de o^2 (102) (fig. 13). Quand ils sont allongés, c'est suivant l'arête $d^{1/2}$ $d^{1/2}$. Les macles h^1 (100) sont assez fréquentes, avec aplatissement parallèlement à h^1 (fig. 14 et 15).

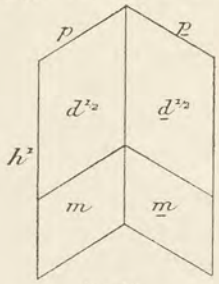


Fig. 14.
Projection sur g^1 (010) de la macle suivant h^1 (100).

Plus rarement, les cristaux correspondent au type II, ils sont allongés suivant l'axe vertical (fig. 17).

Voici quelques gisements particulièrement riches en cristaux macroscopiques de sphène, je ne m'occuperai pas des gisements de cristaux microscopiques, car ils sont innombrables.

Normandie. — *Manche*. Dufrénoy a cité le sphène du granite de Flamanville.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Les granulites en filons dans les gneiss pyroxéniques à dipyre des environs de Saint-Brévin (carrière de Roiloup) ont subi des phénomènes d'endomorphisme intense qui se sont notamment manifestés par la production de beaux cristaux de pyroxène et de sphène à faces brillantes (*B. S. M.* XII. 120. 1889).

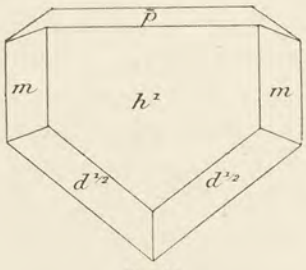


Fig. 15.
Macle suivant h^1 (100). Saint-Brévin.

Les cristaux de sphène, d'un brun rouge, offrent les formes habituelles $d^{1/2}$ (111), p (001) h^1 (100) avec parfois les faces o^2 (102) réduites à de petites facettes triangulaires (fig .11 à 13). Rarement l'importance

relative des faces p (011) et o^2 (102) est renversée. Les macles suivant h^1 (100) sont fréquentes. A l'inverse des cristaux simples, ces macles sont aplaties suivant h^1 (100) (fig. 15).

Ces cristaux à faces très brillantes atteignent exceptionnellement 1 cm de longueur; ils ont en moyenne 0 cm 5 et peuvent aisément se détacher de leur gangue feldspathique.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Dans le massif du Labourd, j'ai trouvé de jolis cristaux bruns de sphène associés à du zircon de même couleur (*B. S. M.* XIV. 324. 1891); ils se rencontrent dans un filon de pegmatite à microcline en filon dans le cipolin de la carrière d'Itsatsou ; ils présentent les mêmes formes que ceux de Saint-Brévin.

Plateau Central. — *Cantal*. La même forme se trouve dans le sphène des pegmatites en filon dans les gneiss amphiboliques de Molompize.

Loire. C'est également au même type qu'il y a lieu de rapporter les gros cristaux de sphène brun des granulites endomorphisées au contact des gneiss à pyroxène de Saint-Denis-le-Courreau.

Rhône. M. Gonnard a trouvé, dans les mêmes conditions, des cristaux de 2 mm dans les granulites endomorphisées de Duerne (*B. S. M.* XV. 235. 1892). Le sphène est très abondant dans le granite du Rhône et du sud de Saône-et-Loire. M. Drouot avait même distingué à Fleurie des types excessivement riches en ce minéral.

Vosges. — *Vosges*. Le sphène est très abondant dans les granites à amphibole (ancienne syénite) des Ballons (Servance, Corarvilliers, vallée de Senones, etc.); ils ont été étudiés par Delesse (*A. M.* XIII. 382. 1845) et Carrière (*A. Sac. d'Em. Vosges*. 218. 1852). Ses cristaux varient du jaune au brun foncé ; ils présentent la forme des fig. 11 à 14.

[*Alsace*]. Le même minéral se rencontre dans le granite à amphibole du Champ-du-Feu et de la Jægerthal. Mais le gisement le plus remarquable à signaler dans cette région consiste dans les filons ou nodules des granulites à pyroxène se trouvant dans les cipolins de la carrière Saint-Philippe près Sainte-Marie-aux-Mines et à la partie supérieure de celle du Val de Ville. Ce sphène en beaux cristaux marron foncé a été étudié par Delesse ; ces cristaux atteignent plusieurs centimètres de longueur ; ils ont la forme habituelle dans ce genre de gisement (fig. 11 à 15). (Voir page 252.)

Alpes. — *Massif du mont Blanc*. — *Haute-Savoie*. Le sphène en petits cristaux jaune de miel est fréquent dans la protogine et particulièrement dans celle à grands cristaux de microcline qui se trouve dans toutes les collections sous le nom de protogine de Pormenaz.

Isère. J'ai observé de jolis cristaux de sphène dans des blocs de granite à amphibole (cristaux jaune de miel) erratique à la Placette près Pommiers (fig. 11 à 15) ainsi que dans un granite à microcline très riche en cristaux nets d'amphibole et pauvre en quartz (passage à la syénite) recueillis par M. Rouast, sur la rive gauche du lac Lovitel (ou Lauvitel), près le Bourg-d'Oisans.

Au moment de la mise en pages de cette feuille, M. Termier vient de décrire ce gisement (*B. S. M.* XIX. 81. 1896). Les cristaux sont, d'après lui, surtout abondants à la base des escarpements qui dominent Vivaras, au nord-ouest du lac et près du chemin muletier. Ils dépassent rarement 5 millimètres. En outre des formes communes que j'ai observées, M. Termier a trouvé des cristaux un peu allongés suivant la zone verticale, et présentant les faces d^1 (112) et les formes nouvelles $d^{3/16}$ (883) [ou $d^{1/4}$ (221)] et $b^{10/3}$ ($\bar{3}$.3.20) [ou b^3 ($\bar{1}$16)]. La fig. 16 représente ces cristaux d'après l'auteur précité : cet aspect est celui qui domine dans les petits cristaux. Les macles h^1 (100) sont rares dans cette combinaison.

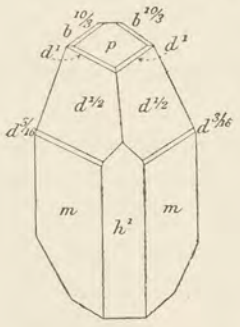


Fig. 16.
Sphène du lac Lovitel.

Corse. — Le granite amphibolique porphyroïde à microcline rose d'Algajola est depuis longtemps célèbre par ses beaux cristaux de sphène brun atteignant 1 cm (fig. 11 à 15) ; ils sont souvent recouverts d'un enduit d'ilménite.

D'après les indications que M. Nentien a bien voulu me communiquer, la plus grande partie du granite de la feuille (carte d'État-Major) de Calvi est riche en cristaux macroscopiques de sphène ; on peut citer plus particulièrement à cet égard le granite de la partie ouest de la vallée du Rézino, celui coupé par la route de la Haute Balague, entre Cateri et Avapessa, celui d'Aregno.

b) *Dans les syénites néphéliniques*.

Dans les syénites néphéliniques comme dans la plupart des roches

sodiques, la forme dominante du sphène est celle de la séméline (type III), avec parfois allongement suivant l'axe vertical, surtout quand les cristaux sont maclés suivant h^1 (100).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Le sphène est assez abondamment répandu dans la syénite néphélinique de Pouzac. A la partie supérieure de la carrière de la Sablière, se trouve une variété très altérée de cette roche, se désagrégeant facilement ; elle est très amphibolique et contient souvent assez de sphène (type III) pour qu'il soit possible d'en extraire en abondance de nombreux cristaux jaune de miel ayant jusqu'à 3 mm et présentant les formes $d^{1/2}$ (111), m (110) et h^1 (100), m et $d^{1/2}$ sont également développées, alors que h^1 ne forme qu'une petite facette (fig. 17) ou est absente (fig. 18). Les macles suivant h^1 (100) sont rares dans les cristaux que j'ai observés.

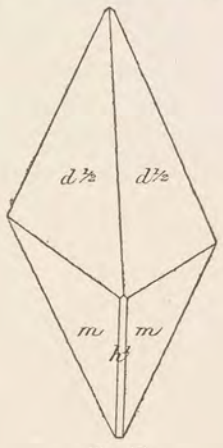


Fig. 17.
Sphène de la syénite néphélinique de Pouzac.

c) *Dans les diorites, les diabases et les gabbros.*

Le sphène est fréquent en gros cristaux dans les diorites, diabases, gabbros. Il y présente généralement les mêmes formes que dans les gisements granitiques. (Type I), (fig. 11 à 15).

Je ne connais pas d'autres gisements qui méritent une mention spéciale que les suivants :

Bretagne. — *Finistère.* Dans la diorite du Moulin-Chatel, en Lannilis, M. Barrois a trouvé un échantillon contenant un gros cristal brun de sphène qu'il a bien voulu me communiquer ; ce sphène est très pléochroïque ; d'après ce savant, ce même minéral serait très abondant dans les diorites du N.-O. du Finistère et dans celles de l'île de Batz.

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* Le sphène se trouve en grands cristaux d'un jaune foncé dans la diorite d'Eup près Saint-Béat. Je dois à l'obligeance de M. Gourdon un cristal net présentant la forme de la figure 19.

d) *Dans les roches volcaniques.*

Plateau Central. — Certains trachytes, certaines andésites acides et les phonolites du Plateau Central renferment du sphène en

assez grande abondance comme élément *microscopique* ancien. Ce minéral devient parfois *macroscopique* et peut s'observer en cristaux bruns ou jaune d'or ; le type séméline domine (fig. 17 et 18), modifié parfois par raccourcissement des faces de la zone prismatique (fig. 19). Je citerai à cet égard les quelques gisements suivants :

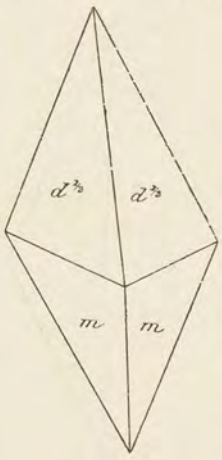


Fig. 18.
Sphène de la phonolite d'Araules.

Haute-Loire. M. Boule m'a remis de jolis cristaux bruns de sphène engagés dans la phonolite d'Araules, ils ont de 1 à 2^{mm} et présentent les formes des figures 17 et 18.

Le même minéral se trouve en cristaux jaune citron dans les trachytes d'Ardemais, de Saint-Pierre Eynac (L. Pascal).

Cantal. M. Fouqué m'a donné des échantillons du trachyte de la Font d'Alagnon renfermant de jolis cristaux de sphène qui mesurent de 3 à 4^{mm}. Le gisement précis de ces cristaux se trouve au nord de l'ancienne route passant au col du Lioran, entre l'Alagnon et le col (au-dessus du sentier allant de la gare du Lioran au puy Griou.)

Puy-de-Dôme. Le sphène se rencontre en petits cristaux jaune de miel (type III) dans les phonolites du Mont Dore et notamment dans celle de la Sanadoire. On le trouve aussi dans la phonolite de Chaux Montgros [cristaux jaunes translucides de 2^{mm} avec les faces $d^{1/2}$ (111), m (110) et h^1 (100) (fig. 19).] Le même minéral se rencontre dans les trachytes à biotite (dômites) de la chaîne des Puys (puy de Dôme, Sarcouy, puy Chopine, etc.).

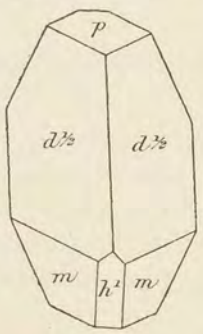


Fig. 19.
Sphène de la phonolite (Chaux Montgros).

M. Gonnard (*op. cit.*, 82) l'indique en petits cristaux à la surface des lames d'oligiste de la dômite du puy de la Tache.

e) *Dans les enclaves des roches volcaniques.*

α) Enclaves homœogènes.

Plateau Central. — Le sphène se rencontre fréquemment dans les sanidinites des trachytes.

Cantal. Le gisement de Menet est à ce point de vue très caractéristique. J'y ai trouvé (*B. S. M.* XIV. 315. 1891) le sphène à deux états, en grands cristaux de 5 mm jaune de soufre, fendillés, présentant les faces *m* (110) et $d^{1/2}$ (111) également développées avec h^1 (100) très large (type de la fig. 16), et en cristaux transparents filiformes suivant l'axe vertical, souvent maclés (fig. 20) et terminés par les faces $d^{1/2}$ (111). Ces derniers cristaux se rencontrent exclusivement dans des géodes où ils se sont produits par sublimation ; leurs faces sont généralement caverneuses. Ils y sont associés à des aiguilles de zircon rose dont l'allongement contraste avec la forme trapue des cristaux rouge hyacinthe du même minéral qui se présente comme élément normal de la sanidinite.

β) Enclaves énallogènes.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* C'est également par voie de fumerolles que le sphène s'est produit dans les cavités du trachyte de Montcharret en La Prade formées par la résorption d'enclaves quartzofeldspathiques. Il y constitue des cristaux atteignant à peine 1 mm, extrêmement aplatis et souvent maclés suivant h^1 (100) ; ils sont associés à de l'ægyrine, de la chabasie, du quartz, de la tridymite, etc. Les échantillons que j'ai examinés m'ont été communiqués par M. Gonnard.



Fig 20.
Sphène des sanidinites de Menet.

Puy-de-Dôme. J'ai rencontré de très jolis cristaux de sphène dans une enclave de gneiss à cordiérite du trachyte du Capucin (Mont-Dore).

γ) Dans les tufs volcaniques, en cristaux isolés.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Les scories basaltiques de la Haute-Loire et les sables des ruisseaux qui les traversent renferment fréquemment de gros cristaux roulés de sphène d'un brun rougeâtre associés à des cristaux de zircon, de corindon ; ils proviennent de la démolition de roches feldspathiques arrachées des profondeurs par les éruptions basaltiques [scories du Croustet, de Taulhac, de Sainzelle, sables du Riou Pezzouliou (Pascal, *op. cit.*)]. Les cristaux que j'ai observés atteignent parfois plusieurs centimètres de longueur, ils présentent les formes *m* (110), h^1 (100), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) : ils corres-

pondent au type III (fig. 21) ; quelquefois les faces $d^{1/2}$ (111) sont extraordinairement développées, le cristal est allongé suivant leur intersection mutuelle, les autres formes étant réduites à de petites facettes (fig. 22).

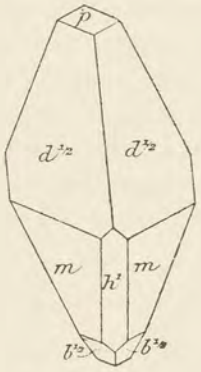


Fig. 21.
Sphène des cendres du Croustet (Type III).

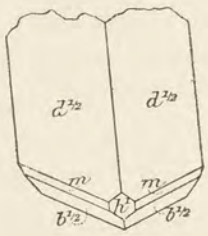


Fig. 22.
Sphène des cendres du Croustet.

Quelques cristaux sont allongés suivant l'axe vertical, alors que d'autres, de couleur plus claire, sont à rapporter au type I.

Ardèche. Les tufs basaltiques de Rochemaure et de Chenavari fournissent quelques cristaux isolés de sphène.

Algérie. — *Oran.* Dans les mêmes conditions, M. Gentil a trouvé un cristal de sphène (Type I) roulé, associé à des cristaux d'augite et de hornblende dans le cratère de Ben Ganah (région d'Aïn Temouchent). La roche volcanique de ce gisement est une leucotéphrite.

3° *Dans les schistes cristallins.*

Le sphène se rencontre abondamment dans les schistes cristallins, surtout dans les types amphiboliques. Il y forme des cristaux de beaucoup plus grande taille que dans les roches éruptives ; ceux-ci ont généralement la même forme que dans le granite. (Type I) (fig. 11 à 16).

Dans les amphibolites et les micaschistes, on a signalé des cristaux constitués par les faces $d^{1/2}$ (111), b^1 ($\bar{1}12$).

Enfin, dans les schistes cristallins, se rencontrent d'énormes cristaux sans faces distinctes, arrondis et clivables suivant m (110).

Bretagne. — *Morbihan*. De beaux cristaux de sphène se trouvent à l'île de Groix et notamment dans les chloritoschistes de l'anse de Bilhéry; ceux que je dois à l'obligeance de M. de Limur sont ternes et souvent assez analogues comme aspect au xanthitane des gisements américains (voir page 237). Von Lasaulx a signalé (*Verhandl. niederrhein. Ver. Bonn*, XL. 271. 1883) dans les fentes des micaschistes de la baie de Pourmelin dans la même île, de petits cristaux maclés suivant h^1 (100) et clivables parallèlement à b^1.

Le sphène est peu abondant en petits cristaux bruns dans les gneiss à pyroxène du Morbihan (Roguédas).

Loire-Inférieure. M. Baret a trouvé un joli cristal transparent de sphène jaune d'or dans les gneiss de Saint-Viaud ; le cristal n'a pu être mesuré. Dans les gneiss amphiboliques de la Menageraie près Saint-Viaud, se rencontrent des cristaux bruns semblables comme formes et dimensions à ceux des granulites de Saint-Brévin : dans la carrière de la Ramée, au contraire, ils sont jaune de soufre et atteignent 1^{cm}; leurs faces sont arrondies (fig. 19).

Des cristaux (fig. 11) atteignant 1^{cm} se rencontrent dans les micaschistes granulitisés de Ville-ès-Martin près Saint-Nazaire (cristaux bruns), dans les amphibolites de la Chaterie en Saint-Herblain (cristaux et masses clivables jaunes), dans les gneiss amphiboliques du chemin de la Jutière en Port-Saint-Père, dans les micaschistes de la Tremissinière (petits cristaux jaune citron) près Nantes, et dans de nombreux autres gisements des environs de Nantes.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Dans les cipolins et amphibolites de Cambo, j'ai recueilli des cristaux déformés de sphène brun atteignant 2^{cm} de plus grande dimension ; ils sont accompagnés de pyrite, d'actinote, d'épidote.

Hautes-Pyrénées. Des cristaux de sphène brun se rencontrent dans les mêmes conditions et associés aux mêmes minéraux à la montée du lac Bleu (massif du pic du midi de Bigorre).

Plateau Central. — Le sphène se présente en abondance dans les amphibolites et gneiss amphiboliques du Plateau Central; je n'ai pas de documents personnels précis sur cette catégorie de gisements.

Haute-Vienne. La collection Haüy renferme une amphibolite indiquée

comme provenant du Pont rompu (*Haute-Vienne*) et renfermant un cristal jaune pâle de sphène à formes distinctes (Type I, fig. 11).

Corrèze. Dans la même collection, se trouve une amphibolite recueillie à Uzerche ; elle contient un agrégat de cristaux de sphène d'un jaune sale atteignant 1 cm de plus grande dimension. Ce gisement a été signalé par Haüy (*op. cit.*, IV. 359. 1822).

Puy-de-Dôme. M. Gonnard m'a indiqué de gros cristaux de sphène dans l'éclogite de la côte de la Pinatelle, à Ardes.

Rhône. Drian (*op. cit.*, 412) cite des cristaux de sphène dans le gneiss amphibolique du pigeonnier de Francheville. J'ai indiqué plus haut le sphène des granulites de Duerne associées à des gneiss à pyroxène.

Vosges. — *Vosges*. De gros cristaux de sphène brun dépassant 1 cm ont été décrits par Delesse (*A. M.* XVI. 361. 1849) dans les gneiss amphiboliques du Val d'Ajol, à Faymont, sur la route de Courupt à Girmont (Carrière *op. cit.*, 218), dans ceux d'Etival près Raon-l'Étape.

Le même minéral se rencontre en cristaux nets dans les cipolins de Laveline et du Chipal.

[*Alsace*]. Dans la carrière de Saint-Philippe près Sainte-Marie-aux-Mines, le sphène ne se rencontre pas seulement dans les bancs de granulite (page 245) : on le trouve aussi dans les cipolins et dans les nodules feldspathiques transformés en pseudophite, décrits page 43.

Il y est parfois extrêmement abondant ; Carrière dit en avoir isolé plus de 50 d'un bloc de pseudophite de la grosseur du poing. Ces cristaux sont souvent recouverts d'une pellicule blanche dont il est facile de les dégager. C'est dans cette gangue que A. Müller a trouvé de curieuses pseudomorphoses de sphène en *brookite* (*Verhandl. d. naturforsch. Gesell. Basel*, 1857. 573) ; les petites lamelles de brookite d'un gris bleu épigénisent complètement ou partiellement le minéral qui conserve sa forme extérieure ; elles sont implantées perpendiculairement aux faces du sphène, leurs intervalles étant remplis par une matière ocreuse jaune.

Nouvelle-Calédonie. — Des cristaux de sphène se rencontrent dans les micaschistes de la vallée du Diahot. Au microscope, on constate qu'ils ont parfois un centre de rutile.

4° Dans les roches de contact des roches éruptives.

Pyrénées. — *Ariège*. Dans les roches sédimentaires modifiées par

les roches éruptives le sphène est assez fréquent comme élément microscopique. Je ne l'ai observé en cristaux distincts macroscopiques que dans la forêt de Freychinède au milieu d'un calcaire jurassique modifié par la lherzolite. Il y forme des cristaux distincts, bruns, de la forme commune (fig. 11). M. des Cloizeaux l'avait déjà signalé dans de semblables conditions au milieu de calcaires modifiés par la lherzolite à Engoumer (*op. cit.*, I. 151).

5° *Dans les roches sédimentaires modifiées en dehors de l'action des roches éruptives.*

Alpes. — *Savoie.* En dissolvant dans les acides une grande quantité de calcaire triasique de Modane, j'ai trouvé, en outre, des nombreux cristaux d'albite décrits p. 163, du rutile et de jolis cristaux transparents de sphène jaune o^2 (102), b^1 ($\bar{1}12$) (type VI, fig. 8) ; ils ne dépassent guère 1 mm de plus grande dimension. Ils sont rarement accompagnés de petits cristaux transparents de tourmaline, et sont souvent embrochés par des aiguilles de rutile.

6° *Comme produit secondaire dans diverses roches.*

Le sphène se rencontre avec une très grande fréquence comme élément secondaire dans toutes les roches renfermant des minéraux titanifères.



Fig. 23.

Lame mince d'un cristal d'ilménite en partie transformé en sphène (*leucoxène*) (gabbro du cap Corse). (Lumière polarisée.)

Il se produit d'une façon spéciale aux dépens de l'ilménite, de la magnétite titanifère, du rutile, mais toujours comme élément microscopique. La figure 23 représente la photographie d'un cristal d'ilménite transformé en sphène. On reconnaît la symétrie ternaire du minéral original. C'est cette variété de sphène qui a été tout d'abord considérée comme un minéral spécial et appelée *titanomorphite*, *leucoxène*.

SILICATES HYDRATÉS

ZÉOLITES

Les zéolites constituent une nombreuse et intéressante famille de minéraux, offrant entre eux les plus grandes analogies de mode de formation et de conditions de gisement.

Leur caractère distinctif parmi les silicates réside dans une grande fusibilité au chalumeau, accompagnée d'un bouillonnement qui leur a fait donner leur nom (ζεῖν, bouillonner; λίθος, pierre), dans une faible dureté, dans une faible densité (2,0 à 2,4) et enfin dans une facile attaque par les acides avec production de silice gélatineuse, floconneuse ou pulvérulente.

Les zéolites sont des silicates hydratés d'aluminium, de calcium, de potassium ou de sodium, avec plus rarement du baryum ou du strontium. On les a depuis longtemps comparées à des feldspaths hydratés : les rapports atomiques de quelques-unes d'entre elles, déduction faite de l'eau, sont ceux d'une anorthite ou d'une albite calcique, et ces produits peuvent être obtenus par fusion et recuit de ces zéolites ; mais là s'arrête l'analogie avec le groupe des feldspaths. Les zéolites en effet ne forment pas un groupe continu : elles constituent des espèces ou des groupes d'espèces indépendants les uns des autres, différant à la fois par leur formule chimique, leurs formes et leurs propriétés optiques. Dans les groupes particuliers de cette famille, il n'existe pas non plus de série comparable à celle des feldspaths tricliniques. Dans le groupe des natrolites, par exemple, le sodium peut bien se substituer à une partie du calcium, mais l'existence d'un type exclusivement sodique n'entraîne pas dans celui-ci une élévation de silice comparable à celle qui distingue l'albite exclusivement sodique de l'anorthite complètement calcique.

L'état dans lequel l'eau existe dans les zéolites a provoqué des travaux dont la discussion sort du cadre de cet ouvrage : je rappellerai seulement que ces minéraux perdent et reprennent leur eau avec la plus

1. On peut joindre aux zéolites proprement dites un petit groupe dépourvu d'aluminium, celui de l'*apophyllite*.

grande facilité. M. Damour a fait à cet égard des expériences classiques (*A. P. C.* LIII. 438. 1858). Divers auteurs, et notamment Mallard, MM. Klein et Rinne, ont montré comment, dans beaucoup de zéolites, cette perte et cette reprise de l'eau étaient accompagnées d'intéressantes modifications optiques, modifications observées toutes les fois qu'on chauffe ces minéraux. Ces modifications dues à la perte d'eau peuvent servir à expliquer les anomalies optiques offertes par quelques-uns des minéraux qui nous occupent.

Au moment de la mise en pages de cette feuille, M. G. Friedel a montré (*B. S. M.* XIX. 93. 1896) que l'eau de toutes les zéolites peut être totalement chassée sans que le réseau cristallin de la substance soit détruit : non seulement cette eau peut être reprise avec énergie, mais encore elle peut être remplacée par divers gaz (gaz ammoniac, hydrogène sulfuré, anhydride carbonique, alcool éthylique, hydrogène, air atmosphérique), par des composés volatils du silicium (fluorure et tétrachlorure) et même par de la silice. Suivant une expression de Mallard, tous ces corps imprégneraient donc le réseau cristallin des zéolites comme une éponge. M. G. Friedel a pu colorer les zéolites en leur faisant absorber, après déshydratation, diverses substances minérales ou organiques, sans pouvoir cependant leur donner du pléochroïsme (*C. R.* CXXII. 1009. 1896).

Au point de vue de leur mode de formation, les zéolites sont toujours des produits secondaires d'altération formés par voie aqueuse aux dépens d'autres minéraux et particulièrement de silicates : elles sont associées entre elles ou avec d'autres produits secondaires : calcite, aragonite, quartz, opale, datholite, prehnite, pectolite, épidote, chlorites, etc.

On peut distinguer les genres suivants de gisement :

1° Formation actuelle dans les grandes profondeurs des océans. — M. Renard a montré (*Bull. Ac. Sc. Belgique*, XIX. 1890), par l'étude des produits des sondages du Challenger, qu'une zéolite, la christianite, se forme en proportion considérable dans les grandes profondeurs de l'Océan Pacifique, par la simple action de l'eau de mer à + 2° à 3° C. sur les produits volcaniques basiques qui en constituent le substratum.

2° Formation dans les sources thermales. — Les travaux de M. Daubrée ont montré qu'un grand nombre de zéolites (christianite, chabasie, etc.) se sont formées par l'action lente de sources thermales peu minéralisées sur des briques et bétons romains. Elles ne se pro-

duisent que dans ces produits calciques, auxquels ils empruntent leurs éléments. La stilbite a été trouvée aux griffons de la source d'Olette. La température de ces sources est inférieure à 100° C. : 78° (Olette), 70° (Plombières), 68° à 58° (Bourbonne), 46° (Luxeuil).

3° Dans les filons métallifères. — Ce mode de formation se rattache étroitement au précédent. Les espèces produites (harmotome, chabasie, stilbite, heulandite, laumontite) se trouvent surtout dans des filons concrétionnés plombifères, argentifères ou zincifères à gangue calcaire et plus rarement quartzeuse.

4° Dans les fentes de roches diverses. — C'est encore par circulation d'eau que les zéolites se forment dans les fentes des roches les plus diverses — éruptives (granites, diorites, diabases, gabbros) — cristallophylliennes (gneiss, micaschistes) ou sédimentaires métamorphiques (phyllades et calcaires paléozoïques, calcaires secondaires, etc.). A cet égard, les gisements décrits plus loin apporteront de nombreux documents nouveaux sur cette catégorie de gisements dans lesquels on trouve surtout : chabasie, stilbite, heulandite, brewsterite, laumontite, analcime, scolécite, thomsonite, etc.

Dans ces gisements, les zéolites se sont formées par altération des roches qui les renferment, soit sous l'action d'eaux thermales ascendantes, soit plus souvent par ruissellement superficiel des eaux pluviales ou de celles des névés : c'est ce qui a lieu notamment dans beaucoup de gisements des Pyrénées. Les éléments de ces minéraux ont souvent été empruntés sur place aux roches zéolitifères, dans d'autres cas, ils ont été en partie apportés, c'est ainsi que ce sont des zéolites calciques (chabasie, stilbite) et non des zéolites potassiques ou sodiques qui se sont produites dans les fentes des granulites et gneiss acides de Cambo.

5° Dans les vacuoles de roches éruptives et particulièrement dans celles des roches basiques. — Ce genre de gisement est le plus généralement connu. Dans les basaltes et labradorites amygdalaires, les zéolites se produisent sur place aux dépens des feldspaths de la roche ou de ses enclaves ; les espèces formées dans ces conditions sont nombreuses : c'est le gisement principal de la mésotype et des autres natrolites, de la christianite, de la gismondine, etc. ; toutes les autres espèces peuvent s'y rencontrer. Les mêmes minéraux se trouvent dans les phonolites, les trachytes ; ils y sont formés aussi par corrosion sur place.

ZÉOLITES ALUMINEUSES

(ZÉOLITES PROPREMENT DITES)

THOMSONITE

$(Ca, Na^2)\ Al^2\ Si^2\ O^8 + 2{,}5\ H^2\ O$

Orthorhombique. $mm = 90°\ 25'$ (Brögger).

$b : h = 1000 : 716{,}480$. $D = 709{,}707$. $d = 704{,}487$.

$[a : b : c = 0{,}9925 : 1 : 1{,}0095$[1]$]$

Formes observées. p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010).

Faciès des cristaux. Les cristaux de thomsonite sont généralement allongés suivant l'axe vertical, les faces de la zone prismatique sont striées verticalement ; souvent le minéral est lamelleux suivant g^1 (010), ses cristaux sont parfois terminés par des pointements p (001). Enfin quelques variétés sont fibreuses et se présentent en masses mamelonnées à éclat soyeux : ce sont elles qui ont reçu le nom de *mésole*.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait, h^1 (100) difficile, trace suivant p (001). Cassures transversales, cassure inégale.

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 2,3 à 2,4 ; 2,357 (bois du Fajou).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune ou rougeâtre. Poussière incolore. Transparente ou translucide.

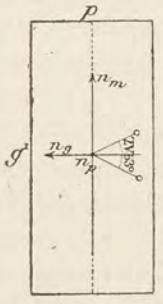


Fig. 1.
Épure de la face h^1 (100) perpendiculaire à la bissectrice n_p.

Éclat vitreux parfois un peu nacré. Éclat soyeux dans les variétés fibreuses.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001) c'est-à-dire transversal à l'allongement du minéral.

La bissectrice aiguë est *positive* (n_g) et perpendiculaire à g^1 (010). La dispersion est notable, $\rho < \upsilon$.

$2\ V = 53°$ environ.
$n_g = 1{,}525$ Dx. ;
$n_m = 1{,}503$;
$n_p = 1{,}498$;
$n_g - n_p = 0{,}027$.

1. Ces paramètres mettent en évidence le réseau pseudocubique de la thomsonite.

Composition chimique. Composition théorique répondant à la formule $(Ca, Na^2)\ Al^2\ Si^2\ O^8 + 2{,}5\ H^2\ O$: *a*) avec $Ca\ O : Na^2\ O = 3 : 1$. ; *b*) avec $Ca\ O : Na^2\ O = 1 : 1$.

	a)	*b*)
$Si\ O^2$.....	37,0	36,8
$Al^2\ O^3$.....	31,4	31,3
$Ca\ O$	12,9	8,6
$Na^2\ O$.....	4,8	9,5
$K^2\ O$	»	»
$H^2\ O$	13,9	13,8
	100,0	100,0

Les mésoles sont souvent plus riches en silice que la thomsonite.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond avec gonflement en un émail blanc. Décomposée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Diagnostic. Parmi les zéolites, la thomsonite possède une place à part au point de vue du diagnostic, grâce à la position du plan des axes optiques perpendiculaire à l'allongement de ses fibres, et à sa haute biréfringence. Ce dernier caractère optique est nécessaire pour distinguer ce minéral de la mésolite, la différenciation n'étant pas possible par des essais pyrognostiques ou qualitatifs.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La thomsonite est toujours accompagnée par d'autres zéolites ou par de la prehnite. Elle existe en France dans les conditions suivantes :

1° Dans les roches volcaniques basiques.

2° Dans les fissures des schistes paléozoïques.

3° Dans les calcaires et les marnes calcaires métamorphisées par la lherzolite.

1° *Dans les roches volcaniques basiques.*

Dans ce genre de gisement, la thomsonite se présente souvent sous forme de mamelons fibreux (*mésole*).

Plateau Central. — *Ardèche*. J'ai observé de beaux échantillons de mésole en globules atteignant 1^{cm} de diamètre dans le basalte porphyroïde d'Aubenas, riche en enclaves calcaires. Ce minéral y est intimement associé à de la christianite et plus rarement à de la chabasie. M. Gonnard l'a rencontré dans le basalte de Chabane près de Saint-Agrève.

Puy-de-Dôme. On verra page 279 que le minéral de Gignat (plateau de la chaux de Bergonne), qui a été décrit comme *mésole*, constitue une espèce spéciale la *gonnardite*. Je n'ai trouvé que rarement les globules de ce minéral recouverts d'un enduit de thomsonite offrant une structure à la fois zonaire et fibreuse.

M. Gonnard m'a fait savoir que les petits globules blancs du basalte de Prudelle qu'il a cités autrefois comme mésole (*op. cit.* 75) sont en réalité constitués par de la calcite.

Loire. La christianite des basaltes du bois de Verrière est accompagnée de petits mamelons de mésole et de cristaux divergents de thomsonite à formes nettes rappelant celles de la *comptonite* de Bohème (Gonnard).

Algérie. — *Alger*. Les labradorites des environs de Dellys et particulièrement celles du cap Bengut (en face du phare) contiennent de nombreuses zéolites parmi lesquelles M. Gentil a trouvé de la thomsonite. Ce minéral y forme des masses fibreuses divergentes dont les cristaux constitutifs dépassent 1 ^{cm} de longueur : ceux-ci sont blancs, transparents ou fortement translucides à leur extrémité libre et intimement associés à de l'analcime. Le minéral est très altéré ; aussi sa densité n'est-elle que de 2.25 (*B. S. M.* XVIII. 374. 1895).

2° *Dans les fissures des schistes paléozoïques.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Le seul échantillon à rapporter à ce genre de gisement m'a été signalé par M. Gourdon.

La thomsonite forme de longs cristaux aplatis suivant g^1 (010) associés à de la prehnite dans les fissures d'un schiste paléozoïque métamorphisé du pic de Sarrouyès (vallée de Louron).

3° *Dans les calcaires et dans les marnes calcaires métamorphisés par la lherzolite.*

Pyrénées. — *Ariège*. J'ai trouvé la thomsonite dans les fissures des schistes micacés tachetés à dipyre du bois du Fajou, près Caussou et de l'Escourgeat dans la vallée de Suc (voir à *dipyre*). Elle y forme des croûtes crêtées, à surface régulièrement ondulée. Les cristaux sont lamelleux ; ils ne constituent pas de sphérolites, mais sont implanté normalement à la paroi schisteuse. Les lames de clivage g^1 (010) laissent voir de petites facettes h^1 (100) et p (001).

HYDRONÉPHÉLITE

$$H\,Na^2\,Al^3\,Si^3\,O^{12} + 3\,H^2\,O$$

Hexagonal.

Faciès. L'hydronéphélite forme des masses à apparence compacte, se montrant au microscope constituées par des plages cristallines globuleuses ou un peu fibreuses.

Dureté. 4,5 à 6.

Densité. 2,263.

Coloration et éclat. Blanche, rosée ou d'un gris noir. Éclat vitreux. Translucide ou opaque.

Propriétés optiques. Uniaxe et positif.

$$n_g - n_p = 0.010 \text{ environ.}$$

Composition chimique. La formule donnée plus haut correspond à la composition suivante :

SiO^2....	39,3
Al^2O^3....	33,4
Na^2O....	13,5
H^2O.....	13,8
	100,0

Une petite quantité de calcium remplace souvent une proportion équivalente de sodium.

Essais pyrognostiques. Facilement fusible en un émail blanc. Décomposée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Diagnostic. L'hydronéphélite se distingue de la mésotype par l'émail blanc qu'elle produit par fusion, et par ses propriétés optiques (axe unique positif). Les groupements de mésotype décrits page 165, conduisant à l'uniaxie, ôtent de sa valeur à ce dernier caractère.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'hydronéphélite est un produit d'altération de la sodalite et de la néphéline. Je l'ai rencontrée dans les roches des gisements suivants :

1° *Dans les syénites néphéliniques.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Dans la syénite néphélinique de la Sablière de Pouzac, la sodalite et la néphéline présentent de fréquentes altérations qui ont été décrites dans le tome I. Il n'est pas rare de voir ces

minéraux transformés en hydronéphélite souvent mélangée de mésotype. Je n'ai pu isoler à l'état de pureté une quantité suffisante de matière pour faire des essais chimiques quantitatifs. Les propriétés optiques, cependant, ne laissent guère de doute sur l'existence de l'hydronéphélite dans ces pseudomorphoses. A l'œil nu, elles se présentent avec une teinte grise ou légèrement rosée.

2° *Dans les néphélinites*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. A l'article néphéline, j'ai signalé la remarquable roche à grands cristaux de néphéline du puy de Saint-Sandoux (Barneire). L'hydronéphélite y est fréquente comme produit secondaire formé avec la mésotype et la christianite aux dépens de la néphéline et des feldspaths.

GROUPE DES NATROLITES

Les natrolites présentent entre elles de remarquables analogies, bien que cristallisant dans des systèmes différents (orthorhombique, monoclinique, triclinique). Leur forme extérieure est pseudoquadratique; cette pseudosymétrie est parfois accentuée par des macles microscopiques. Tous ces minéraux se clivent facilement suivant les faces d'un prisme voisin de 91°.

Le plan des axes optiques est compris dans g^1 (010) (*mésotype*), ou dans h^1 (100) (*scolécite*) : il est presque perpendiculaire à l'axe vertical dans la *mésolite*; la bissectrice aiguë est parallèle à l'axe vertical et positive dans la *mésotype*, ou seulement voisine de cet axe et négative dans la *scolécite*, alors que c'est l'indice moyen qui occupe cette position dans la *mésolite*.

Ce groupe comprend les trois types suivants :

Mésotype	$Na^2 Al^2 Si^3 O^{10} + 2 H^2 O$
Scolécite	$Ca\ Al^2 Si^3 O^{10} + 3 H^2 O$
Mésolite	$m\ Na^2 Al^2 Si^3 O^{10} + 2 H^2 O$
	$+ n\ Ca\ Al^2 Si^3 O^{10} + 3 H^2 O$

MÉSOTYPE

$$Na^2\ Al^2\ Si^3\ O^{10} + 2\ H^2\ O$$

Orthorhombique. $mm = 91°$

$b : h = 1000 : 251{,}071 \quad D = 713{,}250 \quad d = 700{,}909$

$[a : b : c = 0{,}98270 : 1 : 0{,}35201]$

Formes observées. p (001); h^1 (100), m (110), g^1 (010); e^1 (011); $b^{1/6}$ (331), $b^{39/80}$ (40. 40. 39), $b^{1/2}$ (111); $x = (b^1\ b^{1/21}\ h^{1/11})$ (10. 11. 11), $u = (b^{1/2}\ b^{1/70}\ g^1)$ (34. 36. 1).

Macles. D'après M. Brögger (*Z. K.* XVI. 596. 1890) une partie des mésotypes seraient monocliniques ($ph^1 = 90°5'$) et présenteraient une symétrie pseudoorthorhombique grâce à des macles suivant h^1 (100). On verra plus loin que la mésotype offre d'intéressantes macles microscopiques suivant m (110).

Les abréviations G et G^1 sont mises en regard des mesures prises par M. Gonnard sur les cristaux de mésotype du puy de Marman et de la tour de Gevillat.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
mm	91° 0′		$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. p	126°40′	126°53′(G)35′(G¹)	xx avant.	146°28′	146°17′(G)
mh^1	135°30′		$b^{39/80}\ b^{39/80}$ s. p	125°30′		$b^{1/6}\ b^{1/6}$ côté.	107° 5′	
mg^1	134°30′		$b^{1/6}\ b^{1/6}$ s. p	112°53′	113° 8′ (G)	$b^{1/6}\ b^{1/6}$ avant.	108°32′	108°29′(G)
$b^{1/2}\ m$	116°40′	116°42′(G) 12′(G¹)	$b^{1/2}\ b^{1/2}$ côté.	142°40′	142°44′(G)11′(G¹)	$\overline{m}x$	115°38′	115°57′(G)
$b^{39/80}\ m$	117°15′	117°12′ (G) 5′ (G¹)	$g^1\ b^{1/2}$	108°20′	108°48′ (G¹)	$h^1\ x$	108°51′	
$b^{1/6}\ m$	146°26′	146°30′ (G)	$b^{1/2}\ b^{1/2}$ avant.	143°20′	143°41′(G¹)	$b^{39/80}\ x$	177°	177°50′(G)

Faciès des cristaux. Les cristaux de mésotype des gisements français

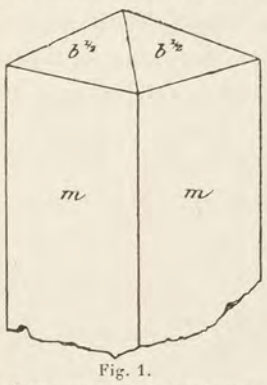


Fig. 1.
Forme commune de la mésotype d'Auvergne.

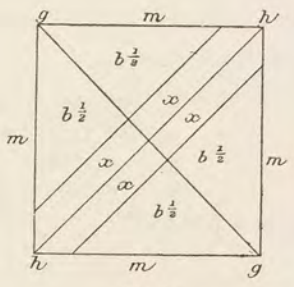


Fig. 2.
Projection sur p (001) d'un pointement de mésotype du puy de Marman.

sont toujours allongés suivant l'axe vertical; ils offrent un aspect pseudo-

quadratique (fig. 1 et 2) ; les faces prismatiques sont souvent ternes et cannelées verticalement. La mésotype d'Auvergne présente fréquemment des pointements dyssymétriques (fig. 9 à 16).

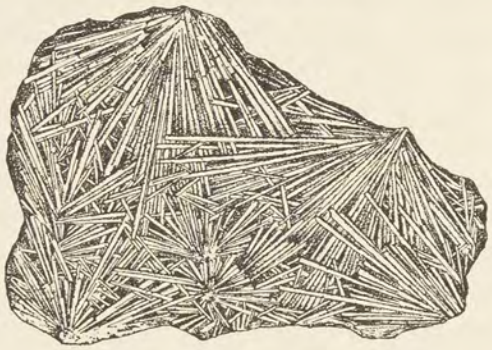


Fig. 3.
Mésotype fibrobacillaire de Parentignat. (Grandeur naturelle.)

Ce minéral a une grande tendance à former des masses bacillaires, fibreuses ou sphérolitiques (fig. 2). Les variétés à apparence compacte sont en réalité finement fibreuses.

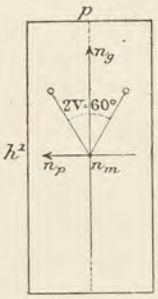


Fig. 4.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Clivages. Clivage *m* (110) parfait; clivage ou plan de séparation suivant g^1 (010) imparfait. Cassure inégale.

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 2,2 à 2,25; 2,213 (le Pallet); 2,255 (P. de Marman); 2,27 (Essey-la-Côte).

Coloration et éclat. Incolore ou blanc, gris jaunâtre ou rougeâtre. Éclat vitreux. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë, *positive* (n_g), perpendiculaire à *p* (001), $\rho < v$.

$\mathbf{n}_g = 1{,}4887$ (rouge) Dx.
$\mathbf{n}_m = 1{,}4797$ (Puy de Marman).
$\mathbf{n}_p = 1{,}4768$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0119$

d'où $2\,V = 59°29'$ et $2\,E = 94°27'$

$96°28'$ rouge
$95°51'$ bleu
} mesure directe

J'ai constaté que les cristaux du puy de Marman et de Parentignat, malgré leur apparente homogénéité, présentent d'une façon presque

constante des macles en rapport avec leur symétrie pseudo-quadratique. Quand en effet on examine en lumière polarisée parallèle une

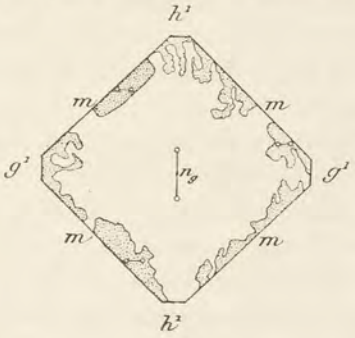


Fig. 5.
Lame p (001) de mésotype du puy de Marman. (Lumière polarisée.)

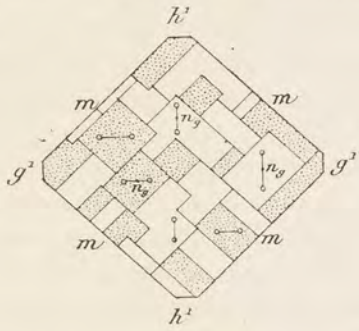


Fig. 6.
Lame p (001) de la mésotype de Pouzac. (Lumière polarisée.)

section parallèle à p (001), on la croit homogène, mais si on lui superpose un mica quart d'onde, on constate que la bordure de la plaque est criblée de bandes ou de petites plages irrégulières dans lesquelles le plan des axes optiques est situé sensiblement à 90° de celui du reste de la préparation (fig. 5).

La mésotype fibreuse de Pouzac est formée non par un cristal à orientation dominante renfermant des plages irrégulières à orientations différentes, mais par l'enchevêtrement en damier irrégulier d'un grand nombre d'individus offrant des orientations à angle droit (fig. 6). J'ai observé une disposition analogue dans la *galactite* de Bishopton (Écosse). Dans la mésotype de Dellys, le centre des cristaux est homogène, il est entouré par une bande de même diamètre que lui, présentant la structure de la figure 6.

Dans la mésotype fibreuse du puy de la Piquette imprégnant un fragment de lignite, j'ai constaté l'existence d'un cristal unique limpide, entouré par une zone fibreuse dans laquelle les fibres sont assez finement et assez régulièrement entrecroisées pour conduire à l'uniaxie complète (fig. 7).

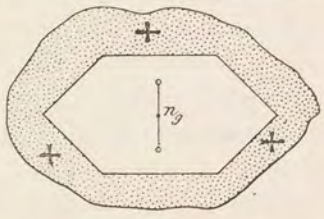


Fig. 7.
Lame p (001) de la mésotype du puy de la Piquette. (Lumière polarisée.)

Ces groupements s'expliquent aisément par une macle suivant m (110), avec rotation de 90° autour de l'axe vertical, qui est presque un axe pseudoquaternaire. Cette macle a, du reste, été

signalée dans les cristaux de Marburg, mais avec p (001) comme plan d'accolement (Stadtländer, *N. J.* 1885. II. 113). Les gisements qui viennent d'être décrits sont remarquables par la netteté et la constance de ces groupements pseudoquadratiques qui existent également mais moins nets dans l'*edingtonite* d'Écosse. M. O. Nordenskiöld a du reste montré l'isomorphisme de l'edingtonite de Suède et de la mésotype.

M. Rinne a étudié (*op. cit.*) les variations de propriétés optiques consécutives à la perte d'eau par la chaleur signalée plus loin. En perdant de l'eau, le minéral devient monoclinique (*métanatrolite*). Une section p (001) n'est plus homogène et se divise en quatre secteurs dans laquelle les axes n_p des deux secteurs contigus font entre eux un angle d'environ 15°. L'auteur admet que l'axe vertical devient alors l'orthodiagonale du minéral monoclinique. Les faces m deviennent o^1 (101) et a^1 ($\bar{1}01$) et le cristal est maclé suivant h^1 (100) ou p (001).

Composition chimique. a) Composition correspondant à la formule théorique $Na^2\ Al^2\ Si^3\ O^{10} + 2\ H^2\ O$.

Analyses : *b*) et *c*) de la mésotype d'Auvergne par J. N. Fuchs (*J. für Ch. u. Ph. Schweigger*. XVIII. 12. 1816).

d) de la mésotype du puy de Marman, par M. Gonnard (*B. S. M.* XIV. 169. 1891).

e) de la mésotype de la tour de Gevillat, par le même (*id.*).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)
$Si\ O^2$	47,4	48,17	47,76	48,03	47,88
$Al^2\ O^3$	26,8	36,51	25,88	26,68	26,12
$Na^2\ O$.....	16,3	16,12	16,21	15,61	15,63
Ca O.....	»	0,17	0,13	»	0,45
$H^2\ O$.....	9,5	9,13	9,31	9,62	9,80
	100,0	100,10	99,29	99,94	99,88

M. Damour a montré (*A. P. C.* LIII. 438. 1858) que la mésotype pulvérisée ne se déshydrate pas quand elle est placée dans l'air sec, mais à 240° C. elle perd la presque totalité de son eau en devenant laiteuse et opaque. Par exposition à l'air humide, elle réabsorbe l'eau perdue sans cependant reprendre sa transparence. Cette eau réabsorbée disparaît à environ 90° C.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fusible à la flamme d'une bougie en un verre incolore. Dans le tube, blanchit et donne de l'eau. Fait gelée avec les acides.

Diagnostic. La mésotype se distingue aisément des autres zéolites

fibreuses ; de la thomsonite, par sa biréfringence, la position du plan des axes optiques parallèle à l'allongement, sa perle incolore au chalumeau ; de la mésolite et de la scolécite par son système cristallin orthorhombique, le signe positif de son allongement, enfin par sa perle incolore et l'absence d'une quantité notable de chaux. (Voir à *hydronéphélite*.)

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le gisement principal de la mésotype en France est le Plateau Central où elle se trouve dans les roches volcaniques et particulièrement dans les roches basiques. Les gisements situés en dehors de cette région sont peu nombreux et plusieurs d'entre eux demandent une confirmation.

1° *Dans les roches volcaniques.*

Languedoc. — *Hérault.* Je dois à l'obligeance de MM. Delage et de Mourgues la communication d'un fort bel échantillon de mésotype qu'ils ont recueilli dans le basalte de Montferrier près Montpellier. Ce minéral qui tapisse une cavité de la roche forme des houppes fibreuses constituées par de très fines aiguilles d'un blanc jaunâtre de 2^{cm} de longueur, libres à l'une de leurs extrémités. Elles sont, du reste, peu cohérentes, d'une délicatesse et d'une fragilité extrêmes.

Plateau Central. — *Ardèche.* Faujas de Saint-Fond a découvert en 1775 la mésotype fibreuse dans le basalte de Rochemaure (*Rech. sur les volcans éteints du Vivarais et du Velay.* 103 et *Minéralogie des Volcans.* 1784). Le même minéral a été signalé dans le basalte de la source de la rivière de Pourseille, près Montpezat (Delmas, *Descript. géol. de l'Ardèche.* 1872. 38).

Il paraît n'être pas rare d'une façon générale dans les basaltes des Coirons, mais je ne crois pas qu'il y ait été rencontré autrement qu'en masses fibreuses.

Haute-Loire. Pascal (*op. cit.*, 392) a indiqué la mésotype dans le trachyte de Gerbison, de Monedeyre où elle est associée à la chabasie, dans les basaltes de l'Aubépin, de Saint-Pierre Eynac, dans les laves de Farges, de Coubon (avec chabasie).

Elle se trouve en sphérolites dans les cavités de la phonolite de la ferme de Jacassy sur le sentier allant du village des Estables au sommet du Mézenc, associée à la néphéline (Bourgeois, *B. S. M.* 16. 1883).

Cantal. Je dois à M. Rames l'indication de mésotype en masses bacillaires dans les cavités du basalte de Coissy, près Aurillac, dans les scories rouges du basalte, au-dessus de Lacondamine, près Aurillac et d'une façon générale dans les vacuoles du basalte des plateaux du Cantal : dans cette région, l'aragonite est très abondante et a été souvent prise pour de la mésotype.

Puy-de-Dôme. Le Puy-de-Dôme est la région d'Auvergne la plus riche en cristaux de mésotype ; ce minéral a été indiqué pour la première fois par Pasumot à Gergovia (*in* Faujas de Saint-Fond, *op. cit.*). Il a fait depuis lors l'objet de nombreux travaux. M. Gonnard a publié récemment sur ce sujet deux mémoires (*B. S. M.* XIV. 164. 1891 et XV. 221. 1892), dans lesquels il a fait la critique des observations anciennes et y a ajouté les siennes. J'y renvoie pour les gisements douteux et ne m'occuperai que de ceux dont l'existence est certaine.

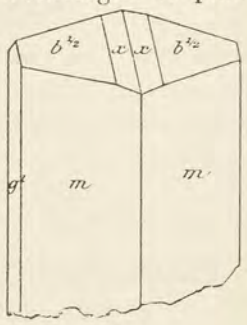


Fig. 8.
Mésotype du puy de Marman.

Le gisement le plus remarquable pour la beauté des cristaux et par

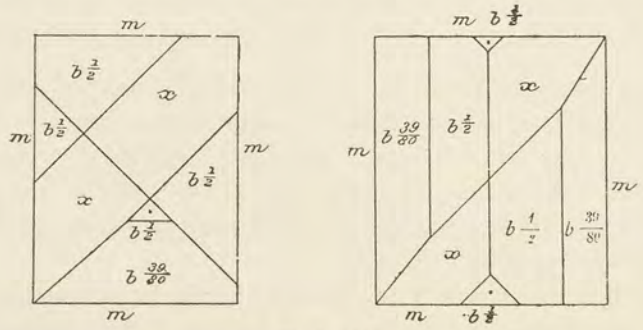


Fig. 9 et 10.
Projection sur p (001) de cristaux de mésotype à pointements dyssymétriques du puy de Marman.

leur abondance est celui du puy de Marman, près des Martres de Veyre ; la mésotype s'y rencontre dans les cavités des basaltes ou des pépérites qui les accompagnent. Ces géodes atteignent parfois plusieurs décimètres et les cristaux qui les tapissent plusieurs centimètres. On trouve aussi ce minéral en fines aiguilles ou en masses fibreuses. C'est de ce gisement que proviennent la plupart des échantillons de mésotype d'Auvergne, que possèdent toutes les collections.

Les combinaisons de formes les plus fréquentes sont : m (110), $b^{1/2}$ (111) ; $mh^1b^{1/2}$; plus rarement $mg^1\,b^{1/2}x$ (10. 11. 11) ; $m\,h^1b^{1/2}\,x$;

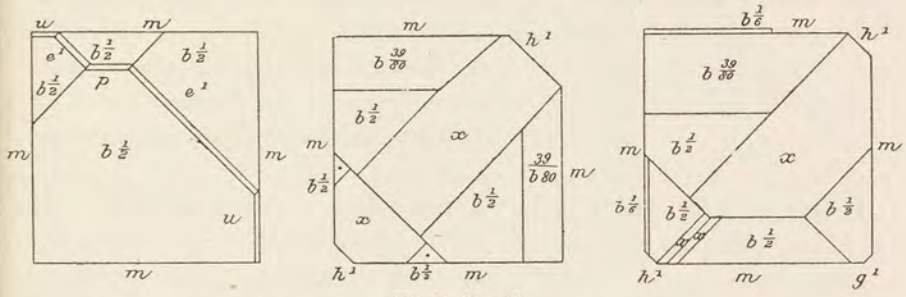


Fig. 11, 12 et 13.
Projection sur p (001) de cristaux de mésotype du puy de Marman à pointements dyssymétriques.

$m\,g^2\,b^{1/6}$ (331) $b^{1/2}\,x$. M. Gonnard a signalé en outre la fréquence d'une forme très voisine de $b^{1/2}$, $b^{39/80}$ (40. 40. 39) ; ainsi que la présence de p (001), e^1 (011) (fig. 15) et de u (34. 36. 1) (fig. 11) sur quelques cristaux plus ou moins riches en faces.

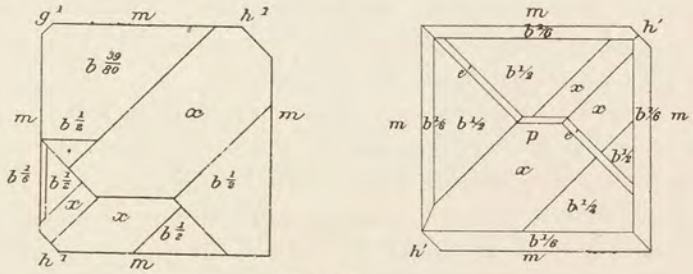


Fig. 14 et 15.
Projection sur p (001) de cristaux de mésotype du puy de Marman à pointements dyssymétriques.

Les cristaux de mésotype sont loin de présenter un développement régulier de toutes leurs formes, les figures 9 à 16 empruntées au dernier mémoire de M. Gonnard montrent l'irrégularité qui est presque la règle dans leur développement relatif. La mésotype du puy de Marman est parfois recouverte de cristaux d'analcime, de chabasie (phacolite) et de christianite ; elle forme rarement des sortes de stalactites autour d'un axe de calcite, ou se trouve en cristaux bipyramidés englobés dans de gros rhomboèdres e^1 de calcite (Gonnard).

De beaux cristaux de mésotype ont été trouvés à la tour de Gevillat, près de Parentignat (ce gisement est quelquefois appelé tour de Bou-

lade); les combinaisons que l'on y observe sont $m\ b^{1/2}$, $m\ h^1\ b^{1/2}$, $m\ g^1\ h^1\ b^{1/2}$ et plus rarement x (10. 11. 11) et $b^{39/80}$. Ces dernières formes sont moins nettes qu'au Puy de Marman, les masses fibreuses sont fréquentes (fig. 3).

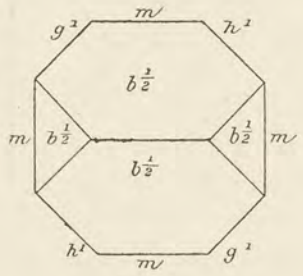


Fig. 16.
Projection sur p (001) d'un cristal de mésotype de la tour de Gevillat.

Les cristaux de ces deux gisements présentent d'une façon presque constante les macles microscopiques suivant m (110) (fig. 5).

J'ai trouvé dans la collection du Muséum (*B. S. M.* XVII. 46. 1894) un échantillon de mésotype dont les cristaux peuvent lutter par leur beauté avec ceux des gisements précédents; il est indiqué comme provenant des pépérites du puy de Saint-Sandoux (ou de Barneire).

Au puy de la Piquette, la mésotype forme des houppes de beaux cristaux transparents, atteignant $2^{cm},5$; leur forme est m (110), $b^{1/2}$ (111). Ils accompagnent l'apophyllite dans les cavités des blocs de *calcaire à phryganes*, englobés dans les pépérites. Ces minéraux tapissent les cavités des tubes de phryganes.

La mésotype empâte aussi en masses fibreuses d'un blanc de lait des fragments de lignite englobés dans les pépérites : c'est cette mésotype qui présente les phénomènes décrits page 265 (fig. 7).

Le basalte de Buron renferme des nodules fibreux de mésotype sans cristaux nets; il en est de même de ceux de Peyreneyre, près Saint-Amand-Tallende; bien qu'accidentellement, on trouve dans ce dernier gisement de beaux cristaux analogues à ceux du puy de Marman.

Le puy de la Poix, près le puy de Crouël a fourni quelques jolis cristaux de mésotype associés à de la calcite.

La christianite et la chabasie signalées plus haut dans le basalte de Perier, près Issoire, sont parfois accompagnées par de la mésotype fibreuse.

Enfin la mésotype se rencontre encore dans la pépérite de Cournon, du puy de Mur, de Dallet sur les bords de l'Allier, dans le basalte du puy de la Garde, au sud de Saint-Jean-des-Ollières près Billom (*B. S. M.* XIV. 323. 1891). J'y ai signalé dans ce gisement la forme m (110), b^1 (112). C'est $b^{1/2}$ (111) qu'il faut lire.

Saône-et-Loire. Le basalte du Drevin, près Couches, renferme quelques rares nodules de mésotype blanche fibreuse atteignant la grosseur d'une noix.

Vosges. — La néphélinite d'Essey-la-Côte paraît être assez riche en mésotype fibreuse; elle y a été signalée par Lebrun (basalte d'Essey-la-Côte, Nancy. 1858). J'ai eu l'occasion d'en examiner quelques échantillons grâce à l'obligeance de M. Vélain.

Algérie. — *Alger.* La mésotype a été signalée au cap Djinet près Dellys, par M. Delage (Le *Sahel d'Alger*, thèse); elle y forme des masses fibreuses dans un basalte. J'ai eu de beaux échantillons de ce gisement, grâce à la bienveillance de M. Damour : le minéral est intimement mélangé avec de l'apophyllite : les macles suivant *m* (110) y sont fort nettes.

2° *Dans les roches éruptives non volcaniques.*

Vendée. — *Loire-Inférieure.* A la limite du département de la Vendée, le gabbro du Pallet renferme une zéolite blanche, en rosettes dont les fibres atteignent un centimètre (échantillons recueillis par M. Baret). Je rapporte cette zéolite à la mésotype. Des essais quantitatifs que je n'ai pu faire seraient cependant nécessaires pour voir si ce minéral n'est pas une hydronéphélite ; elle est sodique, mais renferme un peu de chaux; les fibres sont parallèles à un axe optique unique *positif* ou à une bissectrice aiguë autour de laquelle les axes optiques sont presque réunis.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* On a vu tome I que la mésotype est associée à l'hydronéphélite comme produit d'altération de la néphéline et de la sodalite de la syénite néphélinique de Pouzac. Ces deux zéolites forment des masses blanches, grises ou roses, visibles à l'œil nu. Elles sont fibreuses ou compactes. Dans les variétés fibreuses, les macles suivant *m* (110) sont remarquablement nettes et s'étendent à toute l'étendue d'un même cristal (fig. 6). Cette mésotype est imprégnée de calcite.

Gisements douteux.

Pyrénées. — La mésotype a été signalée par M. Frossard au pic du Midi de Bigorre, au lac Bleu (*B. S. M.* VI. 87. 1883); les minéraux de ces gisements que j'ai étudiés sont à rapporter à la laumontite ou à la scolécite.

Alpes. — *Massif du mont Blanc* (*Haute-Savoie*). F. Soret a indiqué

la mésotype en fibres divergentes comme associée à la stilbite du glacier de Miage (*Soc. phys. Genève.* 179. 1821), sur une roche formée de quartz, d'asbeste et de disthène (?). On verra plus loin que ce minéral n'est pas de la mésotype, mais de la scolécite.

SCOLÉCITE

$$Ca\ Al^2\ Si^3\ O^{10} + 3\ H^2\ O$$

Monoclinique : $mm = 91°22'$.

$b : h = 1000 : 242{,}765 \qquad D = 715{,}413 \qquad d = 698{,}696$

Angle plan de $p = 91°21'18''$

Angle plan de $m = 90°48'12''$

$a : b : c = 0{,}97663 : 1 : 0{,}33934$

$zx = 88°50'$

Formes observées. m (110), g^1 (010), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

Angles calculés		Angles calculés	
* mm	91°22′	$g^1\ d^{1/2}$	107°40′
mg^2	134°19′	* $d^{1/2}\ d^{1/2}$ sur o^1	144°40′
* $m\ d^{1/2}$	116°34′	$g^1\ b^{1/2}$	107°52′
$m\ b^{1/2}$	115°14′	$b^{1/2}\ b^{1/2}$	144°16
$d^{1/2}\ b^{1/2}$	143°34′		

Formes et faciès. Les cristaux de scolécite sont allongés suivant l'axe vertical et striés longitudinalement; leurs formes extérieures sont celles de la mésotype. Ils se présentent le plus souvent en masses fibreuses plus ou moins divergentes.

Macles. Macles suivant h^1 (100) fréquentes, se produisant très souvent suivant une surface irrégulière ; rarement macles microscopiques suivant m (110) semblables à celles de la mésotype.

Clivages. Clivage m (110) parfait.

Dureté. 5 à 5.5.

Densité. 2.16 à 2.4.

Coloration et éclat. Incolore, blanche. Transparente ou translucide. Éclat vitreux ou soyeux dans les variétés fibreuses.

M. Luedecke a décrit des scolécites tricliniques (*N. J.* 1881. II. 19), que M. Schmidt (*Z. K.* XI. 595. 1836) regarde comme monocliniques. Dans des sections de la scolécite du glacier de Miage perpendiculaires à l'axe vertical, j'ai observé une division en quatre secteurs

semblables à ceux décrits par les auteurs précédents : ils correspondent à la macle h^1 (100). Quand on dispose la plaque de façon que ses diagonales soient parallèles aux sections principales des nicols, on n'obtient pas d'extinction comme cela devrait être si le minéral était monoclinique ; il y a égal éclairement commun, et il faut tourner de 3 ou 4° à gauche ou à droite de la ligne de macle pour obtenir successivement l'extinction des deux paires de secteurs. Ce fait semble indiquer que le réseau des cristaux étudiés est en réalité triclinique. Ces cristaux sont trop petits pour pouvoir être taillés dans la zone verticale. Dans quelques sections de la scolécite de ce même gisement, j'ai constaté l'existence de plages maclées avec le reste du cristal suivant m (110) (fig. 1).

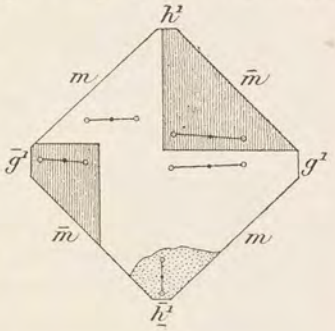


Fig. 1.
Section de scolécite perpendiculaire à l'axe vertical, montrant les macles suivant h^1 (100) et suivant m (110) (glacier de Miage).

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). La bissectrice aiguë *négative* fait dans g^1 (010) un angle de 15 à 16° (fig. 2) dans l'angle obtus de ph^1 (001) (100).

$$2\,\mathrm{Er.} = 53°41' \text{ (Dx.)};$$
$$\mathbf{n}_g = 1{,}4952 \text{ (Schmidt)}.$$

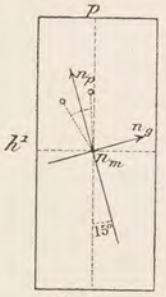


Fig 2.
Plan des axes optique parallèle à g^1 (010).

Propriétés électriques. Les cristaux maclés de scolécite présentent des phénomènes de pyroélectricité très nets. Le pôle positif par échauffement est placé à l'extrémité tenant à la gangue. MM. C. Friedel et de Gramont ont fait voir en outre (*B. S. M.* VIII. 75. 1885) que la scolécite possède deux axes de pyroélectricité dans g^1 (010) : l'un sensiblement parallèle à l'axe c, l'autre sensiblement horizontal. Dans la macle, les faces h^1 extérieures deviennent négatives par échauffement, et les faces h^1 intérieures, positives. Quand on opère sur les cristaux maclés, on constate, par suite, que les deux faces h^1 sont négatives et les deux faces g^1 positives par échauffement. Ces savants en ont conclu que la macle avait lieu par rotation suivant l'axe c et non suivant la normale à h^1 (100).

Composition chimique. La formule $Ca\,Al^2\,Si^3\,O^{10} + 3\,H^2O$ correspond à la composition suivante :

$Si\,O^2$	45,9
$Al^2\,O^3$	26,0
$Ca\,O$	14,3
$H^2\,O$	13,8
	100,0

La calcium peut être partiellement remplacé par du sodium (voir page 278).

D'après M. Damour (*op. cit.*), la scolécite ne perd son eau qu'au delà de 100°; à 300°, il y a une perte de 5 %, qui est réparée par exposition du minéral à l'air humide. La perte est de 12 % au rouge sombre et de 13 % au rouge vif.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, blanchit, gonfle et fond facilement en un verre blanc bulleux à peine translucide. Décomposée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Diagnostic. A l'œil nu, la scolécite fibreuse ne se distingue pas de la mésotype; la constatation de la chaux en quantité notable d'une part, l'allongement négatif et l'extinction oblique des sections de la zone prismatique de l'autre permettent aisément de différencier ces deux minéraux. Les propriétés optiques de la mésolite données plus loin et celles de la thomsonite exposées plus haut sont distinctives de la scolécite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Je n'ai à signaler la scolécite que dans les gisements suivants :

1° *Dans les roches volcaniques.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* L'existence de la scolécite en Auvergne a été admise (Dufrénoy, *Minéralogie*; Delafosse, *Minéralogie*, III. 334. 1862) sur la foi de l'analyse suivante de Guillemin (*A. M.* XII. 390. 1826).

$Si\,O^2$	49,0
$Al^2\,O^3$	26,5
$Ca\,O$	15,3
$H^2\,O$	9,0
	99,8

Or cet auteur fait suivre son analyse de la phrase suivante : « La recherche de la soude est très facile, ce minéral étant entièrement

soluble dans l'acide. Les nombres ci-dessus rentrent dans la formule Na Si^2 + 2 Al Si + 4 Aq assignée à la mésotype d'Auvergne ».

Il considère du reste le minéral analysé comme de la mésotype.

Il me paraît évident que c'est par une erreur de transcription que chaux a été mis à la place de soude. En comparant l'analyse ainsi modifiée avec celles de la mésotype de Marman données page 266, il ne reste aucun doute au sujet de l'exactitude de cette interprétation.

Les recherches faites par M. Gonnard (*B. S. M.* XIV, 165. 1891) pour trouver la scolécite dans les natrolites fibreuses d'Auvergne sont restées sans résultat : tous les échantillons qu'il a étudiés étaient constitués par de la mésotype. Toutefois c'est, selon toute vraisemblance, à la scolécite sodique qu'il y a lieu de rapporter une zéolite fibreuse blanche que m'a communiquée ce savant. Elle tapisse en rosettes blanches les fentes du basalte de Gergovia, près du domaine de Prat (du côté de Sarlièvе); ses fibres sont négatives suivant leur allongement et renferment à la fois de la chaux et de la soude.

La zone périphérique de la *gonnardite* de Gignat est formée par des fibres très minces négatives d'une zéolite qui est sans doute de la scolécite : elle paraît d'origine secondaire.

2° *Dans les fentes des roches éruptives anciennes et des schistes cristallins.*

Alpes. — *Massif du mont Blanc Haute-Savoie.* Le minéral du glacier de Miage indiqué par Soret comme mésotype est en réalité constitué par une scolécite sodique en petits cristaux nets implantés dans les cavités de la stilbite et de la heulandite qui remplissent les fentes d'une granulite. Ces cristaux sont toujours maclés suivant h^1 (100). Ils présentent les formes m (110), h^1 (100), g^1 (010), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Leurs propriétés optiques ont été données plus haut.

3° *Dans les fentes des roches sédimentaires métamorphisées au contact des roches éruptives.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Les fentes des calcaires paléozoïques (métamorphisés par la granulite) qui avoisinent l'observatoire du pic du Midi de Bigorre sont rarement tapissées par de larges rosettes d'un blanc de lait formées par des aiguilles de scolécite longues de 2 centimètres. Les essais microchimiques y décèlent de la chaux et de la soude. Au microscope, j'ai pu constater la macle et les propriétés

optiques de la scolécite. Les fibres sont en partie transformées en produits monoréfringents et imprégnées de calcite : c'est cette zéolite que M. Frossard a indiquée comme mésotype (*B. S. M.* VI. 87. 1883).

Ariège. J'ai recueilli de larges rosettes de scolécite d'un blanc nacré, seules ou associées à de la chabasie, dans les fentes des calcaires paléozoïques de la vallée de Balbonne (en amont de l'étang) en Mijanès, à leur contact avec le granite.

Les fentes des calcaires et marnes calcaires liasiques métamorphisées par la lherzolite renferment de nombreuses zéolites. Au bois du Fajou en Caussou et à l'Escourgeat dans la vallée de Suc, les surfaces tapissées de chabasie sont souvent recouvertes par des globules de la grosseur d'un pois formés par des aiguilles entrelacées d'une scolécite assez riche en soude.

Gisement douteux.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* M. Frossard a rapporté à la scolécite (*B. S. M.* VI. 87. 1883) une zéolite en masse compacte d'un blanc rosé provenant de la syénite néphélinique de Pouzac. Je n'ai pas trouvé cette espèce dans l'étude que j'ai faite de cette roche intéressante (*B. S. G.* XIII. 511. 1890); les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Frossard sont constitués par de la mésotype (voir p. 271) imprégnée de calcite.

MÉSOLITE

$$m\,(Na^2\,Al^2\,Si^3\,O^{10} + 2\,H^2\,O) + n\,(Ca\,Al^2\,Si^3\,O^{10} + 3\,H^2\,O)$$

Triclinique.

Formes et faciès. Les cristaux toujours groupés intimement possèdent des formes très voisines de celles de la scolécite.

Le minéral ne se présente que rarement avec des pointements distincts; le plus généralement, il ne se trouve qu'en masses divergentes finement fibreuses.

M. Gentil a mesuré sur un cristal d'Algérie :

$$m\,\overline{m}\ 91°22' ; \quad m\,b^1\ 115°28'.$$

Macles. Macle microscopique suivant h^1 (100), constante. Elle ne peut être décelée que par l'étude optique.

Clivages. Clivages m ($1\bar{1}0$), t (110) parfaits. Les cristaux sont fragiles. Les masses fibreuses le sont moins.

Dureté. 5.

Densité. 2,2 à 2,4; 2,276 Dellys (Gentil).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, grise ou jaunâtre ; les fibres très serrées sont d'un blanc de porcelaine.

Éclat vitreux dans les cristaux. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. M. des Cloizeaux a montré, par l'étude des propriétés optiques, que le minéral est triclinique (*op. cit.* I. 389) ; les sections perpendiculaires à l'axe vertical des cristaux qu'il a étudiés se montrent formés par 2 ou 4 secteurs. Dans le cas de deux secteurs triangulaires, leur extinction se fait à 20° ou 24° l'un de l'autre. Dans le cas de quatre secteurs, l'extinction des secteurs opposés est la même : l'extinction de l'une des séries de secteurs se produit à 11° ou 15° de celle de l'autre. Dans les faces de la zone verticale, on voit parfois deux bandes dont l'extinction diffère de 5° à 6° l'une de l'autre.

J'ai pu compléter l'étude des propriétés optiques de ce minéral, grâce aux cristaux des Féroë et d'Islande que M. des Cloizeaux a bien voulu me donner ou que j'ai trouvés dans la collection du Muséum, ainsi qu'aux cristaux d'un nouveau gisement d'Algérie, que m'a remis M. Gentil.

L'examen des sections perpendiculaires à l'axe vertical de tous ces cristaux montre les secteurs signalés par M. des Cloizeaux ; ils sont identiques à ceux de la macle de la scolécite décrite page 273, mais les diagonales de la section ne correspondent plus, comme dans ce minéral, à des directions d'éclairement commun. Tandis qu'une des paires de secteurs est presque éteinte quand les diagonales de la section sont mises en coïncidence avec les sections principales des nicols, l'autre paire ne s'éteint qu'à 15° ou 18° de cette direction. Dans les lames très minces, les secteurs présentent des bandelettes très fondues rappelant celles des macles de certains microclines.

L'examen en lumière convergente montre que la section est presque parallèle au plan des axes optiques.

A travers une face prismatique, on voit, en lumière convergente, un axe centré : l'hyperbole est bordée d'un côté par du bleu foncé et de l'autre par du jaune bronzé. Ce sont ces couleurs que l'on observe en lumière parallèle : elles rappellent les teintes de polarisation des pennines et de l'apophyllite. La bissectrice aiguë est *positive* (n_g) et sensiblement perpendiculaire à h^1 (100). L'écartement des axes est grand et difficile à mesurer exactement, à cause des superpositions dues aux macles. La dispersion $\rho > \rho$ est très forte. L'extinction des sections

perpendiculaires aux deux bissectrices se fait à 5° ou 6° de l'axe vertical.

On voit par ces propriétés que la mésolite se sépare nettement de toutes les autres natrolites. L'allongement est tantôt positif, tantôt négatif. La biréfringence est plus de la moitié moindre que celle de la scolécite, et l'on s'explique dès lors pourquoi les mésolites fibreuses taillées parallèlement à leurs fibres dans la zone d'allongement sont parfois presque monoréfringentes en lames très minces.

M. Luedecke admet (*N. J.* II. 28. 1881 et *Zeitsch. Nat. Halle.* LXIII. 42. 1890) l'existence de trois mésolites, l'une orthorhombique et pauvre en chaux (*galactite* de Bishopton), une autre monoclinique comprenant la plupart des mésolites (Islande, etc.), une troisième enfin, triclinique, uniquement représentée par les cristaux décrits par M. des Cloizeaux (*op. cit.*, I. 389), tandis que M. Schmidt, au contraire, considère toutes les mésolites comme monocliniques. Les données nouvelles que je viens d'exposer ne laissent plus aucun doute de l'identité absolue de la galactite et de la mésotype (page 265) déjà montrée par M. des Cloizeaux ; elles permettent d'affirmer l'existence d'une *mésolite triclinique*, qui, bien loin d'être rare et limitée au cristal décrit par M. des Cloizeaux, est, au contraire, très abondante dans les collections (Islande, Féroë, Algérie, etc.) : je propose de réserver le nom de *mésolite* aux cristaux possédant les propriétés que je viens d'établir et de ranger avec les scolécites toutes les natrolites calcosodiques dans lesquelles la bissectrice aiguë est négative et voisine de l'axe vertical. C'est un de ces derniers minéraux dont M. des Cloizeaux a donné l'écartement des axes dans son article *mésolite* (*op. cit.*, 390).

Composition chimique. La mésolite peut être considérée comme un mélange de

$$m\,(\underset{\text{mésotype}}{\mathrm{Na\ Al\ Si^3\ O^{10}} + 2\ \mathrm{H^2\ O}}) + n\,(\underset{\text{scolécite}}{\mathrm{Ca\ Al^2\ Si^3\ O^{10}} + 3\ \mathrm{H^2\ O}})\,;$$

m et n sont variables dans les divers échantillons étudiés. Le plus souvent $m : n = 1 : 2$ et l'on a alors la composition suivante :

$Si\ O^2$.....	46,4
$Al^2\ O^3$.....	26,3
$Na^2\ O$.....	5,3
$Ca\ O$.....	9,6
$H\ O$.....	12,4
	100,0

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le matras. Au chalumeau,

se gonfle, se tord et fond facilement en un émail blanc. Décomposée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Diagnostic. La mésolite se distingue de la mésotype et de la scolécite par les propriétés optiques qui ont été exposées plus haut.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Je n'ai à signaler la mésolite que dans les deux gisements français suivants :

Dans les roches volcaniques.

Algérie. — *Alger*. M. Gentil m'a remis un très joli échantillon de mésolite en houppes formées par de longues aiguilles (2^{cm} de longueur) terminées par une pyramide surbaissée. Ce minéral a été recueilli dans une cavité de l'andésite de la rivière de Takdempt près Dellys.

M. Damour m'a communiqué un minéral provenant des basaltes de Dellys et formant des masses blanches divergentes très finement fibreuses, rappelant un peu l'okenite. L'extrémité des fibres est souvent translucide et possède alors un vif éclat vitreux. Elles ne présentent pas de sommets distincts, car l'intérieur des géodes de plusieurs centimètres de diamètre qu'elles tapissent est rempli par de l'apophyllite.

L'examen microscopique montre que cette zéolite, malgré les réactions de la chaux et de la soude qu'elle fournit, n'est pas de la mésolite, mais de la mésotype normale imprégnée d'apophyllite. Les macles suivant *m* (110) y sont très distinctes.

Martinique. — Les tufs basiques de la Martinique renferment parfois de belles géodes tapissées d'aiguilles capillaires enchevêtrées de mésolite.

GONNARDITE

$$(Ca, Na^2)^2\ Al^2\ Si^5\ O^{15} + 5{,}5\ H^2\ O\ (?)$$

Orthorhombique (?).

Faciès. La gonnardite forme des mamelons blancs à structure fibreuse rappelant l'aspect du *mésole*.

Dureté. 4,5 à 5.

Densité. 2,246 à 2,26 ; 2,357 (Gonnard). Ces variations sont dues aux mélanges dont il est question plus loin.

Coloration et éclat. Blanche. On voit souvent, à l'œil nu, des zones d'accroissement plus ou moins blanches. Éclat soyeux ; translucide, transparente en lames minces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à l'allongement ; bissectrice aiguë *positive* (n_g) parallèle aux fibres. L'écartement des axes est extrêmement faible ; le minéral paraît souvent uniaxe.

Groupements avec d'autres minéraux. Altérations. — La gonnardite est rarement absolument pure. Le plus souvent, quand on examine même à l'œil nu une lame mince du minéral, on constate que le centre des sphérolites est limpide, alors qu'à l'extérieur se trouvent une ou plusieurs zones blanches diffusant la lumière. L'examen microscopique fait voir que ces zones blanches sont formées par des fibres entrelacées, terminant sans solution de continuité celles de la gonnardite, mais elles sont d'allongement négatif, et leur contact avec la gonnardite se fait par une zone monoréfringente par compensation. Il me paraît probable que ce minéral d'allongement négatif est un produit d'altération de la gonnardite à rapporter peut-être à la scolécite (?), les images en lumière convergente sont trop mauvaises pour qu'il soit possible d'être très affirmatif à cet égard. Il y a lieu de remarquer qu'il n'existe jamais de mélange, fibres à fibres, de ce minéral et de la gonnardite. Ces associations par zones alternatives, positives et négatives rappellent celles du quartz et de la calcédoine.

Enfin plus rarement, cette zone d'altération est remplacée par une bande à la fois fibreuse et zonée de thomsonite (mésole) limpide.

Composition chimique. La formule $(Ca, Na^2)^2\ Al^2Si^5O^{15} + 5{,}5\ H^2O$ [dans le cas où $CaO : Na^2O = 5 : 3$] correspondant à la composition donnée en *a*) a été déduite de l'analyse *b*) ; peut-être celle-ci ne représente-t-elle pas exactement la composition du minéral, les mamelons de gonnardite étant, comme on vient de le voir, souvent cerclés de scolécite et de thomsonite et le produit analysé n'ayant pas été examiné optiquement.

b) Analyse du minéral de Gignat, par Pisani (*in* Gonnard, *op. cit.*, 75).

	a)	*b*)
SiO^2.....	41,7	42,30
Al^2O^3.....	28,4	28,10
CaO.....	9,7	10,00
Na^2O.....	6,3	6,70
K^2O.....	»	traces
H^2O.....	13,9	14,10
	100,0	101,20

Essais pyrognostiques. Comme la mésolite et la thomsonite.

Diagnostic. La gonnardite se distingue de la thomsonite (*mésole*) par sa biréfringence beaucoup plus faible, la position de sa bissectrice parallèle aux fibres ; de la mésotype, par sa composition chimique et sa biréfringence plus faible ; de la mésolite, par la position du plan des axes optiques, la biréfringence plus grande, enfin de la stilbite fibreuse (*puflerite*), par le signe de ses fibrés et de sa bissectrice.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les propriétés optiques qui ont été données plus haut, ainsi que la composition chimique, permettent d'affirmer que le minéral qui nous occupe ici est bien distinct de toutes les zéolites connues. Je propose de le nommer *gonnardite*, en l'honneur de mon ami M. Gonnard, le savant auquel l'Auvergne doit la découverte d'un grand nombre de ses richesses minéralogiques et qui a le premier appelé l'attention surle remarquable gisement de Gignat, d'où provient la gonnardite.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. M. Gonnard a décrit, sous le nom de « mésole », le minéral assez abondant à Gignat (Chaux de Bergone, plateau dominant la vallée d'Issoire) (*Soc. agricult. et hist. nat. de Lyon*. 1871 et *C. R.* LXXIII. 1447. 1871) que j'appelle gonnardite.

Cette substance, en mamelons blancs fibreux de la grosseur d'un pois, y tapisse les nombreuses vacuoles de la partie inférieure d'une coulée de basalte doléritique. Elle est recouverte par des cristaux de christianite, de chabasie, d'aragonite, etc., et présente en outre les propriétés et particularités décrites plus haut.

J'ai retrouvé le même minéral dans les échantillons du basalte doléritique du puy de Chalus près Cournon, que m'a envoyés M. Bouhard ; la zone extérieure de signe négatif est plus large que dans le minéral de Gignat. Les roches de ces deux gisements sont, du reste, identiques.

ANALCIME

$Na\,Al\,Si^2\,O^6 + H^2\,O$

Pseudocubique, pseudoquadratique, probablement triclinique.

Formes observées. p (001), a^2 (211), $a^{2/3}$ (332),

$p\ a^{2/3}$ adj., 129°46′, $p\ a^{2/3}$ opp., 115°14′.

Faciès des cristaux. La forme la plus habituelle est le trapézoèdre régulier (fig. 1). Parfois le cube domine (fig. 2) et les facettes du trapézoèdre sont alors réduites à de petites facettes sur les angles du cube.

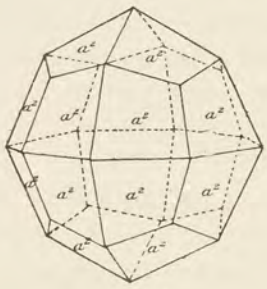


Fig. 1.
Forme commune de l'analcime.

Les cristaux des gisements décrits plus loin sont quelquefois implantés sur leur gangue, de telle sorte que quelques-unes seulement de leurs faces sont visibles et développées d'une façon anormale.

Clivages. Traces de clivage suivant *p* (001).

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 2,22 à 2,278; 2,24 Dellys (M. Gentil), 2,264 (Réunion).

Coloration. Incolore, blanche, jaune, rose. Les cristaux de Cambo sont parfois superficiellement colorés en jaune foncé et irisés. Éclat vitreux. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. L'analcime est un des minéraux pseudocubiques dont les propriétés optiques ont donné lieu aux plus vives discussions. M. Ben Saude les explique par des décroissements de densité dans des pyramides élémentaires formant le cristal et ayant leur sommet au centre de celui-ci et pour bases les faces extérieures.

Mallard a expliqué ces propriétés en admettant que le minéral est formé par le groupement à angle droit de trois cristaux pseudoquadratiques, chacun d'eux étant en réalité formé par deux individus orthorhombiques dont les axes *a* et *b* sont égaux. Les vingt-quatre cristaux orthorhombiques qui constituent un cristal d'analcime correspondent aux vingt-quatre faces d'un hexatétraèdre : il est probable que le réseau élémentaire n'est pas orthorhombique, mais triclinique (Brögger).

Je renvoie pour plus de détails aux mémoires des auteurs précités et à celui de M. Brauns, les cristaux des gisements français ne permettant d'apporter aucun jour sur la question : j'ai pu seulement obtenir, sur un cristal de Cambo, une plaque parallèle à une face cubique, et voisine de la surface du cristal : elle se divise en quatre secteurs sensiblement perpendiculaires à une bissectrice aiguë *négative* avec axes optiques presque réunis.

M. Rinne a montré (*op. cit.*) que la chaleur, en déshydratant l'analcime, la transforme en une leucite sodique plus biréfringente que le

minéral hydraté. Celle-ci est triclinique; la bissectrice négative est inclinée de 4° sur l'axe pseudoquaternaire.

M. G. Friedel, qui a obtenu des résultats analogues sur la déshydratation de l'analcime (*B. S. M.* XIX. 14. 1896), a fait voir que, contrairement à l'opinion émise par M. Klein, l'analcime ne devient pas isotrope quand on la chauffe dans la vapeur d'eau : d'après lui, elle est peut-être réellement cubique après chauffage au-dessus du rouge.

La biréfringence est très faible et voisine de 0,001 [1].

Composition chimique. *a*) Composition théorique correspondant à la formule $Na\ Al\ Si^2\ O^6 + H^2\ O$;

b) Analyse de l'analcime de Cambo (Lx).

	a)	*b*)
$Si\ O^2$.....	54,5	54,39
$Al^2\ O^2$.....	23,2	22,97
$Na^2\ O$	14,1	13,89
$H^2\ O$.....	8.2	8,78
	100,0	100,03

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube. Au chalumeau, fond en un verre incolore. Attaquable par les acides en faisant gelée.

Altérations. L'analcime se transforme rarement en albite et en prehnite.

Diagnostic. La forme de l'analcime est très caractéristique; le diagnostic différentiel d'avec la leucite qui présente les mêmes formes réside dans l'existence de l'eau et de la soude dans l'analcime, alors que la leucite est anhydre et potassique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'analcime est une zéolite relativement peu abondante dans les gise-

1. M. Brögger, en démontrant l'identité de l'eudnophite et de l'analcime (*Z. K.* XVI, 569, note, 1890), considère la biréfringence de ce minéral comme égale à celle du labrador et contredit formellement l'opinion que j'ai formulée (*B. S. M.* VIII. 359. 1885) en disant que la biréfringence de cette substance est très faible. L'examen nouveau que j'ai fait de mes échantillons me permet de maintenir complètement le résultat de mes anciennes observations. Les échantillons que j'ai étudiés sont ceux qui ont été antérieurement décrits par M. des Cloizeaux, ainsi que de beaux cristaux d'analcime du Langesundfjörd provenant de la collection du Muséum.

ments français. On l'y rencontre exclusivement dans les deux conditions suivantes :

1° Dans les roches éruptives d'épanchement et dans leurs tufs;

2° Dans les fentes des schistes cristallins.

1° *Dans les roches éruptives d'épanchement et dans leurs tufs.*

a) *Dans les roches basaltiques et dans leurs tufs.*

Plateau Central. — *Haute-Loire*. L. Pascal (*op. cit.*) a cité l'analcime dans le basalte de Queyrières.

Puy-de-Dôme. L'analcime se rencontre soit dans les tufs basaltiques (pépérites), soit dans les basaltes compacts.

a) *Dans les pépérites*. Elle a été signalée pour la première fois par Kleinschrod (*Zeitschr. Hertha*. XIV. 22. 1828), dans la pépérite bitumineuse de Pont du Château. M. Gonnard a indiqué (*B. S. M.* X. 296. 1887), le même minéral dans les pépérites du Puy de la Piquette (revers regardant le village du Crest); les vacuoles et les fissures de la roche sont criblées de petits trapézoèdres translucides souvent accompagnés de mésotype. Il est à remarquer que tandis que dans ce gisement, l'apophyllite en beaux cristaux se rencontre dans les blocs de calcaire à phrygane englobés dans les pépérites et n'existe pas dans les pépérites elles-mêmes; le phénomène inverse a lieu pour l'analcime.

Le même auteur a trouvé récemment l'analcime en petits cristaux limpides associés à de la mésotype ou à de la calcite dans les pépérites vacuolaires du puy de Chalus près Cournon.

J'ai observé de petits trapézoèdres incolores d'analcime accompagnant des cristaux de quartz et de l'opale dans des pépérites imprégnées de bitume, recueillies par M. Gautier au puy Long ; ils existent aussi dans celles du puy de Saint-Sandoux (ou de Barneire) près Clermont, où ils accompagnent la mésotype.

b) *Dans les basaltes*. On rencontre l'analcime dans le basalte du puy de Marman en petits trapézoèdres hyalins et incolores ou d'un blanc laiteux recouvrant directement les cavités de la roche. Elle est souvent elle-même enveloppée par de la calcite de formation plus récente. Elle ne paraît pas se trouver dans les mêmes druses que la mésotype qui a rendu célèbre ce gisement. L'analcime existe aussi dans le basalte de Parentignat, sous la tour de Gevillat (rive droite de l'Allier), à Gergovia (carrière à l'entrée du village de Merdogne) (M. Gonnard).

Algérie. — *Alger*. L'analcime se trouve en gros trapézoèdres a^2 (211) atteignant 1 cm de diamètre et en masses dépourvues de formes géométriques, au cap Bengut, près Dellys. M. Gentil l'y a rencontrée intimement associée à la thomsonite au milieu d'une labradorite très altérée.

Réunion. — L'analcime n'est pas rare dans les basaltes vacuolaires de la Réunion. Ses cristaux sont parfois parfaitement limpides et dépassent un centimètre de diamètre ; ils se rencontrent notamment avec chabasie au cirque de Salazie. La forme dominante est le trapézoèdre régulier a^2 (211) avec ou sans p (100). J'ai observé plus rarement le cube dominant avec de petits pointements a^2 (fig. 2).

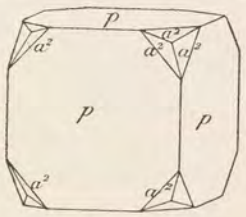


Fig. 2.
Analcime de la Réunion.

Iles Kerguelen. — L'analcime est abondante dans les cavités des basaltes doléritiques plus ou moins altérés des Iles Kerguelen (Buchanan : *Proceed. Roy. Soc.* XXIV. 617. 1876 ; J. Roth : *Ber. Verhandl. k. preuss. Akad. Berlin.* LX. 723. 1875) et particulièrement dans ceux de Greenland Harbour, de Sonntaghafen et de Palliserhafen.

M. Laspeyres a décrit (*Z. K.* I. 204. 1877) des cristaux d'analcime de 1 cm provenant des îles Kerguelen, sans gisement précis : ils présentent la forme des trapézoèdres a^2 (211) accompagnés de $a^{2/3}$ (332) ; cette dernière forme est limitée à de très petites facettes.

b) *Dans les roches trachytoïdes*
(*andésites acides, trachytes et phonolites*).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. L'andésite que l'on trouve près du village d'Arudy, sur la route de Saint-Christau renferme des trapézoèdres d'analcime très nets ayant 5 à 6 mm de diamètre ; ils sont en général transformés en albite et en prehnite. Les échantillons que j'ai étudiés ont été recueillis par M. de Limur : ils sont d'un blanc jaunâtre et opaques ; leur véritable nature est facile à déceler au microscope. La structure de ces pseudomorphoses est fort curieuse : l'albite forme, avec la prehnite qui l'enveloppe, une véritable *structure ophitique*. M. Kühn (*Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch.* XXX. 396. 1881) avait déjà cité ce gisement ; il signale le même fait dans les diabases de la butte d'Ogeu et de Bélair.

Plateau Central. — *Cantal*. L'analcime se trouve en trapézoèdres

a^2 (211) translucides, de 5^{mm} de diamètre, dans les phonolites du puy Griou et dans ses enclaves amphiboliques (*B. S. M.* XIV. 324. 1891).

M. Rames me l'a indiquée en trapézoèdres incolores dans les cavités d'un trachyte que l'on rencontre sur la route de Murat aux Chazes, après avoir passé le pont de Peyretaillade.

Puy-de-Dôme. Constant Prévot a signalé de petits cristaux d'analcime dans la phénolite de la Roche Tuilière au Mont-Dore (*B. S. G.* IV, 49, 1833).

Constantine. De petits trapézoèdres d'analcime se trouvent dans les druses de l'andésite quartzifère de Bou Serdoun, près Collo, qui renferment l'apophyllite (Gentil, *B. S. M.* XVII. 85. 1894[1]).

Madagascar. — J'ai observé de très petits, mais très limpides trapézoèdres d'analcime dans les druses d'une phonolite néphélinique recueillie entre la baie de Diégo Suarez et celle du Courrier.

c) *Dans les fentes des microgranulites.*

Esterel. — *Var.* De petits cristaux limpides a^2 (211) d'analcime ont été signalés par M. Gonnard (*B. S. M.* XV. 231. 1892) dans les fentes de la microgranulite à amphibole (porphyre bleu de Saint-Raphaël) d'Agay.

M. Nentien m'a communiqué une géode d'une enclave granitoïde (anorthite et hornblende) de cette même roche recueillie dans la carrière du Dramont (voir à *andésine*). Elle contient avec des cristaux de stilbite, de laumonite et d'épidote de jolis trapézoèdres d'analcime.

2° *Dans les fentes des schistes cristallins.*

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* J'ai rencontré de beaux cristaux d'analcime dans les fissures des gneiss du tunnel de Cambo ; c'est la zéolite qui y est la moins fréquente ; elle est presque toujours associée à la heulandite, à la chabasie, à la calcite et à la pyrite. La seule forme observée est le trapézoèdre a^2 (211). Les petits cristaux de 1 à 2^{mm} de diamètre sont parfaitement translucides et complets.

1. Dans cette note M. Gentil a décrit, en outre, des cristaux de *datholite* provenant des mêmes roches. C'est un gisement à ajouter à ceux que j'ai donnés à la page 77 du tome I. Ces cristaux qui seront étudiés avec plus de détails dans mon premier supplément présentent les faces h^1 (100), h^3 (210), p (001), e^1 (011), $\gamma = (d^1/^2\, d^1/^6\, h^1)$ (421), $\varepsilon = (h^1\, h^1/^3\, h^1)$ ($\bar{2}$11).

Des cristaux de plus grande taille atteignant 1^{cm} 5 de diamètre et d'un blanc laiteux sont appliqués sur le gneiss; ils sont aplatis et déformés, ils constituent une sorte d'enduit à la surface du gneiss; de telle sorte qu'une partie seulement de leurs faces est visible et qu'ils ne peuvent être isolés de leur gangue. Quelques-uns de ces cristaux sont jaunes et présentent souvent un éclat pseudo-métallique, grâce à une légère pellicule ferrugineuse.

L'analcime recouvre toujours directement la paroi gneissique; toutes les autres zéolites lui sont postérieures.

GROUPE DE LA HEULANDITE

Le groupe de la heulandite ne comprend que deux espèces, dont la composition peut être représentée par une même formule :

Heulandite..... $H^4\ Ca\ Al^2\ Si^6\ O^{18} + 3\ H^2\ O$

Brewsterite..... $H^4\ (Sr, Br, Ca)\ Al^2\ Si^6\ O^{18} + 3\ H^2\ O$.

Elles présentent de grandes analogies de formes, de clivages et de propriétés optiques. Toutes deux sont monocliniques avec fréquents groupements intimes.

HEULANDITE

$$H^4\ Ca\ Al^2\ Si^6\ O^{18} + 3\ H^2\ O$$

Monoclinique : $mm = 136°\ 4'$ (Dx.) [1].

$b : h = 1000 : 796{,}195$. $D = 927{,}360$. $d = 379{,}170$.

angle plan de $p = 136°\ 3'14''$;

angle plan de $m = 90°31'59''$;

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}40347 : 1 : 0{,}85858 \\ zx = 88°34' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001), m (110), g^1 (010), o^1 (101) a^1 ($\bar{1}$01).

Les angles mesurés ont été pris par moi sur la heulandite de la

1. J'ai adopté, pour la heulandite et pour la brewsterite, les formes et les paramètres donnés par M. des Cloizeaux. Beaucoup d'auteurs prennent pour c une valeur moitié moindre : o^1 (101) devient alors $o^{1/2}$ (201), etc.

carrière de l'Étang, près Saint-Nazaire et sur celle de Cambo (Lx.).

	Angles calculés	Angles mesurés			Angles calculés	Angles mesurés	
$m\ m$	136° 4′	135°54′	136° Lx	$o^1\ a^1$ sur h^1	129°40′	129°38′	Lx
$*m\ g^1$	111°58′	111°40′	58′ Lx	$p\ m$ ant.	91°19′	91°12′	Lx
$*p\ o^1$	116°20′	116°28′	24′ Lx	$m\ o^1$ adj.	147°16′	147°25′	10′ Lx
$*p\ a^1$	114° 0′	114°53′	10′ Lx	$m\ a^1$ adj.	142°53′	146°50′	Lx

Faciès des cristaux. Les cristaux de heulandite sont peu variés de forme. Ils peuvent être rapportés à deux types. Dans le premier, les cristaux sont plus ou moins aplatis suivant le clivage nacré g^1 (010) (fig. 2) ; ils présentent les faces g^1 (010), p (001), o^1 (101), a^1 ($\bar{1}$01). Les faces m (110), presque toujours présentes, sont peu développées. Quelques cristaux sont allongés suivant une arête $o^1 a^1$ (101) ($\bar{1}$01) (fig. 5). La face o^1 est généralement plus développée que p et a^1 ($\bar{1}$01) (fig. 4 et 5).

Dans le second type, les faces m (110), o^1 (101) et a^1 ($\bar{1}$01) sont à peu près également développées. Les cristaux sont peu aplatis et ressemblent à des prismes quadratiques (*beaumontite*) (fig. 3).

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait.

Dureté. 3,5 à 4. Fragile.

Densité. 2,18 à 2,26. 2,25 (Cambo).

Coloration et éclat. Blanche, jaunâtre ou jaune, quelquefois rouge (inclusions ferrugineuses). Poussière blanche. Éclat vitreux, nacré suivant g^1 (010). Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaires à g^1 (010), le plus souvent presque parallèle à p (001), mais quelquefois presque perpendiculaire à cette face. La bissectrice aiguë *positive* (n_g) est perpendiculaire à g^1 (010). L'écartement des axes est très variable dans l'étendue d'une même plage, 2 E = 0° à 92°. La valeur la plus habituelle est voisine de 52°. Dispersion faible, $\rho < \nu$ quand le plan des axes est parallèle à p (001), $\rho > \nu$ quand il est perpendiculaire à cette face (Dx.). Dispersion *croisée* très nette. Le plan des axes pour le rouge et le plan des axes pour le bleu sont inclinés l'un sur l'autre de 7° à 12°.

M. des Cloizeaux a montré (*op. cit.*, 426) qu'en chauffant une lame de heulandite vers 100°, on voit l'écartement des axes rouges diminuer, devenir nul; les axes pour le bleu s'ouvrent ensuite dans un plan perpendiculaire à celui qui contenait précédemment les axes pour le rouge; puis, à mesure que la température s'élève, les uns et les autres s'écartent de

plus en plus de ce plan. Mallard a fait voir (*B. S. M.* V. 255. 1882) que ce changement de propriétés optiques est lié à la perte de deux molécules d'eau effectuée vers 150° (la troisième part à 180°) ; il est reversible quand la heulandite les a réabsorbées par exposition à l'air humide. Quand le chauffage a été porté assez loin, la normale à la plaque n'est plus une bissectrice, mais n_m. A ce moment, les secteurs de la fig. 1 n'existent plus, et le plan des axes est parallèle à g^1 (010). M. Rinne (*op. cit.*), qui a repris la question, considère le minéral comme étant alors orthorhombique. Si la chaleur est poussée plus loin, les secteurs réapparaissent ; le plan des axes devient perpendiculaire à g^1 et n_p, perpendiculaire à a^1 ($\bar{1}01$). Une nouvelle augmentation de température fait disparaître les secteurs et diminue la biréfringence, qui finit par devenir nulle.

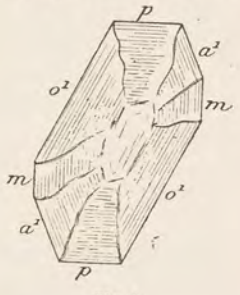


Fig. 1.
Lame g^1 (010) de heulandite de Cambo.

$\mathbf{n}_g = 1{,}505$ (M L. et Lx.) ;
$\mathbf{n}_m = 1{,}499$;
$\mathbf{n}_p = 1{,}498$;
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}007$.

Composition chimique. a) Composition chimique répondant à la formule $H^4\,Ca\,Al^2\,Si^6\,O^{18} + 3\,H^2\,O$;

b) Analyse de la heulandite de Cambo (Lx.).

	a)	*b*)
$Si\,O^2$.....	59,2	58,27
$Al^2\,O^3$.....	16,8	16,79
$Ca\,O$	9,2	8,37
$Na^2\,O$	»	1,45
$H^2\,O$	14,8	15,97
	100,0	100,45

Une petite quantité de CaO est souvent remplacée par une proportion équivalente de SrO.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, blanchit, se gonfle et fond en un émail blanc. Décomposée par l'acide chlorhydrique en donnant de la silice pulvérulente.

Diagnostic. La heulandite se distingue aisément de la stilbite (qu'elle accompagne fréquemment) par son clivage facile, donnant des

lames unies et non ondulées comme celui de la stilbite ; ces lames de clivage sont perpendiculaires à la bissectrice aiguë positive et non parallèles au plan des axes, comme dans la stilbite. (Voir page 294 pour le diagnostic d'avec la brewsterite.)

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

1° *Dans les roches éruptives.*

a) Dans les roches volcaniques.

La heulandite, si abondante dans les roches volcaniques d'Islande, des Feroë, etc., manque dans celles du Plateau central. Elle se trouve dans les amygdales des basaltes des gisements coloniaux suivants :

Ile Saint-Paul. — M. Vélain a bien voulu me remettre d'intéressants basaltes vacuolaires qu'il a recueillis à l'île Saint-Paul (baie des Manchots), et dans lesquels il avait remarqué de nombreux et brillants petits cristaux. Ceux-ci, dans les échantillons que j'ai examinés, sont exclusivement constitués par de la *heulandite* présentant les formes habituelles avec aplatissement suivant g^1 (010) et allongement suivant l'axe vertical.



Fig. 2.
Heulandite de Saint-Paul.

Iles Kerguelen. — La heulandite se trouve en grande quantité dans les fissures et les amygdales des basaltes doléritiques des îles Kerguelen, et particulièrement à Greenland Harbour, au mont Moseley (avec chabasie et calcite), à Hafeninsel, entre Sonntaghafen et Palliserhafen (avec chabasie, analcime, calcédoine, quartz) (voir à *analcime*).

b) Dans les roches éruptives anciennes.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Nous avons signalé, M. Baret et moi (*B. S. M.* XII. 533. 1889), de petits cristaux de heulandite identiques à ceux de Saint-Nazaire décrits plus loin, dans les fentes du gabbro du massif du Pallet, à la carrière de Liveau, près Gorges ; ils sont associés à la calcite et ne dépassent pas 1^{mm} de plus grande dimension.

2° *Dans les fentes des schistes cristallins et des roches sédimentaires.*

Je ne séparerai pas les uns des autres ces divers gisements, qui sont

les seuls de la France continentale dans lesquels la heulandite ait été rencontrée jusqu'à présent.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. J'ai décrit (*B. S. M.* XII. 103. 1889) de petits cristaux de heulandite d'un blanc jaunâtre, que M. Baret a découverts dans les fentes du gneiss pyroxénique à dipyre de la carrière de l'Étang, près Saint-Nazaire. Elle présente les formes de la *beaumontite* de Baltimore. Les cristaux n'ont guère plus de 2^{mm} ; ils sont rares.

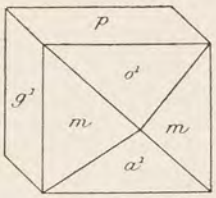


Fig. 3
Heulandite de la carrière de l'Étang.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. La heulandite de Cambo présente des faces remarquablement nettes et brillantes ; c'est elle qui a fourni les angles donnés plus haut. Les cristaux ne dépassent guère 4^{mm}. Ils sont toujours associés à la chabasie et à l'analcime, plus rarement à la stilbite. Les échantillons dans lesquels j'ai trouvé ces quatre zéolites réunies ne proviennent pas du remplissage de fentes rectilignes comme celles qui abondent dans ce gisement, mais de géodes très irrégulières provenant de la décomposition profonde du gneiss, qui est littéralement imprégné de zéolites, il est par suite devenu très fragile et fendillé sur quelques centimètres.

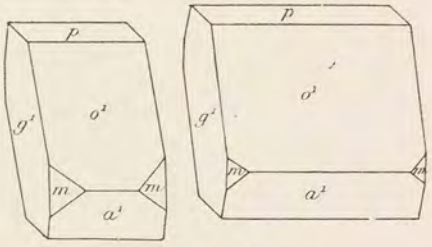


Fig. 4 et 5.
Heulandite de Cambo.

Les formes les plus habituelles sont g^1 (010), o^1 (101), a^1 ($\bar{1}01$), m (110), avec souvent allongement des cristaux suivant une arête $o^1\ a^1$ (fig. 4 et 5).

La heulandite de ce gisement est souvent colorée en jaune par des imprégnations ferrugineuses. Sa surface est parfois irisée et possède un éclat pseudo-métallique. Elle est nettement postérieure à l'analcime et quelquefois implantée sur la chabasie.

Hautes-Pyrénées. La heulandite est rare en petits cristaux dans les fissures de diverses roches métamorphiques des environs du lac Bleu (massif du pic du Midi de Bigorre).

Elle se présente en masses laminaires de grande taille dans les fentes des calcaires paléozoïques de Rioumaou, sur la route de Luz à Gavarnie (voir à *brewsterite*).

Ariège. La heulandite accompagne en petits cristaux du premier type la stilbite de la route d'Arnave à Cazenave.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie.* La heulandite en petits cristaux ou en lames sans contours distincts est associée à la stilbite du glacier de Miage.

Isère. Le même minéral, avec ses formes habituelles, accompagne la stilbite de l'Oisans ; il y est beaucoup plus rare que ce dernier minéral. M. Groth l'a signalé notamment avec calcite et axinite à la Balme d'Auris. (*Sitzb. d. k. bayer Akad.* 394. 1885.)

BREWSTERITE

$$H^4 (Sr, Ba, Ca) Al^2 Si^6 O^{18} + 3 H^2 O$$

Monoclinique : $mm = 136°$ (Brooke.)

$b : h = 1000 : 779{,}42$. $D = 926{,}917$. $d = 375{,}267$

angle plan de $p = 135° 5'6''$

angle plan de $m = 91°22'31''$

$a : b : c = 0{,}40486 : 1 : 0{,}84084$

$zx = 86°20'$

Formes observées. p (001), m (110), g^1 (010), g^4 (120), e^6 (016). J'ai mesuré les angles suivants sur les petits cristaux de Rioumaou :

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
$m\,m$	136° 0′	136° 5′	$p\,e^6$	176° 0′	176° 4′
$m\,h^1$	158° 0′	158° 8′	$*e^6\,e^6$ sur p	172° 0′	
$*m\,g^1$	112° 0′	112°10′	$p\,m$	93°24′	93°28
$g^3\,g^1$	128°56′	128°50′	$e^6\,m$ ant.	94°53′	
$*p\,h^1$	93°40′				

Faciès des cristaux. Les cristaux de brewsterite forment des tables allongées suivant l'axe vertical plus ou moins aplaties suivant g^1 (010).

Les faces de la zone prismatique sont striées verticalement ; p et e^6 sont souvent arrondies.

Clivages. Clivage parfait suivant g^1 (010), traces suivant h^1 (100).

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 2,12 à 2,45. 2,403. (Rioumaou.)

Coloration et éclat. Blanche, jaune ou verdâtre. Éclat vitreux très vif, nacré suivant le clivage facile g^1 (010). Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Inclusions. A Rioumaou, j'ai observé des cristaux pénétrés de ripidolite d'un gris verdâtre. Les lames minces du minéral sont tout à fait identiques à celles de l'adulaire chloritée des Alpes représentée par la fig. 49 de la page 110.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* (n_g), perpendiculaire à cette même face. Dispersion $\rho > \nu$ et *dispersion croisée* faible. Le plan des axes pour le rouge est incliné de 1° à 2° sur celui pour le bleu.

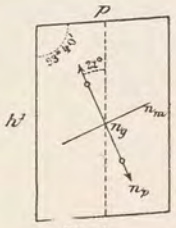


Fig. 1.
Épure de la face g^1 (010).

La brewsterite de Rioumaou présente souvent une structure homogène. Dans une lame g^1 (010) (fig. 1), la trace n_p du plan des axes optiques fait un angle de 21° à 23° avec h^1, dans l'angle obtus de ph^1 (001)(100) (rayons rouges), et un angle de 22° pour les rayons bleus (Dx.).

$$2\,E = 102 \text{ à } 103°, \text{ lumière blanche};$$
$$94° \quad — \quad \text{(rouge)}.$$

La structure de la brewsterite n'est pas toujours aussi simple. Le plus souvent, les lames g^1 (010) présentent un secteur cunéiforme ayant une orientation différente de celle du reste de la plage. La fig. 2 indique l'aspect de ces divers secteurs, d'après M. des Cloizeaux.

Les angles d'extinction ne sont pas les mêmes pans le secteur central que dans la plage qui l'englobe, mais ils varient avec les localités. D'après les observations que M. des Cloizeaux a bien voulu me communiquer et que j'ai répétées sur les plaques qu'il m'a données ou sur celles des échantillons recueillis par moi-même, dans la brewsterite de Strontian et du col du Bonhomme, l'angle d'extinction du secteur central (fig. 2) se fait à 14 ou 15° de l'axe vertical ; celle des deux autres secteurs à 19° environ de l'extinction de ce premier secteur, c'est-à-dire à 33 ou 34° de l'axe vertical.

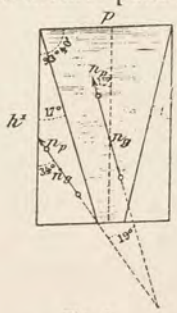


Fig. 2.
Face g^1 (010) de la brewsterite d'Écosse.

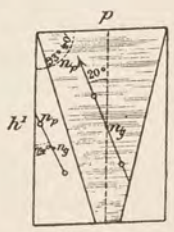


Fig. 3.
Face g^1 (010) de la brewsterite de Barèges

Dans des lames de Barèges, au contraire, l'angle d'extinction du secteur central est voisin de 20° et celui des autres secteurs de 24°; il n'y a donc plus qu'une différence de 4° entre les diverses orientations de la lame g^4 (010) (fig. 2). Elle devient nulle dans les cristaux de Rioumaou dont les lames g^4 sont par suite homogènes comme on l'a vu plus haut.

L'écartement des axes augmente légèrement par la chaleur. Le plan des axes optiques se déplace d'environ 4°54 (rouge) entre 21°5 C. et 146°5 C. (Dx.).

Composition chimique. La formule H^4 (Sr, Ba, Ca) Al^2 Si^6 O^{18} + 3 H^2 O correspond à la composition suivante, dans le cas où le rapport Sr : Ba : Ca = 4 : 2 : 1.

SiO^2	54,4
Al^2O^3	15,3
Sr O	8,9
Ba O	6,6
Ca O	1,2
H^2O	13,6
	100,0

Essais pyrognostiques. D'après M. Damour, la brewsterite perd 1,65 % d'eau après un mois d'exposition à l'air sec. A 100°, elle perd 0,2 %; à 130°, 7,7 %; à cette température, les cristaux deviennent électriques et s'attirent mutuellement; ils sont blancs et opaques. Après 48 heures d'exposition à l'air libre, la perte est en partie compensée (elle n'est plus que de 2,7 %). A 190°, le minéral perd 8,2 % et revient à son poids initial après 48 heures d'exposition à l'air. A 270°, il perd 10,1 % et devient opaque; après huit jours d'exposition à l'air humide, le minéral a réabsorbé de l'eau et sa perte est réduite à 1,2 %. Au rouge sombre, la perte est de 12,8 %, et le minéral ne réabsorbe plus d'eau. Au rouge vif, il perd 13,3 %.

Au chalumeau, la brewsterite fond facilement en un émail blanc bulleux; elle est attaquée par l'acide chlorhydrique, avec dépôt de silice pulvérulente.

Altérations. La brewsterite des Pyrénées se transforme en calcite.

Diagnostic. La forme et les propriétés optiques permettent aisément de distinguer la brewsterite de la heulandite, qui possède en outre une densité plus faible; l'existence de la baryte et de la strontiane constitue aussi un caractère différentiel important de la brewsterite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La brewsterite est un minéral des druses des schistes cristallins, des roches métamorphiques, etc.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* La brewsterite a été signalée par M. des Cloizeaux, aux environs de Barèges, d'après des échantillons de la collection du Muséum et de celle de l'École des Mines, recueillis autrefois par Picot de Lapeyrouse.

J'ai trouvé ce minéral dans un grand nombre de localités de cette région. Le gisement le plus remarquable est l'ancienne carrière de calcaire du quartier de montagne Rioumaou, sur la route de Luz à Gavarnie, peu après avoir dépassé le pont de Saint-Sauveur ; c'est de là que proviennent certainement les échantillons de Picot de Lapeyrouse.

Les parois de cette carrière sont traversées par des diaclases tapissées de cristaux de brewsterite pouvant atteindre 1 centimètre 5 de longueur ; ils sont intimement associés à de la calcite, lamellaire suivant a^1 (0001) ; les autres zéolites (chabasie, laumontite) qui se trouvent dans la même roche s'observent dans des géodes distinctes. Les cristaux, très frais, présentent les faces g^1 (010), m (110), g^3 (120), p (001) et e^6 (016) (fig. 4 et 5).

Dans la collection de Gillet de Laumont, conservée au Muséum, j'ai

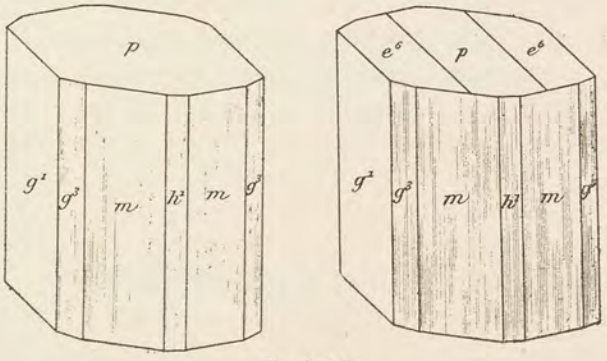


Fig. 4 et 5.
Brewsterite de la carrière de Rioumaou.

trouvé un groupe de cristaux provenant de ce même gisement et atteignant individuellement 1^{cm} 5 suivant l'axe vertical. Ils présentent les

formes p (001), h^1 (100), g^1 (010) : ils étaient étiquetés « apophyllite de Saint-Sauveur ». Ils constituent sans doute les plus grands cristaux de brewsterite qui aient été trouvés jusqu'ici. Quelques-uns d'entre eux sont pseudomorphisés en calcite ; ils doivent leur couleur gris-verdâtre à des inclusions de ripidolite.

La brewsterite n'est pas rare dans les schistes métamorphisés des contacts granitiques des environs immédiats de Barèges, depuis la Piquette déras lids jusqu'au col du Tourmalet. Les cristaux y sont souvent nets, mais moins abondants et plus petits qu'à Rioumaou.

Gisements incertains.

Alpes. — *Massif du mont Blanc.* Dufrénoy a signalé, d'après deux échantillons de l'École des Mines, l'existence de la brewsterite au col du Bonhomme. La forme, l'aspect, les propriétés optiques de ces cristaux sont identiques à ceux de la brewsterite blanc-jaunâtre de Strontian, en Écosse; ils reposent sur la même gangue (gneiss granitique) ; aussi peut-on se demander si le gisement en question est bien authentique, l'origine des échantillons en question étant inconnue. Je ne crois pas que la brewsterite du col du Bonhomme ait jamais été signalée en place ni qu'elle existe dans aucune autre collection. Favre (*Descr. de la Savoie*, III. 53. 1867), en citant ce gisement d'après les échantillons précités, pense que le minéral en question a *pu* être recueilli près des chalets de la Saucé, où se trouvent des schistes cristallins.

Isère. M. des Cloizeaux signale (*op. cit.* I. 422) l'existence de la brewsterite « dans le département de l'Isère? » sans indication plus précise. Je n'ai pu recueillir aucun renseignement précis à ce sujet.

GROUPE DE LA CHRISTIANITE

Les minéraux de ce groupe sont au nombre de trois :

Christianite.....	$(K^2, Ca)\ Al^2\ Si^4\ O^{12} + 4{,}5\ H^2\ O$
Harmotome.....	$H^2\ (K^2, Ba)\ Al^2\ Si^5\ O^{15} + 5\ H^2\ O$
Stilbite.....	$(Na^2, Ca)\ Al^2\ Si^6\ O^{16} + 6\ H^2\ O$

Ils présentent entre eux les analogies les plus grandes dans leurs formes et leurs propriétés optiques. Des groupements *intérieurs* ou des macles macroscopiques conduisent à des formes *extérieures* pseudoquadratiques ou pseudorhombiques : l'étude des propriétés optiques montre que le réseau est en réalité triclinique, bien que pseudomonoclinique.

Les macles sont les mêmes dans ces divers minéraux ; leur complication atteint son maximum dans la christianite : elles sont réduites à des groupements microscopiques dans la stilbite. Mallard a montré que ces minéraux avaient des paramètres pseudocubiques et qu'ainsi s'expliquent les groupements rectangulaires qui, dans leur état de perfection le plus complet, conduisent au rhombododécaèdre régulier. Ce dernier mode de groupement est fort remarquable en ce qu'il apporte une preuve palpable à l'explication que Mallard a donnée de la structure d'un grand nombre de minéraux pseudocubiques.

On peut joindre à ce groupe la

Gismondine..... $Ca\,Al^2\,Si^4\,O^{12} + 4\,H^2\,O$.

CHRISTIANITE

$$(K^2, Ca)\,Al^2\,Si^4\,O^{12} + 4{,}5\,H^2\,O$$

Monoclinique : $mm = 120°6'$ (Dx.)

$b : h = 1000 : 996{,}999$. $D = 818{,}529$. $d = 574{,}466$

angle plan de $m = 109°52'30''$

angle plan de $m = 109°\ 8'\ 8''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}7018 : 1 : 1{,}2180 \\ zx = 55°11' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010), g^3 (120).

Les angles suivants ont été mesurés par M. Gonnard sur des cristaux du mont Simiouse.

	Angles calculés		Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés
$m\,m$	120° 6′	$p\,h^1$	124°49′	125°54′ à 126°18′ G.	$p\,e^1$	135°
$m\,h^1$	150° 3′	$h^1\,\overline{h}^1$	110°22′	110°30′ G.	$m\,\overline{m}$ sort.	179°38′
$m\,g^3$	160°54′	$p\,m$ ant.	119°39′		macles de Marburg.	
$g^3\,g^1$	139° 3′	$m\ \overline{m}$	120°42′		$m\,\overline{m}$ rentr.	180°22′
$h^1\,g^1$	90°				macles de Périer.	

Macles et faciès des cristaux. Les cristaux de christianite sont toujours maclés ; ils présentent les types suivants :

1° *Macle simple* (Macle de la morvenite) (voir à *harmotome*). — Deux cristaux sont maclés suivant p (001) ; l'assemblage présente une apparence pseudoquadratique ou pseudorhombique (fig. 1).

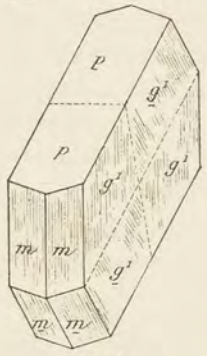


Fig. 1.
Macle de la morvenite.

2° *Macles doubles*. Deux macles suivant la loi de la morvenite se groupent en croix, de façon à être unies par une face voisine de e^1 (011) (e^1 e^1 étant très voisin de 90°).

Ces groupements peuvent se produire suivant trois modes :

a) Macle de Marburg. — Les faces g^1 (010) des cristaux sont à l'extérieur du groupement, qui peut présenter des angles rentrants (fig. 2) ou en être dépourvus (fig. 14). Les faces m (110) du pointement présentent des stries parallèles à leur intersection avec les faces g^1 (010) extérieures ; les faces m adjacentes des deux individus font entre elles un angle rentrant à peine sensible.

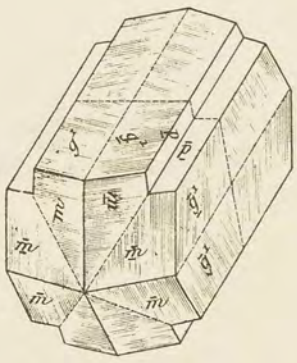


Fig. 2.
Macle de Marburg.

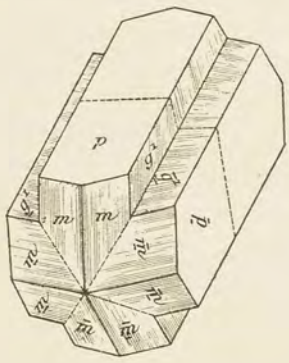


Fig. 3.
Macle de Périer.

b) Macle de Périer. — Les faces p (001) sont à l'extérieur. Les stries sur les faces m (110) du sommet permettent de différencier cette macle de la précédente ; elles sont perpendiculaires à l'arête d'intersection de la face m et des faces extérieures. Les faces m adjacentes des deux individus contigus font entre elles un angle saillant à peine visible. Il peut y avoir (fig. 3) ou ne pas y avoir d'angles rentrants (fig. 15).

On verra plus loin que les propriétés optiques permettent facilement de distinguer ces deux macles l'une de l'autre.

c) Macle de Bowling. — Plus rarement, la macle est disposée de telle sorte que les faces extérieures sont constituées à la fois par des plages *p* (001) et g^1 (010) (fig. 4). J'ai signalé cette disposition dans des cristaux d'harmotome de Bowling (Écosse) : elle existe dans les cristaux du mont Simiouse.

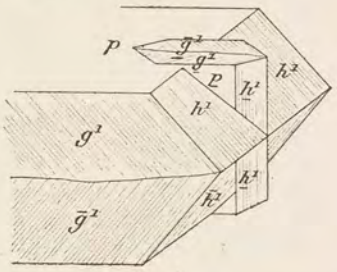


Fig. 4.
Macle de Bowling.

3° *Macles triples*. Trois groupements cruciformes de l'un des types *a* ou *b* sont groupés suivant *m* (110). Les axes *a* des trois groupes de cristaux sont croisés à angle droit. Les figures 5 et 6, empruntées à un mémoire

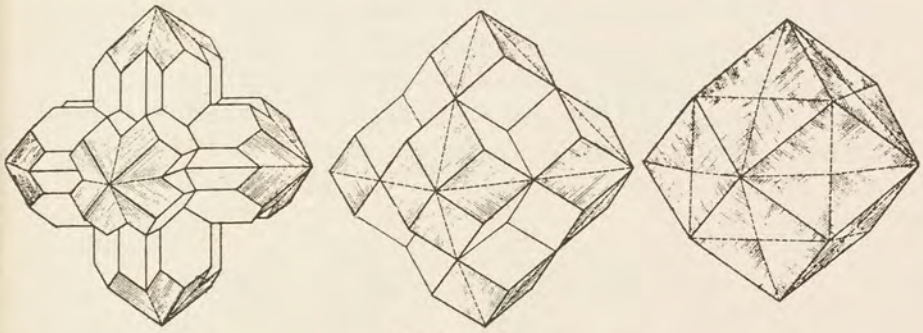


Fig. 5, 6 et 7.
Macles triples de Stempel.

de Köhler (*P. A.* XXXVII. 560. 1836), montrent les dispositions de ces groupements complexes qui peuvent conduire à un pseudo-rhombododécaèdre [fig. 7, d'après M. Streng (*N. J.* 1874. 561)].

Toutes ces macles se présentent dans les gisements français, passés en revue plus loin.

Clivages. Clivages *p* (001), g^1 (010), cassure inégale ; fragile.

Dureté. 4 à 4,5.

Densité. 2,2.

Coloration et éclat. Incolore, parfois blanc laiteux, jaunâtre ou rougeâtre par suite d'un commencement d'altération. Éclat vitreux. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010). Dans g^1 (010), la bissectrice aiguë *positive* (n_g) fait avec p (001), dans l'angle aigu de $p\,h^1$ (001) (100), un angle de 11° à 30°, suivant les échantillons (Dx.) (fig. 8). Cet angle est le suivant dans les christianites françaises :

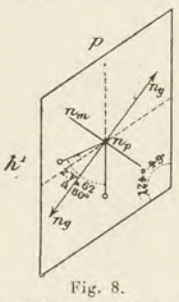


Fig. 8.
Épure de la face g^1 (010) perpendiculaire à la bissectrice obtuse n_p.

17°15′	Verrière (Dx.) ;
16°58′	Prudelle (Dx.) ;
11°	Périer (M L.).

L'examen en lumière polarisée parallèle montre, comme l'a déjà signalé M. Langemann, que la christianite est bien triclinique. Sur p (001) l'extinction dépasse souvent 10° par rapport à l'arête $p\ g^1$. Sur les sections perpendiculaires à l'axe a [voisines de a^1 ($\bar{1}01$)], l'extinction des secteurs atteint souvent 5 ou 6° de part et d'autre de la ligne de macle au lieu de lui être parallèle, comme cela devrait être si le minéral était monoclinique (fig. 11).

Les propriétés optiques qui viennent d'être établies font voir qu'il est facile, à l'aide des seules propriétés optiques, de distinguer l'une de l'autre la macle de Marburg de celle de Périer. En effet, les sections

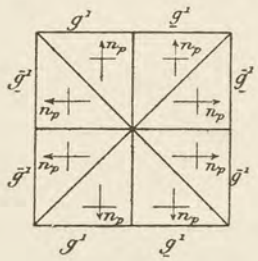


Fig. 9.
Section de la macle de Marburg perpendiculaire à l'axe a.

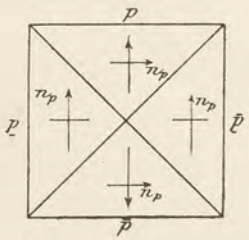


Fig. 10.
Section de la macle de Périer perpendiculaire à l'axe a.

perpendiculaires à l'arête $p\ g^1$, c'est-à-dire à l'arête d'allongement de ces macles cruciformes, montrent une division en secteurs dont les fig. 9 et 10 donnent la représentation *théorique*. En réalité, les lignes de jonction sont toujours irrégulières, le contact des individus maclés ne se faisant pas suivant un plan. Ces sections transversales, étant perpendiculaires à g^1 (010), contiennent l'axe n_p qui, dans la macle de Marburg,

est dirigé presque perpendiculairement aux faces extérieures, et, dans la macle de Périer, parallèlement à la trace de ces faces sur le plan de figure. Il en résulte que, dans le premier cas (macle de Marburg), la diagonale des secteurs triangulaire est de signe *négatif* (fig. 9) et qu'elle est de signe *positif* dans le cas de la macle de Périer (fig. 10). Ce moyen de diagnostic est très commode pour l'étude des cristaux de christianite engagées dans les roches.

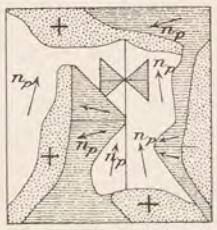


Fig. 11.
Section de la macle de Marburg perpendiculaire à l'axe *a* (Simiouse).

La figure 11 montre que les figures précédentes sont théoriques ; en réalité les secteurs sont très enchevêtrés. Il se produit même des croisements de lames conduisant en lumière polarisée parallèle à des compensations et en lumière polarisée convergente à une véritable uniaxie (partie pointillée de la figure).

La macle de Marburg se reconnaît aisément dans les sections parallèles aux faces extérieures g^1 (010), à condition que la plaque passe à la surface du cristal (fig. 12). Cette face est en effet peu oblique sur la bissectrice obtuse n_p (fig. 11). Si la plaque n'est pas faite près de la surface elle intéresse tous les individus du groupement, et alors on observe à la fois et souvent enchevêtrées des plaques parallèles à g^1 (010) et d'autres parallèles à p (001).

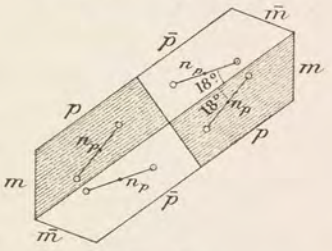


Fig. 12.
Section g^1 (face extérieure) de la macle de Marburg.

Dans les échantillons de Gignat, j'ai observé de curieux groupements. Une section d'un cristal de christianite, perpendiculaire à l'arête pg^1, montre la forme représentée par la figure 13 : elle est entourée par une zone à fibres positives implantées perpendiculairement à ses faces extérieures. Tout cet ensemble est englobé par de plus larges fibres respectivement parallèles et perpendiculaires aux diagonales du cube. Elles sont de signe positif. On peut mettre en évidence ces deux séries de fibres en les éteignant successivement.

L'angle des axes est très variable, suivant les localités et même les échantillons d'une même localité, ce qui s'explique par les enchevêtrements décrits plus haut.

$$2\,V = 62^\circ \text{ à } 80^\circ.$$

L'indice moyen déduit des mesures d'écartement d'axes présente les

mêmes variations n_m = 1,48 (Somma) 1,51 (Richmond) (Dx.).

$n_g - n_p$ — 0,003 environ.

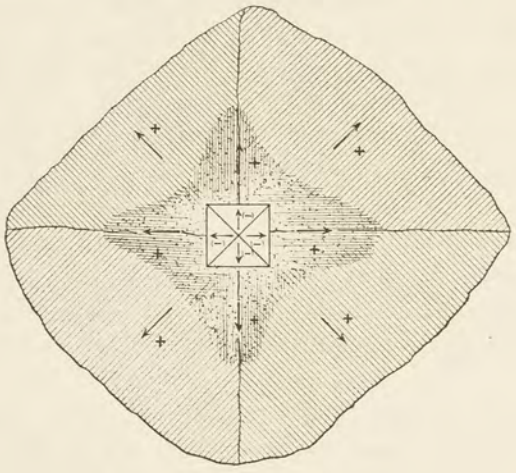


Fig. 13.
Section perpendiculaire à l'axe *a* d'une macle de Stempel (Gignat).

D'après M. Rinne (*op. cit.*), sous l'influence de la chaleur, les propriétés optiques changent peu ; le plan des axes optiques se rapproche de *p* (001) et la biréfringence diminue.

Composition chimique. a) Composition théorique, correspondant à la formule $(K^2, Ca)\ Al^2\ Si^4\ O^{12} + 4{,}5\ H^2\ O$, dans l'hypothèse Ca : K^2 = 2 : 1 ;

b) Analyse de la christianite de Prudelle, par Pisani (*in* Gonnard *op. cit.* 70).

	a)	*b*)
$Si\ O^2$.....	48,8	45,10
$Al^2\ O^3$.....	20,7	24,10
$Ca\ O$.....	7,6	7,80
$K^2\ O$.....	6,4	7,00
$Na^2\ O$.....	»	0,74
$H^2\ O$.....	16,5	16,34
	100,0	101,08

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, facilement fusible en un émail blanc. Fait gelée dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Les macles constituent le meilleur caractère différentiel de la christianite. Elles ne permettent pas, cependant, de la distinguer

de l'harmotome, qui est beaucoup plus rare ; mais les propriétés optiques donnent un bon diagnostic ; ce dernier minéral possède, du reste, une densité plus grande : 2,44 à 2,50 ; il s'attaque par l'acide chlorhydrique sans faire gelée ; enfin, la chaux y est remplacée par la baryte, et il est plus pauvre en alcalis que la christianite. Ces deux dernières différences sont faciles à constater par un essai microchimique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La christianite n'avait été rencontrée que dans des roches volcaniques, et dans des sources thermales, jusqu'à la découverte récente que j'ai faite de cristaux de ce minéral au milieu d'autres zéolites produites dans les fentes de marnes liasiques métamorphisées par la lherzolite ; la chabasie est son satellite le plus habituel. Souvent aussi la christianite est associée à de la thomsonite (mésole), à de la calcite, à de l'aragonite, plus rarement à de l'apophyllite.

Je l'étudierai successivement dans les gisements suivants :

1° Dans les roches volcaniques [1] et leurs enclaves;

2° Dans les roches métamorphiques (produit de druses);

3° Dans les sources thermales actuelles, comme produit de formation récente.

1° *Dans les roches volcaniques et leurs enclaves.*

a) *Dans les roches basiques* (*basaltes*, *labradorites*, *néphélinites*).

La christianite se forme le plus généralement dans les vacuoles ou les fissures des roches basiques ; parfois, cependant, elle les imprègne complètement. Les roches acides (granite, gneiss, etc.), enclavées dans les basaltes sont généralement plus ou moins fondues; le verre résultant, facilement attaquable, a très souvent donné naissance à des zéolites et particulièrement à de la christianite, ce qui s'explique aisément par la richesse originelle de ces enclaves en orthose, qui a ainsi fourni la potasse nécessaire à la production de ce minéral.

Languedoc. — *Hérault*. MM. Delage et Mourgues m'ont signalé l'existence de cristaux de christianite dans le basalte de Montferrier, près Montpellier.

1. Je rappellerai en outre l'abondance de la christianite en cristaux microscopiques dans les grandes profondeurs de l'Océan Pacifique, surtout entre Hawaï et Tahiti ; elle abonde surtout dans les argiles rouges, elle est plus rare dans les vases à radiolaires et dans celles à globigérines (voir page 256).

Plateau Central. — *Ardèche.* Les zéolites sont abondantes dans le massif basaltique des Coirons. J'ai observé de beaux cristaux de christianite ($1^{mm}5$) dans un échantillon du basalte constituant la nappe inférieure du massif, à Saint-Jean-le-Centenier. Je le dois à l'obligeance de M. Torcapel. Les cristaux maclés, suivant la loi de Marburg le plus souvent sans angles restreints (fig. 14), sont peu allongés; les faces *m* (110) sont largement développées. Parfois, ces cristaux sont encapuchonnés de calcite qu'il est facile de faire disparaître avec une aiguille sans endommager la christianite. Il existe, en outre, de rares cristaux de chabasie (phacolite). Les vacuoles renfermant ces zéolites sont étirées suivant la fluidalité de la roche; elles dépassent 3^{cm} de plus grande dimension.

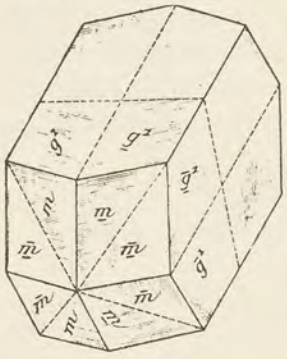


Fig. 14.
Macle de Marburg sans angles rentrants (Saint-Jean-le-Centenier).

Les basaltes porphyroïdes d'Aubenas sont, par places, criblés de géodes, les unes vastes, les autres microscopiques, tapissées de zéolites. Le frère Euthyme a bien voulu m'en communiquer un grand nombre d'échantillons. La christianite (macle de Marburg), avec ou sans gouttière, y abonde, mais forme rarement de bons cristaux. Elle constitue des croûtes cristallines incolores et hyalines, tantôt blanches et opaques (et ressemblant alors à de la stilbite) par suite d'un commencement d'altération. Elle est associée à de la thomsonite sphérolitique (mésole) et à de rares rhomboèdres de chabasie.

La christianite se rencontre dans le basalte de Rochemaure dans des géodes atteignant jusqu'à 20 centimètres de diamètre (Gonnard, *B. S. M.* XII. 54. 1893); les échantillons que j'ai examinés présentent la macle de Périer. Elle accompagne (macle de la morvénite) la gismondine et la thomsonite dans le basalte de Chabane, près Sainte-Agrève (Gonnard, *B. S. M.* XVII. 31. 1894). Ses cristaux s'accolent souvent sur de petits prismes allongés de sidérose ; ils sont recouverts par la gismondine.

Haute-Loire. J'ai signalé (*B. S. M.* XIV. 323. 1891) de jolis cristaux de christianite hyalins accompagnant la chabasie dans le basalte d'Araules et les labradorites vacuolaires de la Croix des Boutières, au sud du Mézenc, que je dois à l'obligeance de M. Boule (*B. C. F.*, n° 28,

pp. 89 et 124. 1892). Le gisement d'Araules se trouve sur le chemin allant de ce village au col de Courcoules, au point où il traverse un petit col creusé dans un basalte scoriacé. Les cristaux de christianite atteignent 2^{mm}.

D'après M. Gonnard (*B. S. M.* XV. 28. 1892), la christianite se rencontre en très petite quantité dans les basaltes de la rive droite du Lignon, au-dessous de Fay-le-Froid, à Saint-Jeures (rive gauche du Lignon), ainsi qu'aux environs du Puy, sur la route de Taulhac : ils présentent la macle de Marburg.

Cantal. La christianite se trouve en très petite quantité, associée à la chabasie de la route d'Albepierre, près Murat, qui sera étudiée plus loin.

Puy-de-Dôme. Le Puy-de-Dôme est la région auvergnate dans laquelle j'ai à signaler le plus grand nombre de gisements de christianite : elle a été particulièrement fouillée à ce point de vue par M. Gonnard (*Soc. agr. et hist. nat. de Lyon*, 19 novembre 1869 et 15 décembre 1871 ; *C. R.* 18 décembre 1871, 28 avril 1889; *B. S. M.* VII. 156. 1884, et *op. cit.* p. 68).

Les gisements décrits par ce savant sont les suivants :

Puy de Marman, au-dessus de Martres de Veyres, la christianite, associée à de la chabasie, y forme des croûtes sur des cristaux altérés de mésotype (fig. 7) ; le puy de la Velle, près Champeix; le cap de Prudelle, les cristaux de cette localité, souvent très beaux, se sont formés au milieu de cavités creusées dans des enclaves granitiques imparfaitement résorbées ; on les trouve aussi dans les fentes du basalte. Ils sont accompagnés d'apophyllite, de calcite et d'aragonite. M. des Cloizeaux y a trouvé la macle de Marburg avec ou sans gouttière (*B. S. M.* VII. 139. 1884) ; Gergovia (ravin de Bonneval, près du petit Perignat) ; au-dessus du village d'Aubières (avec aragonite); Gignat (Chaux de Bergonne, vaste plateau dominant Issoire, au-dessus de Saint-Germain-Lambron). Dans ce gisement, la christianite présente la macle de Marburg et plus rarement celle de Stempel ; elle devient fibreuse ; elle accompagne la gonnardite, la chabasie, plus rarement la gismondine. Ces zéolites se trouvent dans la partie inférieure (vacuolaire) d'un basalte à grands éléments (dolérite). Je dois à l'obligeance de l'un de mes élèves, M. Bouhard, une grande quantité d'échantillons de zéolites de ce

gisement : c'est parmi eux que j'ai trouvé les curieux groupements décrits page 301 (fig. 13).

M. Michel-Lévy a signalé à Périer, près Issoire, un remarquable gisement de zéolites (*B. S. M.* X. 70. 1887) découvert par M. Munier Chalmas. Il y a, notamment, trouvé la christianite, la chabasie (phacolite). Ces minéraux se trouvent dans des vacuoles distinctes du basalte que l'on rencontre dans une petite futaie, sur le chemin du village de Périer au plateau de Pardines. Les macles de Périer sans angles rentrants (fig. 15) y dominent dans les cristaux de quelques millimètres que l'on trouve dans le basalte compact. Elles sont très peu allongées et offrent très fréquemment les macles de Stempel (fig. 6). Dans les vacuoles du basalte vitreux du même gisement, se trouvent de petites aiguilles offrant les mêmes formes ; c'est sur elles que j'ai étudié plus spécialement les macles que je désigne par le nom de la localité qui les fournit. Elles sont associées à de petits mamelons du même minéral hérissés de pointes cristallines.

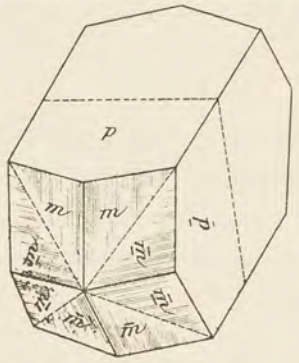


Fig. 15.
Macle de Périer sans angles rentrants (Perier).

J'ai observé de très jolis cristaux de christianite dans les échantillons de basalte, recueillis par M. Michel-Lévy, dans l'éperon N.-E. de Chanturgues. Ces cristaux, très allongés, sont incolores et transparents. Enfin j'ai trouvé (*B. S. M.* XIV. 320. 1891), dans la carrière de Montaudou près Royat, de très jolis cristaux translucides de christianite très raccourcis suivant l'axe vertical ; ils présentent souvent la macle de Stempel, qui conduit au pseudo-décaèdre régulier. Les cristaux ont, en général, la forme représentée par les fig. 6 et 7. Ce minéral semble rare, dans ce gisement, en cristaux macroscopiques ; il est accompagné de mésotype fibreuse, mais il abonde en cristaux microscopiques (macle de Marburg) dans toutes les fissures des nombreuses enclaves de granulite modifiées que renferme le basalte.

De très beaux échantillons de la macle de Stempel (avec lignes de suture distinctes) se trouvent dans les vacuoles du puy de Chalus, près Cournon (échantillons que m'a remis M. Bouhard).

La néphélinite porphyroïde du puy de Saint-Sandoux (ou de Barneire) est imprégnée de christianite, qui constitue une partie notable

de la roche comme élément microscopique. Cette roche est une des plus riches en christianite que j'ai eu l'occasion d'étudier.

Loire. M. Gonnard a montré (*B. S. M.* VII. 156. 1884, et XIII. 70. 1890), que la christianite était très abondante au mont Simiouse, près Montbrison. Au lieu dit « chez Masson », le basalte, très vacuolaire, renferme en outre de la *chabasie* et de l'*offrétite*.

La christianite se présente sous deux variétés de formes s'isolant dans des géodes distinctes. La première est constituée par la macle de Marburg avec les faces p (001), m (110), g^1 (010), g^3 (120), on trouve aussi la macle de Strempel (fig. 5) ; les cristaux, très petits, sont limpides et brillants.

La seconde variété, plus rare, est formée par des cristaux ternes aplatis suivant g^1 (010) et offrant la macle de la morvenite, avec seulement les faces p (001), m (110), h^1 (100) (fig. 16) ; ils présentent, en outre, parfois, la macle de Bowling (fig. 4).

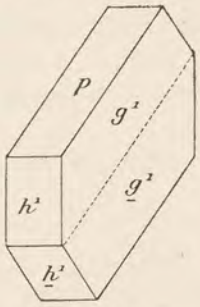


Fig. 16.
Macle de la morvenite du mont Simiouse.

D'après M. Gonnard, la christianite serait le minéral que Grüner a décrit dans ce gisement comme mésotype (*Desc. géol. et min. du département de la Loire*. 1857. p. 689).

La christianite abonde dans les basaltes qui s'observent près de la route de Verrière à Saint-Anthème, et dans ceux du hameau de Robert et de Bruyère, aux environs de Gummières; ce minéral y forme des croûtes cristallines associées à de la mésotype fibreuse et à de la calcite. Les cristaux de Verrière, examinés par M. des Cloizeaux (*B. S. M.* VII, 1884), présentent la macle de Marburg.

Algérie. — *Oran*. Les roches volcaniques basiques (basaltes) de l'île de Rachgoun, à l'entrée de la Tafna, recueillies par M. Gentil et étudiées par lui, sont imprégnées de christianite.

b) *Dans les roches volcaniques acides.*

Plateau Central. — *Haute-Loire*. J'ai trouvé en abondance (*B. S. M.* XIV. 322. 1891) la christianite dans les enclaves de sanidinites du trachyte du Suc de Monac, près Saint-Julien-Chapteuil. Les cristaux sont raccourcis et offrent les groupements suivant la loi de Stempel (fig. 6 et 7). Le pseudododécaèdre est parfois presque parfait (fig. 8). Les cristaux sont blancs, laiteux et opaques, dès qu'ils dépassent 0^{mm} 5,

M. Gonnard a signalé de la christianite blanche, opaque et associée à de jolis cristaux limpides de chabasie, de quartz, etc., dans le trachyte du Montcharret en la Prade, exploité près du hameau de Boussoulet (*B. S. M.* XV. 28. 1892).

2° *Dans les roches métamorphiques.*

Pyrénées. — *Ariège.* Je n'ai trouvé la christianite que dans deux des nombreux contacts de lherzolite et de marnes calcaires que j'ai décrits dans les Pyrénées (*B. C. F.* n° 42. 1895), au bois du Fajou près Caussou, et à l'Escourgeat dans la vallée de Suc.

Elle y forme de petits cristaux ayant environ 1^{mm}, maclés suivant la loi de Marburg, associés à la chabasie, qui sera étudiée plus loin. Ces zéolites tapissent les fentes de schistes micacés tachetés à dipyre.

C'est là, à ma connaissance, le premier exemple de christianite formée en dehors d'une roche volcanique.

3° *Dans les sources thermales actuelles, comme produit de formation récente.*

Vosges. — M. Daubrée a signalé (*C. R.* XLVI. 1086. 1858 et *B. S. G.* XII. 562. 1859) la formation de cristaux de christianite associés à la chabasie, dans les bétons romains des sources thermales de Plombières. Je renvoie à l'article *chabasie* pour la description plus détaillée de ce gisement si intéressant au point de vue théorique.

Les cristaux que M. Daubrée a bien voulu me donner sont parfaitement hyalins. Ils présentent la macle de Marburg et atteignent 2^{mm} ; ils ont été autrefois mesurés par de Senarmont, et M. des Cloizeaux a constaté l'identité de leurs propriétés optiques avec celles de la christianite des roches volcaniques.

Champagne. — *Haute-Marne.* **Jura.** — *Haute-Saône.* **Algérie.** — *Oran.* M. Daubrée a trouvé la christianite, la chabasie, etc., formées dans les mêmes conditions qu'à Plombières (*A. M.* VIII. 439. 1876), à Bourbonne-les-Bains (*Haute-Marne*), à Luxeuil (*Haute-Saône*) et dans les environs d'Oran (*Algérie*).

HARMOTOME

$$H^2 (K^2, Ba) Al^2 Si^5 O^{15} + 4 H^2 O$$

Monoclinique : $mm = 120°1'$ (Dx.)

$b : h = 1000 : 1007,0$ $\quad D = 818,02$ $\quad d = 575,19$

angle plan de $p = 109°46'27''$

angle plan de $m = 109°10'50''$

$$\left[a : b : c = 0,70315 : 1 : 1,2310 \qquad zx = 55°10' \right]$$

Formes observées. p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010).

	Angles calculés		Angles calculés		Angles calculés
* mm	120° 1'	* ph^1	125°50'	pm	119°39'
mh^1	150° 0'30''	* pa^1	90°	$m\underline{m}$ adj.	120°42'
mg^1	119°50'30''	pe^1	134°42'	$m\overline{m}$ sur g^1	89°23'

Macles et faciès des cristaux. Le faciès et les macles de l'harmotome sont semblables à ceux de la christianite, tout en présentant un moins grand nombre de types distincts. On observe :

1° Macle de la morvenite. Groupement de deux individus suivant p (001), donnant naissance à des cristaux pseudoquadratiques ou pseudorhombiques analogues à ceux de la christianite (fig. 1, page 298) ;

2° Groupements cruciformes de deux macles de la morvenite avec disposition caractéristique de la macle de Marburg (faces g^1 en dehors) (fig. 2, page 298, et fig. 14, page 304).

Les faces m et g^1 présentent des stries parallèles à leurs intersections mutuelles.

Clivages. Clivage g^1 (010) facile, p (001) difficile. Cassure inégale. Fragile.

Dureté. 4,5.

Densité. 2,44 à 2,50 ; 2,439 Vialas, 2,488 Piquette déras lids.

Coloration et éclat. Incolore ou blanc laiteux, jaunâtre par altération. Éclat vitreux. Transparente et plus fréquemment translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* (n_g), perpendiculaire à la même face

(distinction avec la christianite). Dans g^1 (010), la bissectrice obtuse n_p fait un angle de 62°30' (rouge) avec l'axe vertical dans l'angle obtus de ph^1 (001) (100) et par suite un angle de 62°18' avec la trace de p (Dx.) (fig. 1).

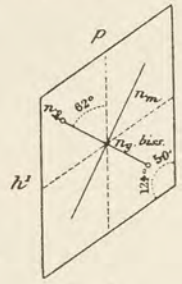


Fig. 1.
Épure de la face g^1, parallèle au plan des axes optiques.

$$\mathbf{n}_m = 1{,}516 \text{ (Dx.)};$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}005.$$

La macle de Marburg prête aux mêmes observations que pour la christianite. La fig. 2 représente la structure théorique d'une face g^1 (010) d'un cristal maclé suivant cette loi. La fig. 3 montre la structure réelle d'un cristal de Vialas; les secteurs sont irréguliers et souvent entremêlés de plages sans extinction, produites par la superposition des deux orientations dues à la macle.

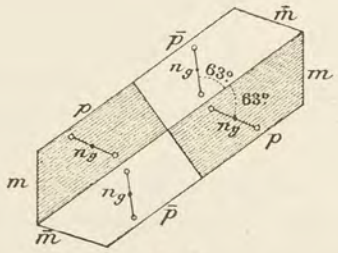


Fig. 2.
Face g^1 (010) de l'harmotome à disposition régulière (Vialas).

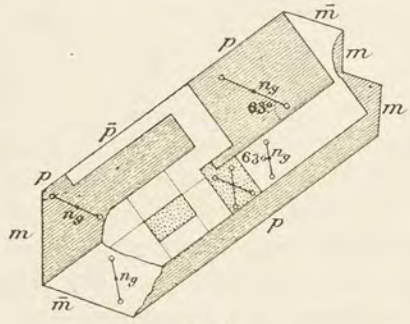


Fig. 3.
Face g^1 (010) de l'harmotome à disposition enchevêtrée (Vialas).

Un cristal de la Piquette déras lids (fig. 4) m'a offert une particularité curieuse : le plan des axes, au lieu de faire un angle d'environ 63° avec p (001), fait avec la trace de cette face un angle de 45°. Il en résulte que la lame g^1 (010), examinée en lumière polarisée parallèle, paraît homogène, car elle possède une extinction presque unique, avec quelques taches toujours éteintes et d'autres ne s'éteignant qu'imparfaitement.

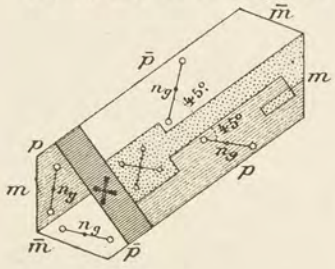


Fig. 4.
Face g^1 (010) à plages uniaxes de l'harmotome de la Piquette déras lids.

Quand on lui superpose une lame de mica quart d'onde, on voit

apparaître la structure réelle. Dans les plages sans extinction, on voit, en lumière convergente, des croisements d'hyperboles, avec prédominance d'un système sur l'autre. Dans les plages toujours éteintes, il y a mélange, en égale proportion, des deux orientations et uniaxie complète.

D'après M. Langemann, l'harmotome serait en réalité triclinique. M. Rinne a constaté que le plan des axes optiques se rapproche de *p* (001) et que la biréfringence augmente, quand on chauffe le minéral.

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule $H^2 (K^2, Ba) Al^2 Si^5 O^{15} + 4 H^2O$ est la suivante.

$Si O^2$.....	47,1
$Al^2 O^3$.....	16,0
Ba O.....	20,6
K^2 O.....	2,1
H^2 O.	14,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, l'harmotome s'émiette, puis fond en un verre blanc translucide. Décomposée par l'acide chlorhydrique sans faire gelée. Donne la réaction du baryum.

Diagnostic. Voir à christianite, p. 302.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'harmotome n'a été rencontrée jusqu'ici que dans trois gisements français, dans des filons plombifères ou zincifères : les cristaux des deux derniers sont analogues à ceux de St-Andreasberg, dans le Harz.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* J'ai observé quelques superbes cristaux d'harmotome atteignant près de 1 cm de longueur sur des échantillons de blende de la mine d'Anglas près des Eaux-Bonnes. Ils sont associés aux cristaux d'albite cités page 157, à du quartz hyalin, de la calcite, de la calamine et de la chlorite. La formation de l'harmotome est contemporaine de celle de la blende dans laquelle ce minéral est implanté. Ce gisement rappelle celui d'Andreasberg.

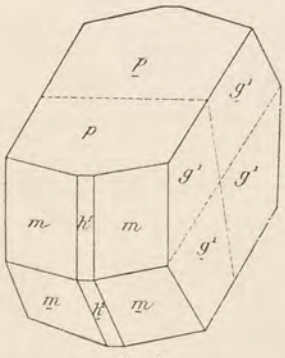


Fig. 5.
Morvenite de la mine d'Anglas.

L'harmotome d'Anglas possède les formes simples de la morvenite

d'Écosse (fig. 5 et fig. 1, page 298) ; ses cristaux sont légèrement teintés de jaune par des produits ferrugineux d'altération.

Hautes-Pyrénées. Picot de Lapeyrouse a trouvé, en 1786, à la Piquette déras lids, un échantillon d'harmotome engagé dans du quartz renfermant une trace de galène (*in.* de Charpentier, *op. cit.*, 277). Il est probable qu'il provient d'un filon quartzeux traversant le granite. Malgré mes recherches, je n'ai pu retrouver ce gisement. Grâce à l'obligeance de M. Caralp, j'ai examiné l'échantillon original de la collection de Picot de Lapeyrouse, conservée à la Faculté des sciences de Toulouse. Les cristaux ayant en moyenne 2^{mm} présentent les macles cruciformes avec souvent des goutfières très profondes : la jonction des individus du groupement n'a pas toujours la régularité théorique et les pointements pseudoquaternaires offrent fréquemment des angles rentrants. Ils sont translucides et associés à de petits cristaux de calcite.

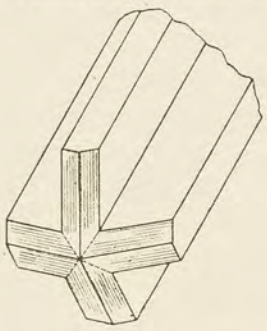


Fig. 6.
Harmotome de la Piquette déras lids.

Plateau Central. — *Lozère.* Je dois à l'obligeance de M. Garreau un bel échantillon d'harmotome qui a été trouvé accidentellement, il y a une trentaine d'années, dans la galerie de Villaret des mines de galène de Vialas. Les cristaux identiques à ceux de la Piquette déras lids sont implantés sur de la calcite ferrugineuse lamellaire.

STILBITE

$$H^4\,(Na^2, Ca)\,Al^2\,Si^6\,O^{18} + 4\,H^2\,O$$

Monoclinique : $mm = 118°50'$

$b : h : = 1000 : 949{,}743 \qquad D = 795{,}264 \qquad d = 606{,}263$

angle plan de $p = 105°21'37''$

angle plan de $m = 110°57'15''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}762341 : 1 : 1{,}19424 \\ zx = 50°50' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001), m (110), g^1 (010), a^1 ($\bar{1}01$), e^1 (011).

Les angles ci-contre ont été mesurés sur les cristaux de Superbagnères.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
$[^{*}mm$	118°50	118°41′	$[e^1\ e^1$ sur p	94°25′	96°20′	$[^{*}pm$	122°56′30″	122°50′
$mg^1]$	120°35′	120°32′	pe^1	137°12′30″	137°18′	$m\overline{m}]$	114° 7′	114°15′
$[ph^1$	129°10′	129° 9′	$e^1\ g^1]$	132°47′30″		$a^1\ m$	131°30′	131°19′
$^{*}pa^1]$	90°30′							

La correspondance de cette position (choisie pour mettre en lumière les analogies de la stilbite avec l'harmotome et la christianite) et de l'ancienne position admise par M. des Cloizeaux (hypothèse orthorhombique) (*op. cit.*, I. 416) est la suivante :

g^1 (010) = g^1 (010) (Dx.) a^1 (100) = p (001)
m (110) = $h^{1/2}$ (111) e^1 (011) = m (110)
p (001) = h^1 (100)

Macles et faciès des cristaux. Les cristaux de stilbite sont toujours maclés d'une façon analogue à la christianite et à l'harmotome [macle de la morvenite suivant p (001)] ; les cristaux sont aplatis suivant g^1 (010) et présentent extérieurement une apparence orthorhombique.

Ils se groupent très fréquemment à axes imparfaitement parallèles pour donner des agrégats en gerbes très caractéristiques.

Clivage. Clivage g^1 (010) parfait, donnant des lames plus ou moins gondolées ; traces de clivage suivant p (001).

Dureté. 3,5 à 4. Cassure inégale. Fragile.

Densité. 2,094 à 2,205 ; 2,15 (Miage, Cossa) ; 2,123 Superbagnères; 2,143 Dellys (Gentil) ; 2,166 (Col de Girabal) ; 2,167 Barthèque ; 2,168 à 2,174 Cambo.

Coloration et éclat. Blanche avec aspect plus ou moins laiteux, parfois jaune, brune, ou rouge, grâce à des inclusions ferrugineuses. Poussière blanche. Éclat vitreux, nacré sur le clivage facile g^1 (010). Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). La bissectrice aiguë *négative* (n) fait un angle d'environ 5° avec la trace p (001) dans l'angle obtus ph^1 (001) (100) ; elle est donc presque perpendiculaire à a^1 ($\bar{1}01$) $\rho < v$.

$2V = 33°$ environ.
$\mathbf{n}_g = 1{,}500$ (ML. et Lx.) Kilpatrick (Na) ;
$\mathbf{n}_m = 1{,}498$;
$\mathbf{n}_p = 1{,}494$;
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}006$.

Les lames parallèles à g^1 (010) se divisent en quatre secteurs assem-

blés parallèlement à p (001) et à a^1 ($\bar{1}01$) : l'angle d'extinction s'y fait à 5° environ de part et d'autre de la trace de p (001) (fig. 1).

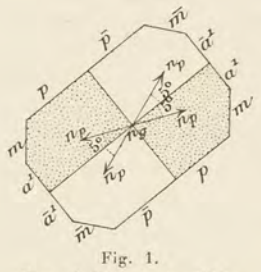


Fig. 1.
Face g^1 (010) de la stilbite de Cambo.

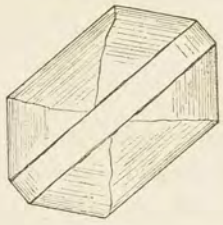


Fig. 2.
Face g^1 (010) de la stilbite du Mail de Soulan, vue en lumière polarisée parallèle.

La stilbite en cristaux nets des gisements des environs de Bagnères de Luchon se comporte comme un minéral orthorhombique quand on l'examine en lames épaisses, mais en lames minces la division en sections devient généralement nette : il existe des plages irrégulières rappelant celles de la heulandite avec bandes parallèles aux faces extérieures du cristal (fig. 2). Les lames g^1 (010) ont rarement la régularité théorique de la fig. 1 : il y a généralement interpénétration de plages d'orientation différente.

D'après une observation de M. Langemann, la stilbite serait en réalité triclinique ; l'angle d'extinction dans a^1 ($\bar{1}01$) étant de 5° par rapport à l'arête $a^1 g^1$ ($\bar{1}01$) (010). M. Rinne a fait voir que par l'action de la chaleur, le minéral devient rigoureusement orthorhombique. Les quatre secteurs de la face g^1 (010) disparaissent et l'extinction devient parallèle à la trace de p (001).

Composition chimique. *a*) Composition correspondant à la formule $H^4 (Na^2, Ca) Al^2Si^6O^{18} + 4 H^2O$;

Analyses : *b*) de la stilbite du glacier de Miage, par Cossa (*Att. Acc. Lincei* V. 87. 1880) ;

c) de la stilbite de formation actuelle de la source d'Olette, par J. Bouis (*C. R.* XXX. VII. 234. 1853).

	a)	*b*)	*c*)
SiO^2.....	57,4	56,47	57,6
Al^2O^3.....	16,3	17,06	16,1
CaO	7,7	7,74	8,6
Na^2O.....	1,4	traces	»
H^2O.....	17,2	18,26	17,6
	100,0	99,56	99,9
Densité	»	2,15	»

Essais pyrognostiques. Au chalumeau s'exfolie, gonfle, puis fond en un émail blanc. Décomposée par l'acide chlorhydrique sans faire gelée.

Diagnostic. La stilbite se distingue aisément de la heulandite, qu'elle accompagne si souvent, par la surface ondulée de son clivage facile et par les propriétés optiques de celui-ci, qui est parallèle au plan des axes optiques au lieu d'être normal à la bissectrice aiguë *positive*, comme dans la heulandite. Ses formes extérieures ne permettent pas de la confondre avec la christianite et l'harmotome, qui ne sont jamais lamellaires suivant g^1 (010).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Tous les gisements de stilbite que j'ai à signaler se trouvent dans les fissures de roches éruptives métamorphiques ou sédimentaires. Elle y est généralement associée à de la calcite, à la chabasie, plus rarement à la heulandite, l'analcime, ou à la laumonite. On la rencontre :

1° Dans les roches éruptives, les schistes cristallins et les roches paléozoïques métamorphisées ;

2° Dans les calcaires secondaires plus ou moins métamorphisés ;

3° Dans les sources thermales actuelles.

1° *Dans les roches éruptives, les schistes cristallins et les roches paléozoïques.*

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Le plus remarquable gisement de zéolites existant en France est celui que j'ai découvert à Cambo (*C. R.* CX. 967. 1890). Le tunnel du chemin de fer a été creusé dans les gneiss, coupés par de nombreux filons de pegmatite riche en minéraux (cordiérite, sillimanite). A la sortie du tunnel, du côté d'Itsatsou, le gneiss est parcouru de fissures tapissées de zéolites. Lorsqu'en 1890 j'ai visité ce gisement, j'ai pu observer, avant que la ligne du chemin de fer ne soit livrée à la circulation, des surfaces de plusieurs mètres carrés entièrement recouvertes de zéolites et notamment de cristaux de chabasie atteignant $1^{cm}5$. Malheureusement, les fissures étant presque toujours perpendiculaires à la schistosité d'un gneiss très compact, il est souvent très difficile d'obtenir des échantillons d'une certaine surface.

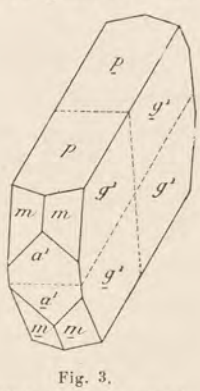


Fig. 3.
Stilbite (forme commune) de Cambo.

La stilbite forme souvent des croûtes cristallines qu'il est possible de détacher en prenant quelques précautions. Ses cristaux ont, en général, de 4 à 5^{mm} ; ils atteignent rarement 1^{cm}. Ils sont aplatis suivant g^1 (010), allongés suivant $p\ g^1$ (001) (010) ; ils présentent les macles habituelles (fig. 1). La face a^1 ($\bar{1}01$) est généralement la seule qui soit très nette, et encore est-elle le plus souvent arrondie ; il y a tendance à la production d'agrégats flabelliformes. La stilbite forme parfois à la surface du gneiss, lui-même recouvert de calcite, des croûtes presque continues constituées par des cristaux implantés normalement à leur paroi et serrés les uns contre les autres. Souvent aussi les cristaux sont moins nombreux et implantés d'une façon quelconque sur le gneiss.

A Cambo, la stilbite se trouve plus souvent seule ou accompagnée de calcite qu'associée aux autres zéolites : *chabasie*, *analcime*, *heulandite* qui, au contraire, se rencontrent presque toujours ensemble ; ces associations ont lieu dans les gneiss très altérés et creusés de cavités.

Assez rarement, la stilbite s'observe en grains flabelliformes avec face a^1 ($\bar{1}01$) très large dans les gneiss à pyroxène de la même localité.

M. de Gramont m'a communiqué des échantillons de stilbite flabelliforme qu'il a recueillis dans les fentes de calcaires noirs de Barthèque, près des Eaux-Bonnes. Ils sont d'un jaune foncé et atteignent 3^{cm} suivant l'axe vertical. Ils sont très analogues à quelques échantillons de stilbite du Dauphiné, bien que de couleur plus foncée.

Hautes-Pyrénées. J'ai rencontré la stilbite dans les fissures des schistes et calcaires métamorphiques du massif du pic du Midi et notamment au lac Bleu et sur le sentier conduisant de ce lac au col d'Aube. Ce sont des cristaux blancs, laiteux, offrant la même forme commune et ayant une tendance à former des groupements flabelliformes.

C'est sous la même forme que la stilbite se trouve très fréquemment dans les schistes métamorphisés par le granite (de Charpentier, *op. cit*, 276) des massifs du Néouvielle et du pic d'Arbizon ; il n'est guère nécessaire de citer de gisements précis, car ce minéral se rencontre un peu partout dans cette vaste région ; j'indique cependant d'une façon plus particulière les ravins limitant la Piquette déras lids et le pic d'Espade, les ravins et les talus même de la route du Tourmalet (M. Goguel), les éboulis des pics de Montfaucon et d'Arbizon.

Lorsque ces cristaux ont des formes nettes (fig. 3 et 4), ils se rapprochent de ceux qui vont être décrits à Luchon, mais ils sont toujours de plus

petite taille et le plus souvent d'un blanc laiteux, jaunâtres et opaques.

La stilbite a été signalée (de Charpentier) dans les mêmes conditions à Rioumaou, près de Luz. Je n'ai observé dans ce gisement que la heulandite, la laumontite et surtout la brewsterite.

M. Frossard a trouvé ce minéral dans les fentes des roches métamorphisées par le granite du pic de Péguère, à Cauterets.

Haute-Garonne. Le gisement des Pyrénées qui a fourni les meilleurs cristaux de stilbite sur lesquels ont été prises les mesures données plus haut, est celui du Mail de Soulan, près Bagnères de Luchon. Ils se trouvent dans les cavités d'une granulite. Ils atteignent 8 à 9^{mm} et sont souvent parfaits et très transparents. Ils sont aplatis suivant g^1 (010) et présentent les faces p (001), m (110), a^1 ($\bar{1}01$), e^1 (011) (fig. 3 et 4).

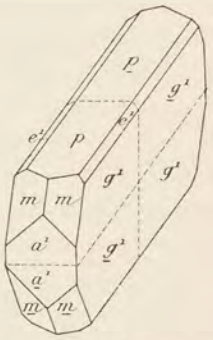


Fig. 4.
Stilbite du Mail de Soulan.

M. Gourdon m'a signalé de la stilbite colorée en jaune par un enduit ferrugineux, dans les fentes des chistes feldspathisés de Castel-Viel.

La stilbite a été indiquée dans les fissures de schistes paléozoïques, à Saint-Mamet.

Ariège. Sur la route de Cazenave à Arnave (massif du pic Saint-Barthélemy) et à 2 km. environ de ce village, j'ai trouvé dans les fentes de gneiss (*B. S. M.* XII. 526. 1889) des fissures remplies par de la stilbite fibrolamellaire constituant des surfaces de plusieurs mètres carrés. Elle est d'une couleur blanc jaunâtre ; les lames atteignent 1^{cm} de longueur. Parfois, dans les géodes se rencontrent des masses flabelliformes à surfaces arrondies et brillantes (fig. 5). Elles rappellent celles de la stilbite d'Islande ou quelquefois des globules à fibres serrées analogues à ceux de la puflérite du Tyrol. Il existe en outre, dans ce gisement, un peu de heulandite, de laumontite.



Fig. 5.
Stilbite d'Arnave.

Le même minéral se trouve en petits cristaux analogues à ceux de la région du Néouvielle, ainsi qu'en grandes lames sans formes nettes

dans les schistes granulitisés du col de Girabal sur le flanc ouest du pic Saint-Barthélemy, où il accompagne la chabasie.

J'ai encore rencontré la stilbite dans les gneiss et les schistes paléozoïques de l'entrée du lac Naguille, dans la diorite et les schistes modifiés par elle du col de Terre-Noire et de la coume de Deilla d'Orlu[1] (lames blanches et très jolis cristaux transparents, fig. 3 et 4) et dans les schistes paléozoïques métamorphisés des environs d'Ax (Ascou, Savignac, etc.,) où elle accompagne la laumontite, beaucoup plus abondante qu'elle.

Enfin, j'ai recueilli dans un couloir d'avalanche descendant du pic de Braceil, à environ 3 km. de la forge d'Orlu, un bloc curieux jaune, formé par des grains de diopside et de grenat englobés par de la stilbite qui, dans les cavités, s'isole en petits cristaux nets de la forme de ceux du mail de Soulan; ils sont de couleur jaunâtre et offrent des macles microscopiques remarquablement nettes.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie.* La stilbite est connue depuis longtemps dans les fentes du granite (protogine) et des schistes cristallins du massif du mont Blanc (Soret, *Mém. soc. phys. et hist. nat. Genève*, 1822, 479; Brard, *Minéralogie*, 1838. 248, etc.). Favre l'a notamment signalée (*Descr. de la Savoie*, III. 68) avec fluorine, laumontite et scolécite.

J'ai donné plus haut l'analyse d'une stilbite en masses fibreuses blanches publiée par M. Cossa (*Acc. Lincei*, V. 87. 1880). Ce minéral a été recueilli avec de petits cristaux de heulandite dans les fissures (obliques à la schistosité) d'un gneiss du glacier de Miage, sur le versant qui va au Dôme du Gouter par l'aiguille Grise (alt. 3,700 m.)

Isère. La découverte de la stilbite dans l'Oisans est due à Schreibert (in Hauy, *op. cit.*, III, 165). Ce minéral est assez abondant dans les fissures des schistes cristallins de la région du Bourg-d'Oisans et dans celles des granulites des environs de Saint-Christophe-en-Oisans (combe de la Selle, etc.). Il y forme des masses flabelliformes à sommets arrondis et brillants constitués par des cristaux lamelleux atteignant souvent 7^{cm} de plus grande dimension. Ces échantillons sont souvent d'un jaune plus ou moins foncé.

1. Dans ces gisements il est évident que les zéolites se sont formées par altération sur place de la roche sous l'influence de l'eau des névés (voir à *laumontite*).

De fort beaux échantillons de stilbite d'un blanc jaunâtre ont été recueillis autrefois à la mine des Chalanches, près Allemont.

Esterel — *Var*. Je dois à l'obligeance de M. Nentien un intéressant échantillon de zéolites qu'il a recueilli dans une enclave homœgène de la microgranulite à amphibole (porphyre bleu de Saint-Raphaël) de la carrière du Dramont près Agay. Une fissure de la roche est tapissée par des trapézoèdres d'analcime recouverts par des groupes flabelliformes de stilbite d'un blanc rosé, associés à de la laumontite et à de l'épidote.

2° *Dans les calcaires secondaires métamorphisés au contact de la lherzolite et des ophites, ainsi que dans les ophites elles-mêmes.*

Pyrénées. — La stilbite accompagne quelquefois la chabasie dans les fissures de calcaires et marnes calcaires métamorphisés par la lherzolite ; elle y est toujours beaucoup moins abondante que cette dernière zéolite. Elle se rencontre aussi dans les fentes des ophites.

Landes. De Charpentier a cité (*op. cit.* 495) la stilbite dans les fentes de l'ophite des environs de Dax.

Haute-Garonne. Aux environs de Saint-Béat, sur la route conduisant à Boutx et après avoir passé la tour de Lez, les grès et calcaires métamorphisés par l'ophite renferment dans leurs fissures de la stilbite lamellaire et de la chabasie ; les mêmes minéraux se trouvent dans les fentes de l'ophite elle-même.

J'ai rencontré des masses flabelliformes de stilbite dans les calcaires et les schistes micacés à dipyre de la route du col de Portet à Sengouagnet (non loin de leur contact avec la lherzolite du Tuc d'Ess) et notamment près de la coume de Bareilles ; elles y sont accompagnées par de la chabasie, de la laumontite et de la calcite.

Ariège. Au bois du Fajou, près Caussou, et à l'Escourgeat (vallée de Suc), la stilbite se trouve sur les schistes micacés à dipyre en croûtes fibreuses mamelonnées à surface brillante, rappelant par leurs caractères extérieurs la *puflerite* du Tyrol. Ces petits mamelons de stilbite sont transparents ou translucides.

3° *Dans les roches volcaniques.*

Algérie. — *Alger*. Les labradorites du cap Bengut, près Dellys, contiennent des filonnets de stilbite lamellaire de 1^{cm} d'épaisseur envi-

ron. Ce minéral ne se trouve pas dans les mêmes fentes que la thomsonite et l'analcime (Gentil, *B. S. M.* XVIII. 375. 1895).

4° *Dans les sources thermales actuelles.*

Pyrénées. — *Pyrénées-Orientales.* J. Bouis a observé dans la source thermale de la Cascade, à Olette, qui sourd au milieu du granite, la formation d'une croûte de 1 à 2^{mm} d'épaisseur d'un minéral fibro-lamellaire blanc rougeâtre extérieurement, ayant la composition de la stilbite (analyse *c*). M. des Cloizeaux, qui a bien voulu me communiquer l'échantillon original de Bouis, a constaté que ce minéral possédait les propriétés optiques de la stilbite (*op. cit.*, I. 553). La température de la source d'Olette est de 78°.

Cette observation a un grand intérêt théorique en ce qu'elle vient corroborer les conclusions tirées de l'étude des nombreuses zéolites de Plombières.

Gisements douteux.

Pyrénées. — *Ariège.* De Charpentier a signalé (*op. cit.* 495) la stilbite dans les fissures des ophites de Rimont, de Saint-Girons, de la Bastide de Sérou. Le seul minéral que j'y ai rencontré est la *prehnite* lamellaire : il est probable que c'est ce minéral auquel de Charpentier a fait allusion.

Plateau Central. — La stilbite, si abondante dans les roches volcaniques d'Islande, des Feroë, etc., paraît ne pas exister dans les roches similaires d'Auvergne.

D'après M. Gonnard (*op. cit.*, 75), le minéral qui a été cité comme stilbite par l'abbé Lacoste au Mont-Dore, par Bouillet à Charade, à Montaudou et à Gergovia (*Puy-de-Dôme*), n'appartiendrait pas à cette substance.

M. Gonnard a bien voulu me faire savoir que les globules du puy de la Poix, qu'il avait attribués avec doute à la *puflérite*, sont constitués par de la calcédoine ; ils accompagnent la mésotype, la giobertite et la calcite dans une pépérite bituminifère.

GISMONDINE

$Ca\,Al^2\,Si^4\,O^{12} + 4\,H^2\,O$

Monoclinique, pseudoquadratique.

Macles et formes observées. La forme adoptée ici est celle qui a été admise par M. Rinne (*Ber. Akad. Wissensch. Berlin.* 1027. 1890).

Les cristaux extérieurement pseudo-quadratiques (fig. 1) sont formés par deux cristaux élémentaires e^1 (011) maclés suivant un prisme voisin de 90°. Chacun de ces cristaux élémentaires est lui-même constitué par deux individus maclés suivant p (001).

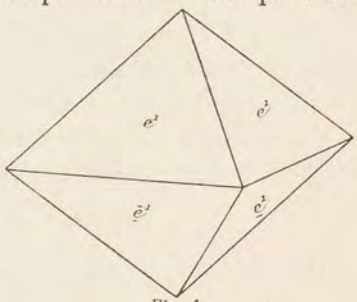


Fig. 1.
Gismondine[1] (forme habituelle).

Les angles suivants ont été mesurés par M. Gonnard sur les cristaux de Saint-Agrève :

$\bar{e}^1\,\underline{e}^1$ adj. 93°3′ à93°11′ $e^1\,\underline{e}^1$ opp. 120°24′ à 120°31′

Faciès des cristaux. Les cristaux de gismondine ont une forme constante, celle de pseudo-octaèdres quadratiques (fig. 1), dont l'étude optique montre toute la complexité de structure intérieure.

Fréquemment, l'on constate à l'œil nu que ces cristaux sont formés par la réunion d'un très grand nombre d'individus ayant la même forme ; ils sont groupés à axes parallèles. Leurs faces sont alors rugueuses et trahissent la nature polysynthétique de l'assemblage. Les cristaux de gismondine de Saint-Agrève sont souvent empilés suivant leur axe vertical (Gonnard).

Clivages. Il n'existe pas de clivage. Cassure inégale.

Dureté. 4,5.

Densité. 2,265.

Coloration et éclat. Incolore ou blanche. Éclat vitreux. Transparente ou translucide.

Altérations. Les cristaux de gismondine comme ceux d'apophyllite

1. La face supérieure de gauche doit être notée $\bar{e}^1$ au lieu de e^1.

deviennent parfois troubles, laiteux ou opaques, par suite d'un commencement d'altération. Cette transformation ne s'observe souvent que sur une partie des cristaux.

Propriétés optiques. M. des Cloizeaux a démontré (*B. S. M.* VI. 301. 183 et VII. 135. 1884) que la gismondine est formée par des groupements d'individus monocliniques.

D'après M. Rinne, la bissectrice aiguë *négative* (n_p) est perpendiculaire à g^1 (010) ; n_g est sensiblement normal à h^1 (100).

Dans les sections parallèles à la base de la pyramide (fig. 1), on observe quatre secteurs ayant deux à deux la même orientation optique. Les deux premiers secteurs s'éteignent à 5° des autres.

Les sections parallèles aux faces de la pyramide montrent des plages respectivement perpendiculaires à n_g et à n_p.

$$2\,V = 82° \text{ à } 83° ; \qquad n_m = 1{,}5385 \text{ (M. Rinne).}$$

M. Rinne a fait voir en outre que, sous l'influence de la chaleur, le minéral devient orthorhombique ; la bissectrice aiguë *négative* (n_p) est alors parallèle à l'axe vertical.

$$2\,H = 24°57' \text{ (vert).}$$

Je n'ai pu avoir à ma disposition d'assez gros cristaux de gismondine des gisements français pour pouvoir étudier leurs propriétés optiques.

Composition chimique. La formule ($Ca\,Al^2\,Si^4\,O^{12} + 4\,H^2\,O$) correspond à la composition suivante :

$Si\,O^2$.....	34,3
$Al^2\,O^3$.....	29,1
$Ca\,O$	16,0
$H\,O$	20,6
	100,0

Une quantité de calcium, variable avec les échantillons analysés, est remplacée par du potassium.

Essais pyrognostiques. A 100°, la gismondine perd un tiers de son eau et devient blanche et opaque.

Au chalumeau, elle blanchit, gonfle et fond en un émail blanc : elle est décomposée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Diagnostic. La forme extérieure ne permet de confondre la gismondine avec aucune autre zéolite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La gismondine est une des zéolites les plus rares de l'Auvergne; elle s'y rencontre exclusivement dans les cavités du basalte : elle y est le plus généralement associée à la christianite, à la chabasie, à la sidérose, etc.

Plateau Central. — *Ardèche.* Le gisement de gismondine le plus remarquable à signaler est celui qui a été décrit par M. Gonnard (*B. S. M.* XVIII. 30. 1894). Il se trouve à 2 kilomètres de Saint-Agrève, sur la route de Labâtie d'Andaure, au lieu dit Chabane (à 500 ou 600 mètres de la route). Le basalte y a été exploité sporadiquement pour l'empierrement des routes; il renferme de rares vacuoles, toujours de petite taille, qui sont tapissées de cristaux octaédriques de gismondine, limpides sur les bords et opaques au centre. Souvent aussi, ces cristaux sont complètement laiteux; ils n'ont jamais plus de 2^{mm}.

La gismondine de ce gisement est associée à la christianite, à la thomsonite, à la sidérose; elle est de formation postérieure à celle de la christianite, mais elle est plus ancienne que la thomsonite; elle est parfois recouverte par de la hyalite.

Puy-de-Dôme. La gismondine est rare à Gignat près Issoire (plateau de la Chaux de Bergonne); elle forme dans les cavités du basalte doléritique des croûtes cristallines constituées par l'empilement de petits octaèdres blancs à faces rugueuses.

Bien que la christianite se trouve abondamment dans la même roche, ces deux zéolites remplissent des géodes distinctes (Gonnard, *C. R.* XCVIII. 1067. 1884).

Loire. C'est aussi M. Gonnard qui a signalé (*C. R.* XCVIII. 841. 1884) dans le basalte du bois de Verrière (sur la route de Montbrison à Saint-Anthème) l'existence de cristaux octaédriques rugueux de gismondine, associés à la christianite, la mésotype, la thomsonite, la calcite. Ils sont formés par l'empilement à axes parallèles d'un grand nombre de petits cristaux.

Gisement incertain.

Vosges. — M. Daubrée a signalé avec réserve (*B. S. G.* XVI. 579. 1859) l'existence de cristaux de gismondine en petits globules cristallins recouvrant la chabasie, etc., au milieu des bétons romains immergés dans les sources thermales de Plombières (voir à *chabasie*).

Je n'ai pu trouver de gismondine dans les échantillons de ce gisement que M. Daubrée a bien voulu me confier.

CHABASIE

$$(Ca, Na^2)\ Al^2\ Si^4\ O^{12} + 6\ H^2\ O$$

Pseudorhomboédrique. $pp = 94°46'$ (Phillips).

Angle plan du sommet du rhomboèdre $= 94°24'2''$.

$[a : c = 1 : 1{,}0860]$

Formes observées. p $(10\bar{1}1)$, b^4 $(01\bar{1}2)$, e^4 $(02\bar{2}1)$, b^2 $(11\bar{2}3)$, $e^{4/5}$ $(02\bar{2}3)$.

Macles. 1° Macles par pénétration très communes avec rotation de 60° autour de l'axe ternaire (fig. 9 et 10) : elles donnent parfois des cristaux à formes très régulières, complètement dépourvus d'angles rentrants (fig. 7 et 8) (*phacolite*) ;

2° Macles par accolement suivant p $(10\bar{1}1)$ (fig. 6).

Les angles marqués M L. ont été mesurés par M. Michel-Lévy sur les cristaux de phacolite de Périer (*B. S. M.*, X. 69. 1887).

	Angles calculés	mesurés		Angles calculés	mesurés		Angles calculés
						Macles par pénétration.	
pa^1	128°34′		pb^2 adj.	154°26′		$b^1\bar{b}^1$ opp. sur a^1	115°50
$a^1\ e^1$	111°45′		pb^1 adj.	137°23′		$p\bar{p}$ sur a^1	77° 9′
pb^1 opp.	96°29′		$b^2\ b^1$ adj.	162°57′		$e^1\ \bar{e}^1$ sur a^1	43°28′
pe^1 opp.	60°19′	60°25′	*pp culm.	94°46′		$p\bar{p}$ adj.	133°59′
$b^1\ e^1$ adj.	143°50′		$b^2\ b^2$ culm	145°54′	145°22′ M L.	(macle suivant p)	
			$b^1\ b^1$ culm.	125°13		$p\bar{p}$ rentr.	171°48′
			$e^1\ e^1$ culm.	72°53′			

Faciès des cristaux. Les cristaux de chabasie peuvent se rapporter à deux types distincts. Dans l'un, le rhomboèdre p $(10\bar{1}1)$ existe seul ou domine. Les cristaux sont simples ou maclés [par pénétration ou suivant p $(10\bar{1}1)$].

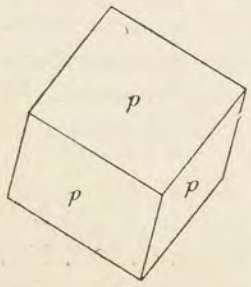


Fig. 1.
Chabasie (forme commune).

Dans le second type, les cristaux sont toujours maclés par pénétration et souvent sans angles rentrants. Ils présentent les faces b^2 $(11\bar{2}3)$ dominantes avec e^1 $(02\bar{2}1)$ (fig. 8 et 9) plus rarement $e^{4/5}$ $(02\bar{2}3)$.

Afin d'éviter les répétitions, je désignerai sous le nom de *phacolite* les cristaux de ce second type ; dans les gisements

français, ils offrent parfois la plus grande analogie avec la *seebachite* de Richmond (Victoria) ; je n'ai pas observé les cristaux hexagonaux aplatis suivant a^1 (0001) du type de la *herschelite* de Sicile. C'est peut-être à cette variété qu'il y a lieu de rapporter l'offrétite décrite plus loin.

Les faces p et b^2 sont fréquemment striées parallèlement à leur intersection mutuelle : b^2 est striée parallèlement à son intersection avec b^1.

Clivages. Clivage p ($10\bar{1}1$) distinct. Cassure inégale.

Dureté. 4 à 7. Fragile.

Densité. 2,08 à 2,17 ; 2,080 Murat, 2,084 Lherz, 2,087 bois du Fajou, 2,092 Araules, 2,096 Pouzac, 2,097 Montcharret.

Coloration et éclat. Incolore, blanc plus ou moins laiteux, jaune ou rouge clair. Éclat vitreux très vif. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. L'examen des propriétés optiques montre que le réseau de la chabasie n'est pas rhomboédrique et que ses rhomboèdres sont toujours constitués par des groupements intimes d'individus probablement tricliniques.

M. Becke interprète les propriétés optiques de la chabasie de la façon suivante : les rhomboèdres sont constitués par un ou plusieurs individus tricliniques ; chacun d'eux est clivable suivant trois plans, correspondant aux clivages rhomboédriques et pouvant être notés p (001), h^1 (100), g^1 (010) pour chaque individu composant. Ceux-ci sont maclés entre eux, suivant les faces m ($1\bar{1}0$) et suivant t (110), faisant entre elles un angle de 118°5′.

Ces cristaux élémentaires tricliniques peuvent être groupés de trois façons différentes, suivant que ce sont leurs faces p (001), h^1 (100), ou g^1 (010) qui constituent les faces extérieures du pseudo-rhomboèdre. Le dernier cas est très rare.

Dans tous ces cristaux, quel que soit leur type, la bissectrice aiguë est plus ou moins voisine de l'axe vertical pseudoternaire, mais elle est tantôt positive et tantôt négative.

L'angle des axes 2V est variable.

Type I (faces p extérieures). Une section perpendiculaire à l'axe pseudoternaire montre une division en six secteurs, qui s'éteignent deux à deux symétriquement par rapport à leur ligne de jonction suivant la trace du plan des axes optiques (fig. 2). La bissectrice est *positive* (Rinne et Brauns).

Une section parallèle à une face rhomboédrique montre une division en deux plages avec extinction symétrique de 9° à 10° par rapport à

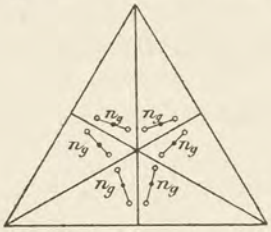


Fig. 2.
Section a^1 (0001) du type I.

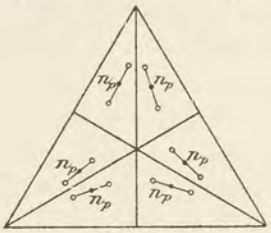


Fig. 3.
Section a^1 (0001) du type II.

leur ligne de jonction (fig. 4). Ce type est le plus fréquent dans les chabasies françaises, et notamment dans celles des Pyrénées.

Type II (faces h^1 (100) extérieures). La fig. 3 donne la disposition du plan des axes optiques dans les six secteurs parallèles à leur base. La bissectrice est *négative* (Rinne et Brauns).

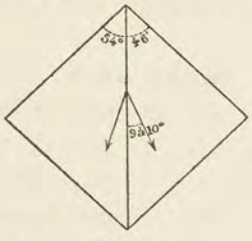


Fig. 4.
Face p ($10\bar{1}1$) du type I.

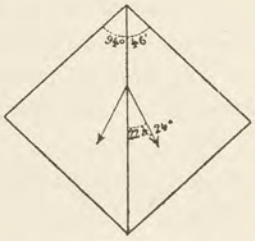


Fig. 5.
Face p ($10\bar{1}1$) du type II.

L'angle d'extinction atteint 24° dans les sections parallèles à une face rhomboédrique (fig. 5).

Type III (faces g^1 (010) extérieures). L'angle d'extinction dans les sections parallèles à une face rhomboédrique est de 46° environ.

Mallard, puis M. Klein, ont pensé que la variation des propriétés optiques de la chabasie était en relation avec la teneur en eau.

M. Rinne (*op. cit.*) a étudié en détail l'action de la chaleur sur les propriétés optiques de ce minéral. D'après lui, les chabasies positives deviennent négatives quand, après avoir été chauffées, elles ont perdu de l'eau. Une augmentation de chaleur rend plus grande la biréfringence : la substance est alors positive. Il serait donc intéressant de rechercher la quantité d'eau respectivement contenue dans les variétés de chabasie naturellement positives et négatives.

Les indices suivants ont été mesurés par M. E. Bertrand sur une chabasie positive :

$$\mathbf{n}_g = 1{,}488\,;$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}485\,;$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}003 \text{ environ.}$$

Composition chimique. La formule $(Ca, Na^2)\ Al^2\ Si^4\ O^{12} + 6\ H^2\ O$ correspond à la composition suivante : *a*), si Ca est seul, *b*), si Ca et Na^2 sont dans le rapport de 1 : 1.

	a)	*b*)
SiO^2.....	47,4	47,2
Al^2O^3	20,2	20,0
CaO.....	11,1	5,5
Na^2O.....	»	6,1
H^2O.....	21,3	21,2
	100,0	100,0

La composition de beaucoup de chabasies s'éloigne de celles données par les analyses ci-dessus. M. Streng explique ces variations en admettant que ces minéraux sont le résultat du mélange isomorphe des deux composés suivants :

$$m\,(Ca, Na^2)\ Al^2\ Si^2\ O^8 + 4\ H^2\ O,$$
$$n\,(Ca, Na^2)\ Al^2\ Si^6\ O^{16} + 8\ H^2\ O.$$

La formule donnée plus haut correspond au cas particulier

$$m : n = 1 : 1.$$

M. Damour a montré que la chabasie perd 7,2 % de son poids après mois d'exposition à l'air sec ; elle compense sa perte (avec excès de 0,15 %, après quelques mois d'exposition à l'air libre).

Elle perd 2,75 0% à 100° C., 14 % à 180°, 17 % à 230°, 19 % à 300°. Au rouge sombre, la perte est de 21 % et de 24 % au rouge vif. Le minéral se gonfle alors et fond.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond en bouillonnant en un verre plus ou moins opaque. Décomposée par l'acide chlorhydrique avec dépôt de silice floconneuse.

Diagnostic. La forme extérieure rhomboédrique et les propriétés optiques sont très caractéristiques de la chabasie.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La chabasie est, de toutes les zéolites, celle qui, en France, se rencontre dans le plus de gisements différents ; les espèces qui l'accompagnent varient avec la nature de ceux-ci. Je la considérerai successivement :

1° Dans les roches éruptives ;

2° Dans les roches sédimentaires métamorphisées au contact des roches éruptives ;

3° Dans les fentes des schistes cristallins ;

4° Dans les sources thermales actuelles, comme produit de formation récente.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les roches volcaniques.*

Dans les roches volcaniques, la chabasie est le plus souvent associée à la christianite. C'est dans les gisements de ce genre qu'elle présente le plus de formes variées se rapportant à l'un ou à l'autre des types établis plus haut.

α) Dans les basaltes, les labradorites et les andésites.

C'est exclusivement dans ces roches que j'ai rencontré la variété *phacolite* qui paraît n'accompagner que rarement les rhomboèdres simples de chabasie. Dans les gisements français, ces derniers sont les plus fréquents.

Plateau Central. — *Ardèche.* Faujas de Saint-Fond parle de la chabasie (zéolite cubique) de Rochemaure, dans son mémoire sur la zéolite (*Descr. géol. du Vivarais et du Velay*, 1778) et dans sa *Minéralogie des volcans* (1784).

J'ai rencontré ce minéral associé à la christianite de Saint-Jean-le-Centenier. Elle constitue des cristaux de 2^{mm} de diamètre, offrant la forme de la phacolite (fig. 7) ; leur sommet est généralement très arrondi. La chabasie existe aussi dans les basaltes des environs d'Aubenas.

Haute-Loire. J'ai signalé (*B. S. M.* XIV. 323 1891) les gisements d'Araules (petit col creusé dans les basaltes scoriacés, sur le chemin du village à Courcoules) et de la Croix des Boutières, au sud du Mézenc (dans labradorite scoriacée) découverts par M. Boule (*B. C. F.* n° 28,

p. 89 et 124. 1892). Les cristaux sont extrêmement abondants et d'une limpidité parfaite, surtout dans le premier gisement, où la macle suivant p $(10\bar{1}1)$ n'est pas très rare (fig. 6).

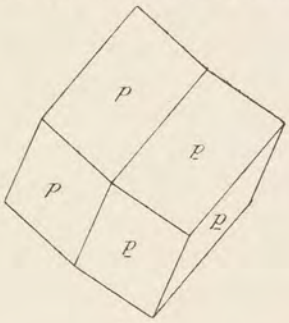


Fig. 6.
Macle par accolement suivant p $(10\bar{1}1)$.

D'après les indications verbales que m'a données M. Boule, la chabasie est fréquente dans les scories basaltiques du Velay. Pascal l'a signalée à Touraine, dans le basalte de l'Aubépin, de Saint-Pierre-Eynac,de Foyes, de Coulon (associée à la mésotype).

Cantal. Un des plus beaux gisements de chabasie d'Auvergne est celui des environs de Murat (talus du chemin forestier d'Empalat, à quelques mètres de son point de jonction avec la route d'Albepierre); j'y ai été conduit par M. Fouqué.

Le tuf basaltique de ce gisement est constitué par des scories rouges extrêmement bulleuses, dont toutes les cavités sont remplies de rhomboèdres de chabasie atteignant 4^{mm}; ils sont incolores, transparents ou d'un blanc laiteux et extraordinairement abondants. Je n'y ai rencontré que le rhomboèdre p $(10\bar{1}1)$ avec de très fréquentes macles par pénétration (fig. 10).

Un gisement qui mériterait d'être étudié est celui de la descente du Meynial à la Vaissière, près Murat. J'ai, en effet, observé sur des échantillons d'andésite à hornblende, recueillis autrefois par M. Fouqué, des cristaux de phacolite d'environ 4^{mm}, présentant les combinaisons b^2 $(11\bar{2}3)$ et e^1 $(02\bar{2}1)$ (fig. 7), avec parfois $e^{1/5}$ $(02\bar{2}3)$. Leur sommet est arrondi, les faces triangulaires $e^{1/5}$ présentent une structure en escalier trahissant la structure polysynthétique des cristaux.

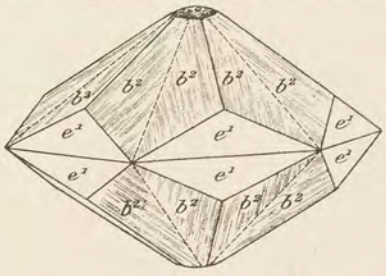


Fig. 7.
Chabasie (phacolite), macle par pénétration sans angle rentrant (Meynial).

D'après les indications que m'a données M. Rames, la chabasie est abondante dans le basalte miocène des environs d'Aurillac (La Condamine, etc.). Dufrénoy et Élie de Baumont l'ont déjà signalée à la porte d'Aurillac, sur la route de Vic-sur-Cère, avant d'arriver à la Maison Neuve. On trouve aussi ce minéral dans le basalte du puy Mary.

Puy-de-Dôme. La chabasie ne se rencontre que dans un petit nombre de gisements du Puy-de-Dôme et presque toujours sous forme de *phacolite*.

Les basaltes de Périer, près Issoire, renferment un gisement de zéolites fort remarquable découvert par M. Munier-Chalmas et étudié par M. Michel-Lévy (*B. S. M.* X. 69. 1887). Il se trouve au milieu d'une futaie, à l'ouest du ravin des Roches, dans une coulée intercalée entre un cordon de galets roulés et les alluvions fluviatiles de la base du pliocène moyen. La chabasie est associée à la mésotype, à la christianite, ainsi qu'à de la calcite et à de la hyalite. Elle se présente souvent dans des géodes, où elle est complètement seule, la christianite remplissant des géodes spéciales. Tantôt les cristaux sont clairsemés dans les cavités de la roche; ils ont alors des formes nettes. Tantôt, au contraire, ils les remplissent complètement et ils sont alors enchevêtrés. Dans ce dernier cas, il arrive fréquemment que la chabasie recouvre des cristaux ou des sphérolites de calcite.

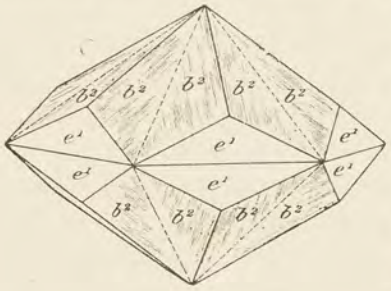


Fig. 8,
Phacolite de Périer.

Dans ce gisement, la chabasie se présente exclusivement sous forme de *phacolite* (fig. 8), les cristaux ayant leurs sommets remarquablement vifs, ce qui n'a pas lieu généralement dans les autres gisements auvergnats. Les formes dominantes sont $b^2(11\bar{2}3)$ avec e^1 $(02\bar{2}1)$ et parfois $p\,(10\bar{1}1)$ accessoire. Les faces b^2 appartenant à deux individus contigus sont souvent séparées par une gouttière très apparente. Ces cristaux atteignent 4^{mm} de plus grande dimension.

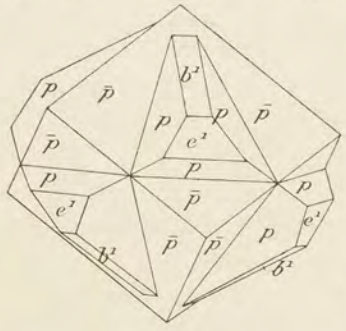


Fig. 9.
Macle par pénétration de la chabasie de Gignat.

La phacolite a été signalée par M. Gonnard à la surface des cristaux altérés de mésotype du puy de Marman. Le même savant l'a trouvée en abondance dans les géodes du basalte de Gignat (Chaux de Bergonne), où elle accompagne et recouvre la gonnardite et la christianite (*op. cit.*, 66); plus rarement, dans le même gisement, on rencontre des rhomboèdres de cha-

basie. La fig. 9 empruntée à M. Schrauf représente la forme de cristaux qui m'ont été remis par M. Bouhard.

J'ai observé des cristaux de phacolite semblables à ceux de Gignat dans les échantillons de basalte du puy de Chalus près Cournon, que m'a donnés M. Bouhard. Les roches de ce gisement ressemblent beaucoup à celles de Gignat. Les rhomboèdres, très striés, présentent avec une grande fréquence e^1 $(02\bar{2}1)$ avec ou sans b^1.

C'est sous la forme de rhomboèdres simples que ce minéral accompagne très rarement la christianite à la surface des enclaves du basalte de Prudelles (Gonnard, *C. R.* CIV. 719. 1887).

La chabasie existe probablement aussi à Montaudou et à Gergovia.

Loire. La christianite et l'offrétite du mont Simiouse, près Montbrison, sont accompagnées de rhomboèdres le plus souvent groupés de chabasie limpide, parfois maclés suivant p $(10\bar{1}1)$.

Vosges. Dans la note citée plus haut au sujet de la mésotype, Lebrun a signalé l'existence de la chabasie dans la néphélinite d'Essey-la-Côte (sommet de la Croix).

Réunion. — La chabasie a été signalée pour la première fois en 1776, dans les cavités du basalte de la Réunion, par Pasumot (*in* Faujas de Saint-Fond, *op. cit.*). Les échantillons que j'ai examinés ont été recueillis par Leschenault de La Tour et par M. Vélain. Ce sont de gros rhomboèdres incolores et transparents, quelquefois blanc laiteux, simples ou maclés par pénétration. Ils atteignent 8^{mm} et présentent parfois la base p (0001) avec (fig. 11) ou sans b^1 et e^1 $(02\bar{2}1)$; ils sont souvent maclés par pénétration (fig. 9).

Madagascar. — J'ai observé de petits rhomboèdres limpides de chabasie dans un basalte provenant des environs de Mevatanana. Il est probable que le même minéral abonde dans les basaltes de l'île et particulièrement dans ceux du Nord et du Nord-Est, dans lesquels ont été signalées des zéolites sans autre spécification.

Iles Kerguelen. — Les basaltes doléritiques des îles Kerguelen renferment de la chabasie (mont Moseley, Hafeninsel, Sonntaghafen, Palliserhafen), souvent associée à de la heulandite, à de l'analcime, de la calcite, de la calcédoine, du quartz, etc.

β) Dans les trachytes.

La chabasie est beaucoup moins abondante dans les trachytes que

dans les roches volcaniques plus basiques; elle n'a été jusqu'à présent rencontrée que dans ceux de la Haute-Loire.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Pascal a indiqué l'existence de la chabasie dans le trachyte du Gerbison et de Monnedeyre, où elle est accompagnée de mésotype.

M. Gonnard a trouvé des rhomboèdres de chabasie parfaitement limpides et parfois rosés, de 3 à 4^{mm} de côté, à la surface d'enclaves granitiques (en partie fondues) du trachyte de la Prade (dit du Montcharret), près du hameau de Boussoulet. La chabasie y est associée à du quartz hyalin, de la tridymite, de la christianite, etc.

b) *Dans les roches éruptives non volcaniques.*

Les granites basiques et les ophites des Pyrénées renferment parfois de la chabasie dans leurs parties altérées. Dans ces dernières roches, la formation de ce minéral est consécutive de la transformation du feldspath en dipyre. Il est probable que la chabasie s'est produite aux dépens du dipyre.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Des rhomboèdres blancs de chabasie ont été trouvés par M. Frossard dans les fentes de l'ophite de Pouzac.

Haute-Garonne. Le gisement le plus intéressant à ce point de vue se trouve sur le chemin de Saint-Béat à Boutx. L'ophite qui affleure au voisinage de Lez et qui a été entaillée il y a quelques années pour la rectification du chemin, m'a fourni de fort jolis rhomboèdres de chabasie, qui sont surtout abondants dans les parties très dipyrisées de la roche. Ils sont parfois accompagnés de lamelles de stilbite.

Ariège. J'ai recueilli des cristaux de chabasie sous les névés du versant N.-E. du col de Terre-Noire (entre le lac Naguille et la coume de Deilla). Elle s'y forme dans les fissures d'un granite endomorphisé et des schistes modifiés par elle (voir à *laumontite*).

2° *Dans les roches métamorphisées par les roches éruptives.*

Pyrénées. — Depuis quelques années, j'ai découvert dans les Pyrénées un grand nombre de gisements de chabasie dans lesquels ce minéral, parfois associé à d'autres zéolites (stilbite, laumontite, thomsonite, rarement christianite), tapisse les fentes, soit des calcaires et marnes calcaires métamorphisés au contact immédiat de la lherzolite, soit des calcaires à dipyre moins transformés et situés à une certaine distance de la roche éruptive. Ce genre de gisement peut fournir de

très remarquables échantillons de collection (*C. R.* CXV. 377. 1892 et *B. C. F.* n° 42. 1895).

La chabasie est aussi fréquente dans les fentes des calcaires et des schistes modifiés par le granite.

Haute-Garonne. Les calcaires et schistes micacés, que la route de Sengouagnet à Portet coupe au voisinage de la lherzolite du Tuc d'Ess, renferment de très jolis rhomboèdres de 4^{mm} blanc laiteux de chabasie, particulièrement entre la coume de Bareille et le col de Portet. Ils sont associés à de la calcite, de la laumontite, de la stilbite. La chabasie est plus rare dans les roches métamorphiques du Tou, au contact immédiat de la lherzolite.

Ariège. J'ai recueilli des cristaux de chabasie atteignant 1^{cm} dans les fissures des schistes micacés et des calcaires à dipyre du port de Saleix. Le même minéral, en très petits cristaux limpides, y est très abondant, et l'on peut aisément en recueillir au pied du port où de profondes déchirures, creusées dans les assises métamorphiques très fragiles, apportent de nombreux blocs de roches des hauteurs. Pour trouver ces échantillons en place, il faut grimper sur les rochers du flanc nord de la vallée du Saleix ; la chabasie est presque exclusivement cantonnée dans les assises noires fossilifères du lias moyen, elle est accompagnée de calcite.

La chabasie forme toujours des cristaux limpides dans les cornéennes, les roches amphiboliques et surtout les schistes micacés au contact de la lherzolite de l'Escourgeat et de divers points de la forêt de Freychinède dans la vallée de Suc, de Lordat (à la limite de ce village et de celui de Lordat), du bois du Fajou près Caussou. Dans ces diverses roches, il existe des géodes produites par la dissolution de la calcite ayant échappé à la silicatisation. La chabasie y recouvre le mica, le dipyre, le pyroxène, l'amphibole, etc. Dans les schistes micacés, elle tapisse fréquemment des surfaces continues de plusieurs décimètres carrés ; ses cristaux ont de 2 à 4^{mm}. La forme unique est le rhomboèdre primitif, quelquefois maclé suivant p $(10\bar{1}1)$.

A l'Escourgeat et au bois du Fajou, on trouve, avec la chabasie, de la thomsonite, de la christianite, de la stilbite. Ces zéolites sont en très petite proportion relativement à la chabasie ; la stilbite existe seule avec la chabasie à Lordat.

Enfin, à Prades, la chabasie se rencontre en très petits cristaux incolores dans les calcaires à dipyre ; ils sont associés à de la calcite

ainsi qu'à des cristaux de hornblende et de dipyre. Ceux-ci sont mis en relief par la dissolution superficielle des calcaires métamorphiques.

J'ai trouvé la chabasie en extrême abondance dans les fentes de calcaires et schistes paléozoïques métamorphisés par le granite du Paraou, du roc Blanc, de Baxouillade (montagnes d'Orlu et de Mijanès).

3° *Dans les fentes des schistes cristallins.*

J'ai découvert quelques remarquables gisements de chabasie dans les fissures des schistes cristallins des Pyrénées. C'est eux qui fournissent les plus beaux cristaux de chabasie que j'ai à citer dans cet ouvrage. Les zéolites qui les accompagnent ne sont pas celles qui forment les satellites de la chabasie dans les roches volcaniques du Plateau Central ; ce sont la stilbite, laheulandite, la laumontite et l'analcime. La chabasie ne s'y rencontre pas sous forme de phacolite.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. J'ai trouvé en abondance la chabasie dans les déblais du tunnel de Cambo :

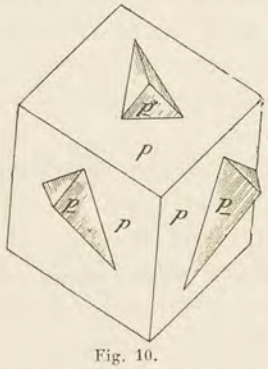


Fig. 10.
Chabasie maclée par pénétration.

1° Dans des fentes perpendiculaires à la schistosité des gneiss peu altérés. Des surfaces de plusieurs mètres carrés sont recouvertes de cristaux de chabasie ayant souvent plus de 1^{cm} 5. Ces cristaux sont seuls ou associés à de la calcite.

2° Dans des géodes très irrégulières creusées dans les gneiss très altérés. Les cristaux y sont de plus petite taille, implantés sur de l'analcime et accompagnés par de la heulandite, plus rarement par de la stilbite, de la calcite, de la pyrite. Tous ces cristaux quelquefois colorés en jaune par des infiltrations ferrugineuses sont généralement blancs et plus ou moins opaques. Leur opacité augmente dans les blocs exposés aux intempéries atmosphériques. Ce fait peut être notamment constaté dans les déblais du tunnel rejetés sur les bords de la Nive. Les formes de ces cristaux sont p $(10\bar{1}0)$, avec rarement b^1 $(01\bar{1}2)$ (fig. 11).

3° Dans les fissures de corrosion des cipolins, des gneiss pyroxéniques et amphiboliques coupés par le tunnel ; on rencontre en abon-

dance des blocs de ces roches entre le tunnel et la Nive. Les lits minces de calcite des gneiss basiques ont été dissous par les circulations d'eau et ont laissé ainsi des géodes peu profondes, que suivent les sinuosités du rubanement de la roche. On y trouve de très jolis rhomboèdres transparents de chabasie ayant en moyenne de 2 à 3^{mm}, suivant une arête rhomboédrique ; ils sont implantés sur les minéraux du gneiss et associés à de la pyrite cubique, à de l'épidote, etc. Je n'ai observé que le rhomboèdre primitif et très rarement les macles suivant p (001) (fig. 6).

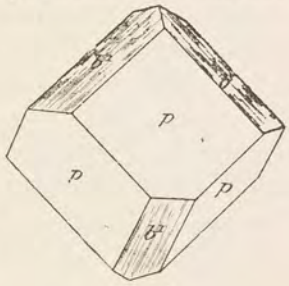


Fig. 11.
Chabasie de Cambo.

Ariège. La chabasie en rhomboèdres accompagne la stilbite de la route d'Arnave à Cazenave, ainsi qu'au col de Girabal (massif du Saint-Barthélemy) ; ils se trouvent au col même, mais surtout à quelques mètres au-dessous, sur le versant N.-E.

Le ruisseau du Bastard, qui, descendant du port de Massat, vient rejoindre le ruisseau de Massat un peu au-dessous de l'étang de Lherz, est creusé dans un gneiss à grenat qui alterne avec des granulites et des amphibolites riches en dipyre. Toutes ces roches sont fort altérées et, à la hauteur de l'étang de Lherz, absolument imprégnées de chabasie. Les blocs, que l'on fait facilement ébouler des parois du ravin, sont souvent complètement entourés de cristaux de ce minéral, comme si on les avait laissés séjourner dans un cristallisoir de sucre candi. Ces cristaux ne dépassent guère 5^{mm} et sont généralement plus petits ; ils présentent le rhomboèdre primitif avec parfois la macle suivant p ($10\bar{1}1$). Ce gisement, que j'ai découvert l'an dernier, est le plus abondant de ceux des Pyrénées. La chabasie y est évidemment de formation actuelle et produite par l'action du ruissellement des eaux sur les roches du lit du ravin, en dehors duquel elle n'existe pas.

4° *Dans les sources thermales actuelles, comme produit de formation récente.*

La chabasie se rencontre avec d'autres zéolites moins abondantes qu'elle, comme produit de formation actuelle dans les ciments et briques d'anciens ouvrages romains immergés dans des sources thermales.

Elle s'y présente toujours sous forme de rhomboèdres dépourvus de modifications ; les macles par pénétration (fig. 10) sont fréquentes.

Vosges. — Le gisement le plus célèbre est celui de Plombières, décrit par M. Daubrée (*C. R.* XLVI. 1086. 1858 et *B. S. G.* XII. 562. 1859). Il a été découvert au cours de travaux qui ont mis à jour des bétons romains, destinés au captage de la source thermale. Sous l'action de celle-ci, le ciment de ce béton, ainsi que les briques, ont été en partie transformés. De nombreuses zéolites se sont produites dans les cavités du béton et dans les soufflures des briques. Les cristaux de chabasie en rhomboèdres isolés ou maclés par pénétration sont parfois absolument limpides, tantôt très adhérents à la brique, tantôt formant dans les cavités du béton des enduits d'une délicatesse extrême. Ils atteignent 2^{mm} et sont associés à de la christianite, à de la calcite, etc.

Les eaux thermales de Plombières sont chlorurées et sodiques, leur température est de 70° C.

Champagne. — *Haute-Marne.* La chabasie et la christianite ont été signalées par M. Daubrée (*A. M.* VIII. 439. 1876) dans les cavités des briques d'un puisard romain des sources de Bourbonne-les-Bains (eaux chlorurées et sulfato-alcalines, température 58° à 68° C.).

Vosges. — *Haute-Saône.* Des cristaux de chabasie ont été trouvés, dans les mêmes conditions qu'à Plombières (Daubrée, *B. S. G.* XVIII. 109. 1860), dans un béton romain, aux sources thermales de Luxeuil (température de 46° C.). Les cristaux formés dans les cavités des briques sont fort nets, mais plus petits que ceux de Plombières.

Algérie. — *Oran.* Les mêmes associations minéralogiques ont été signalées dans les bétons romains des environs d'Oran (Daubrée, *C. R.* LXXXIV. 157. 1877).

OFFRÉTITE

Pseudorhomboédrique ou pseudohexagonal.

Formes observées. a^1 (0001), m ($10\bar{1}0$).

Macles. Groupements intérieurs faisant penser que le réseau est orthorhombique. Groupements orthogonaux de deux prismes.

Faciès des cristaux. L'offrétite se montre en très petits prismes hexagonaux. La base est souvent creuse et le prisme arrondi en forme

de barillet, rappelant les cristaux de campylite. Les faces du prisme sont striées verticalement. Le plus souvent, ces prismes se réunissent pour former des sphérolites à surface hérissée de pointes cristallines.

Clivages. Clivage prismatique. Cassure vitreuse.

Dureté. Très fragile.

Densité. 2,13 (Gonnard).

Coloration et éclat. Incolore. Éclat vitreux. Transparente.

Propriétés optiques. Les cristaux couchés sur une face prismatique s'éteignent parallèlement à leur axe vertical. Ils sont extrêmement peu biréfringents et présentent parfois une structure en sablier ; l'allongement est positif. Les sections parallèles à la base montrent une division en six secteurs rappelant ceux de la herschelite (Gonnard).

J'ai observé, sur de petits cristaux constituant les sphérolites, des individus dont les deux extrémités sont de signe différent. A leur point de jonction, il existe une zone de compensation qui reste toujours éteinte entre les nicols croisés. Les cristaux que j'ai eus entre les mains étaient trop petits et trop peu biréfringents pour que leur étude puisse être poussée plus loin.

Composition chimique. La formule théorique $(K^2, Ca)^2\ Al^6\ Si^{14}\ O^{39} + 17\ H^2\ O$ correspond à la composition donnée en *a* dans le cas où $CaO : K^2O = 3 : 5$.

b) Analyse de l'offrétite du mont Simiouse, par M. Gonnard (*B. S. M* XIV. 60. 1891).

Cette composition rapproche l'offrétite de la variété de chabasie désignée sous le nom d'*acadialite* [analyse *c*) de l'acadialite de Nouvelle-Écosse, par Hayes (*Amer. J. of Sc.* I. 122. 1846)], dont elle est probablement une variété potassique. Ses propriétés optiques et ses formes sont très analogues à celles de la herschelite, autre variété de chabasie.

	a)	*b*)	*c*)
SiO^2	52,13	52,47	52,02
Al^2O^3	18,99	19,06	17,88
CaO	2,60	2,43	4,24
K^2O	7,29	7,72	3,03
Na^2O	»	»	4,07
H^2O	18,99	18,90	18,30
	100,00	100,58	99,54

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, blanchit et fond sans bouillonnement. Difficilement attaquée par l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. L'offrétite ne se distingue guère de la herschelite (chabasie) par ses propriétés extérieures, sauf cependant par son allongement prismatique, alors que la herschelite est généralement aplatie suivant la base. La richesse en potasse permet de la différencier de ce dernier minéral, dont elle n'est peut-être qu'une variété potassique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Loire.* L'offrétite a été découverte par M. Gonnard dans les druses d'un basalte du mont Simiouse près Montbrison et décrite par lui (*B. S. M.* XIV. 58. 1891).

Elle y est associée à la christianite et à la chabasie. Elle y forme de petits cristaux prismatiques et plus souvent de petits mamelons cristallins transparents et incolores. Les cristaux n'ont guère plus de 0^{mm}75.

Ce minéral n'a été trouvé jusqu'à présent dans aucun autre gisement.

LAUMONTITE

$$H^4\,Ca\,Al^2\,Si^4\,O^{14} + 2\,H^2\,O$$

Monoclinique. $mm = 86°16'$ (Dx.)[1].

$b : h = 1000 : 388{,}4625$ $D = 657{,}777$ $d = 753{,}212$

angle plan de $p = 82°15'40''$

angle plan de $m = 105°49'37''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 1{,}1459 : 1 : 0{,}59057 \\ z\,x = 68°46' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001), m (110), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

Macles. Macle suivant h^1 (100) avec axe de rotation perpendiculaire. Les abréviations *G. Lx.* sont mises en regard des angles mesurés

1. La valeur qui a été prise ici est la moitié de celle adoptée par M. des Cloizeaux ; elle a l'avantage de montrer les relations de forme existant entre la laumontite et les pyroxènes monocliniques. Dans ce système, a^1 ($\bar{1}01$) (Dx.) devient $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), d^1 (112) Dx $= d^{1/2}$ (111), b^1 (112) Dx. $= b^1$ ($\bar{1}11$).

par M. Gentil sur les cristaux de Bou Serdoun, et par moi-même sur ceux d'Ax.

	Angles calculés	mesurés
mm	86°16′	86°13′ G
mh^1	133° 8′	19′Lx
mg^1	136°52′	
ph^1	111°14′	
pa^1 adj.	123° 5′	
$*a^{1/2}\,h^1$ adj.	125°41′	

	Angles calculés	mesurés
$pd^{1/2}$	148°22′	148°35′Lx
$*pm$ ant.	104°20′	104° 8′Lx
$d^{1/2}m$ adj.	135°58′	
$pb^{1/2}$ adj.	138° 3′	
$b^{1/2}\,m$	117°37′	
$g^1\,d^{1/2}$	113°16′	
$g^1\,b^{1/2}$	120°14′	

	Angles calculés	mesurés
$h^1\,d^{1/2}$ adj.	129° 2′	
$h^1\,b^{1/2}$ opp.	81°55′	
$a^{1/2}\,m$ adj.	113°30′	113°30′ G.
$a^{1/2}\,b^{1/2}$	140°45′	
$mb^{1/2}$ ant.	105°45′	
$ma^{1/2}$ ant.	66°30′	

Faciès des cristaux. Les cristaux de laumontite sont toujours allongés suivant l'axe vertical. La forme la plus fréquente est m (110) avec p (001), ou $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$). Leur fragilité et la facilité avec laquelle ils s'altèrent rendent difficile la récolte de cristaux intacts de ce minéral. Les faces de la zone prismatique sont striées verticalement.

Clivages. Clivages parfaits suivant g^1 (010) et m (110), mauvais suivant h^1 (100) et $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$).

Dureté. 3,5 à 4. Très fragile.

Densité. 2,25 à 2,41; 2,275 Bou Serdoun (M. Gentil), 2,29 à 2,33 Huelgoat.

Coloration et éclat. Incolore, blanc laiteux, grise, jaune et plus rarement rouge de diverses nuances. Éclat vitreux, nacré sur les lames de clivage. Translucide. Par exposition à l'air, devient opaque et tombe en poussière.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* (n_p) faisant dans g^1 un angle de 60° à 65° avec l'arête h^1 (100) dans l'angle obtus de ph^1 (fig. 1). Dispersion des axes très notable $\rho < \nu$. *Dispersion inclinée* très faible.

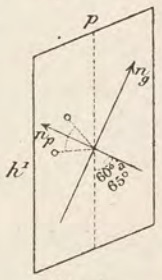


Fig. 1.
Face g^1 (010) parallèle au plan des axes optiques.

$2\,\mathbf{E} = 52°24′$ (rouge) Huelgoat (Dx.)
$= 56°15′$ (bleu) »

Composition chimique. *a*) Composition théorique correspondant à la formule $H^4\,Ca\,Al^2\,Si^4\,O^{14} + 2\,H^2\,O$.

Analyses de la laumontite : *b*) de Huelgoat, par Malaguti et Durocher ; *c*) id. par Lemberg (*Zeitschr. d. d. g. Gesell.* XXXVII. 987);

d) de celle de Courmayeur, par Dufrénoy (*A. M.* VIII. 506. 1835); *e*) de celle d'Ax (Lx.).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)
$Si\,O^2$.....	51,1	52,47	50,45	50,38	51,13
$Al^2\,O$	21,7	22,56	22,81	21,43	21,32
$Ca\,O$.....	11,9	9,41	12,17	11,14	11,47
$H^2\,O$.....	15,3	15,56	15,74	16,15	18,27
	100,0	100,00	101,07	99,10	100,19
Densité	»	2,29	»	2,33	»

La laumontite perd souvent une partie de son eau de cristallisation quand elle est exposée à l'air libre ; elle devient alors d'un blanc opaque et tombe en poussière. Les cristaux de quelques localités n'éprouvent, au contraire, aucun changement. Suivant Durocher et Malaguti, la laumontite d'Huelgoat perd 26 °/₀ dans le vide au bout d'un mois et 3,85 °/₀ au-dessus de l'acide sulfurique. Le minéral reprend son eau par exposition dans une atmosphère humide. Par calcination, il perd 3,17 °/₀ de 10 à 100°, 2,91 de 100 à 200°, de 200 à 300°, c'est-à-dire 7,28 °/₀. Le reste de l'eau n'est chassé qu'au rouge vif.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, bouillonne et fond en un verre blanc bulleux. Décomposée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Diagnostic. La forme, les clivages et surtout la facilité avec laquelle la laumontite s'émiette à l'air, constituent un bon diagnostic différentiel de ce minéral et des autres zéolites.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le principal gisement de la laumontite en France se trouve dans les fissures des schistes cristallins des roches sédimentaires ainsi que dans celles des roches éruptives. Je l'examinerai successivement :

1° Dans les schistes cristallins et les roches sédimentaires ;

2° Dans les roches éruptives.

1° *Dans les schistes cristallins et les roches sédimentaires.*

Bretagne. — *Finistère.* La laumontite a été découverte en 1785 par Gillet de Laumont et décrite par Haüy (*op. cit.*, III. 410) sous le nom de *zéolite efflorescente*. Ce fut en 1808 que le même savant lui donna

le nom de *laumonite*[1] (*Tableau comparatif des résultats de la cristallographie*).

Ce minéral se trouvait en assez grande abondance au milieu des schistes argileux traversés par les galeries de la mine de galène de Huelgoat. La laumontite de ce gisement possède au plus haut point la propriété de s'altérer à l'air. Les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical et ne présentent d'ordinaire que les faces m p, ou m $a^{1/2}$; plus rarement, on observe les combinaisons : $m\ h^1\ g^1\ a^{1/2}$; $p\ m\ g^1\ a^{1/2}$; $p\ m\ g^1\ a^{1/2}\ d^{1/2}\ b^{1/2}$ (fig. 2, d'après M. des Cloizeaux).

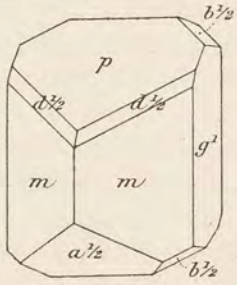


Fig. 2.
Laumontite de Huelgoat.

Le minéral forme des masses lamellaires associés à de la calcite. Dans les nombreux échantillons que j'ai eu l'occasion d'examiner, je n'ai observé aucune autre zéolite.

Les mines du Huelgoat étant aujourd'hui abandonnées, ce riche gisement doit être considéré comme épuisé.

Pyrénées. — La laumontite est très abondante dans les Pyrénées; je ne donne ici que les localités où je l'ai rencontrée en certaine abondance.

Basses-Pyrénées. J'ai trouvé en petite quantité, mais en cristaux nets, dans les fissures des gneiss de Cambo, la laumontite associée à la chabasie et à l'analcime.

Hautes-Pyrénées. La laumontite est assez abondante en cristaux lamellaires dans les schistes et calcaires métamorphiques de toute la région du lac Bleu (massif du pic du Midi de Bigorre), et particulièrement sur sa rive sud.

Haute-Garonne. J'ai rencontré cette zéolite avec stilbite, chabasie et calcite dans les fissures des schistes micacés et calcaires liasiques métamorphisés par la lherzolite du tuc d'Ess. Ces zéolites se rencontrent particulièrement entre la coume de Bareille et le col de Portet.

M. Gourdon a bien voulu me communiquer des échantillons de ce minéral qu'il a recueillis dans les fentes des schistes siliceux de l'Esponne, au-dessus de la vallée du Lys près Luchon.

1. Le nom de laumontite a été adopté au lieu de laumonite, comme plus conforme à l'orthographe du nom d'où il est tiré.

Ariège. Au-dessous d'Ax, sur la route de Prades, j'ai trouvé (*C. R.* CIX. 719. 1889) la laumontite en quantité considérable. Elle y formait, entre les feuillets de schistes paléozoïques métamorphisés par la granulite, des croûtes atteignant 6^{cm} d'épaisseur formés par des cristaux enchevêtrés dans lesquels s'observent des géodes tapissées de cristaux à formes nettes m (110) avec p (001) et $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01). L'abondance de cette zéolite avait déterminé, en 1889, un éboulement de la paroi schisteuse bordant la route; on pouvait alors ramasser le minéral à la pelle; il était très altérable.

J'ai retrouvé la laumontite dans les mêmes conditions à Ascou, à Savignac, au lac Naguille, dans le massif du Saint-Barthélemy, sur la route d'Arnave à Cazenave (avec stilbite, etc.) et au col de Girabal avec chabasie et stilbite, etc.

Plateau Central. — *Rhône.* M. Gonnard m'a communiqué des échantillons de laumontite lamellaire rosée qu'il a trouvée dans les fissures d'une granulite intercalée dans les schistes cristallins de Sainte-Catherine-en-Riverie.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie.* La laumontite de Courmayeur a été étudiée par Soret, dans une note lue à la Société de physique de Genève, le 20 septembre 1821. Elle a été plus tard analysée par Dufrénoy. D'après ce savant (*A. M. op. cit.*), elle formait un filonnet dans les schistes cristallins. Elle s'altère moins à l'air que la laumontite de Huelgoat.

Favre signale aussi la laumontite au glacier de Miage avec mésotype, sphène, fluorine, quartz, etc. (*Descr. de la Savoie.* III. 68).

2° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les granites basiques et les diorites.*

Pyrénées. — *Ariège.* Le granite du roc de Bragues et de toute la crête séparant la vallée d'Orlu de celle de Mijanès est profondément endomorphisé au contact de calcaires paléozoïques eux-mêmes métamorphisés (voir tome I, à *grossulaire*). Il se charge de hornblende, de plagioclases basiques et passe à une véritable diorite. Pendant la correction de cette feuille, j'ai exploré cette région, où des recherches de talc sont faites actuellement au petit col de l'Estagnet, sur un prolongement du roc de Bragues dans la vallée de Mijanès. J'y ai trouvé

en très grande abondance de la laumontite formant dans le granite endomorphisé des filonnets atteignant 8 centimètres d'épaisseur. Ils sont constitués par des cristaux de 3 ou 4 millimètres, enchevêtrés les uns dans les autres et s'isolant parfois dans des géodes avec les formes habituelles. Ce minéral s'est évidemment formé aux dépens de la roche éruptive d'après le mode qui va être indiqué dans le gisement suivant.

En explorant la vallée de Paraou en Orlu, j'ai observé au col de Terre-Noire (faisant communiquer la coume de Deilla, ou de Bedeilla, avec l'étang de Naguille) un intéressant cas de formation actuelle de laumontite. Ce col est constitué par un granite endomorphisé, injectant des schistes : cette roche est profondément altérée au col même et dans un couloir d'avalanche orienté N.-E.; ses multiples fentes sont imprégnées de laumontite accompagnée de stilbite et de chabasie. Ces mêmes zéolites se trouvent également sur les roches en petits débris que recouvrent les névés de la coume de Deilla.

Il est évident que dans ces gisements les zéolites résultent de l'action longtemps prolongée de l'eau qui suinte goutte à goutte des névés pendant le printemps et l'été [1], à la surface de roches déjà désagrégées par les gelées. Ces zéolites se forment sur place, sans apport, par décomposition des feldspaths basiques de la roche qui les renferme.

La production de la laumontite favorise la désagrégation du petit col de Terre-Noire : cette zéolite, en effet, pour se former, agrandit les fissures faites par les gelées. Sous l'influence du soleil de l'été, elle se déshydrate ensuite, quand la couche de neige amoncelée pendant l'hiver est fondue, et alors la partie superficielle de la roche se dégrade plus facilement encore qu'auparavant.

b) *Dans les microgranulites.*

Esterel. — *Var.* J'ai signalé plus haut l'association d'analcime, de stilbite, de laumontite et d'épidote observée par M. Nentien dans les

1. Il est probable que les zéolites d'un grand nombre des gisements pyrénéens décrits dans ce volume ont une semblable origine. J'ai été frappé, depuis longtemps, notamment de la fréquence des zéolites sur les cols élevés dirigés du N.-O. au N. et au N.-E., c'est-à-dire sur ceux qui sont recouverts, pendant l'hiver, d'une épaisse couche de neige, disparaissant lentement. Pour que des zéolites abondent dans ces conditions, il faut naturellement que la roche du substratum soit elle-même facilement altérable comme celles des deux gisements étudiés ci-dessus.

druses d'une enclave dioritique de la microgranulite à amphibole (porphyre bleu) du Dramont près Agay. Les cristaux de l'échantillon que j'ai examiné sont blanchâtres et présentent les formes communes m (110), p (001), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$).

c) *Dans les roches volcaniques.*

Algérie. — *Constantine.* M. Gentil a trouvé, au col de Bou Serdoun près Collo, avec les beaux cristaux d'apophylite décrits plus loin, de petits cristaux nets de laumontite blanche de 1^{mm} à 1^{cm} de longueur présentant les faces m (110), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) (*B. S. M.* XVII. 18. 1894).

Gisements douteux.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* La laumontite n'a pas été trouvée avec certitude dans les roches volcaniques du Plateau Central. M. Gonnard a rapproché de ce minéral (*op. cit.*, 68) une substance verdâtre compacte, translucide sur les bords, ayant l'apparence de la stéatite. Elle est incomplètement attaquable par les acides et renferme, d'après une analyse de M. Pisani :

$Si^2 O^3$.....	46,0
$Al^2 O^3$.....	21,0
Ca O.....	2,2
Mg O	1,2
K^2 O.....	4,0
Na^2 O.....	5,2
Fe O.....	traces
H^2 O.....	19,8
	99,4

Cette substance accompagne diverses zéolites dans les basaltes du Puy-de-Dôme (notamment à Prudelles) et de la Loire (Verrières) : elle ne me paraît pas constituer une espèce minérale définie.

ZÉOLITES NON ALUMINEUSES

APOPHYLLITE

$$H^7\,K\,Ca^4\,Si^8\,O^{24} + 4{,}5\,H^2O$$

Quadratique.

$$b : h = 1000 : 1251{,}505 \qquad D = 707{,}107\ (Dx)$$
$$[a : c = 1 : 1{,}7699]$$

Formes observées. p (001), m (110), h^1 (100), h^2 (310), a^1 (101), a^3 (103), b^1 (112), b^2 (114), b^5 (1. 1. 10).

Les abréviations D. G. et Lx. correspondent respectivement aux mesures prises par Dufrénoy sur l'apophyllite du puy de la Piquette; par M. Gentil sur celle de Bou Serdoun, par l'auteur sur ceux de ces deux localités.

	Angles calculés	Angles mesurés			Angles calculés	Angles mesurés			Angles calculés	Angles mesurés	
mm	90°										
$m\ h^1$	135°	135°14′	G.	$a^1\ a^1$ sur p	58°56′	58°45′	G.	$b^2\ m$	122° 2′	121°57′	G.
$m\ h^2$	153°26′	153° 2′	G.	$a^1\ h^1$	150°32′	150°25′	G.	$p\ b^1$	128°38′	129°11′	D.
$p\ a^3$	149°28′	149°42′	G.	pb^5	165°57′	165°59′	Lx.	$b^1\ m$	141°22′		
$*p\ a^1$	119°28′	119°34′	G.	$b\ m^5$	104° 3′			$m\ a^1$	128° 0′		
$a^1\ a^3$	150°	149°58′	G.	$p\ b^2$	147°58′	147°50′	G.	$a^1\ a^1$	104° 0′	104°12′	D.

Faciès des cristaux. L'existence ou l'absence de la base donne des faciès variés aux cristaux d'apophyllite qui peuvent être en outre allongés ou raccourcis suivant l'axe vertical. Les faces m (110) sont ondulées ou striées parallèlement à l'axe vertical et souvent finement striées parallèlement à l'arête $p\,m$.

Clivages. Clivages, p (001) parfait, m (110) moins facile. Cassure inégale.

Dureté. 4,5 à 5. Fragile.

Densité. 2,3 à 2,4; 2,372 Bou Serdoun (M. Gentil), 2,38 puy de la Piquette.

Coloration et éclat. Incolore, blanche, blanc laiteux, par altération (*albine*), rarement jaune ou rougeâtre. Éclat vitreux, nacré sur p (001). Transparente; devient trouble ou même opaque par altération.

Propriétés optiques. Double réfraction faible à un axe *positif* ou quel-

quefois *négatif*. Les apophyllites des gisements étudiés plus loin sont positives. La dispersion est forte.

Les indices mesurés par M. Gentil sur l'apophyllite de Bon Serdoun sont les suivants :

	Na	*Li*
n_g	= 1,5368	1,5343;
n_p	= 1,5347	1,5328;
$n_g - n_p$	= 0,0021	0,0015.

Les sections basiques présentent presque toujours des anomalies optiques connues depuis les travaux de Brewster, de des Cloizeaux, Mallard et d'autres auteurs.

L'apophyllite de Bou Serdoun étudiée par M. Gentil offre des alternances de lames biréfringentes et de lames monoréfringentes, disposées régulièrement autour d'un centre monoréfringent. Dans les bandes biréfringentes dont l'extinction se fait suivant les arêtes *pm* (001) (110), le plan des axes est tantôt parallèle, tantôt perpendiculaire à ces arêtes. 2 E = 25° environ. Les plages monoréfringentes sont uniaxes.

D'après M. Doelter, le minéral devient rigoureusement uniaxe à 260° C., température à laquelle il perd son eau de cristallisation.

Composition chimique. La formule $H^7 K Ca^4 Si^8 O^{24} + 4{,}5 H^2 O$ correspond à la composition *a*. Un peu de fluor remplace une proportion équivalente d'oxygène. M. C. Friedel a constaté en outre que le minéral renferme presque toujours une petite quantité d'ammoniaque (0.38 % Bou Serdoun) (*C. R.* CXVIII. 1233. 1895).

b) Analyse de l'apophyllite de Bou Serdoun par M. Gentil (*B. S. M.* XVII. 12. 1894).

	a)	*b*)
$Si O^2$.....	53,7	53,32
Ca O.....	25,0	25,30
Mg O	»	0,57
$K^2 O$	5,2	4,83
$Na^2 O$	»	0,80
$H^2 O$	16,1	16,66
	100,0	100,48

Le fluor n'a pas été trouvé dans l'analyse *b*, à cause du procédé employé : l'apophyllite de Bou Serdoun est en effet fluorifère comme celle des autres gisements (A. E. Nordenskiöld).

Essais pyrognostiques. Dans le tube, s'exfolie, blanchit et donne de

l'eau alcaline ammoniacale (Friedel). Au chalumeau, s'exfolie en colorant la flamme en rouge et fond en un émail blanc bulleux.

Décomposée par l'acide chlorhydrique, en donnant de la silice pulvérulente mélangée d'un peu de fluorure de calcium.

La présence du fluor peut être mise en évidence par le procédé suivant dû à Berzelius. Le résidu de fluorure de calcium, laissé insoluble après attaque du minéral par l'acide chlorhydrique, est recueilli et traité par l'acide sulfurique, qui met en liberté de l'acide fluorhydrique : l'existence de celui-ci est décelée par la corrosion d'une lame de verre.

Altérations. Les cristaux d'apophyllite sont parfois blancs et opaques (*albine*) ; ils doivent cette particularité à l'existence de calcite qui les imprègne.

Diagnostic. La forme quadratique, le clivage basique facile et les anomalies optiques, jointes aux propriétés pyrognostiques ne permettent pas de confondre l'apophyllite avec aucun autre minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'apophyllite n'a été rencontrée que dans un petit nombre de gisements français, dans des roches volcaniques ou dans des roches en relation avec elles.

1° *Dans les roches volcaniques ou leurs enclaves.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* L'apophyllite a été trouvée en très beaux cristaux dans les blocs de calcaire à phryganes, englobés dans la pépérite du puy de la Piquette, au-dessous du Crest.

Dufrénoy, qui l'a décrite (*A. M.* IX. 172. 1836), attribue sa découverte à M. de Laizer, qui a donné au Muséum les beaux échantillons qu'il possède. D'après Bouillet, ce gisement aurait été trouvé en 1832 par Launoy.



Fig. 1.
Apophyllite du puy de la Piquette.

Les cristaux d'apophyllite de cette localité, qui atteignent 1 cm suivant l'axe vertical, présentent les faces m (110), a^1 (110) (fig. 1), plus rarement b^1 (112) : quelques-uns d'entre eux ne présentent que a^1. Ils sont parfois parfaitement limpides, mais le plus souvent ils sont opaques en tout ou en partie. Ils sont associés à de jolies houppes de la mésotype et quelquefois traversés par des aiguilles de ce minéral.

L'apophyllite se rencontre exclusivement dans les tubes des calcaires à phryganes et n'a jamais été recueillie dans la pépérite elle-même. On a vu plus haut que c'est l'inverse qui a lieu pour l'analcime de ce gisement.

Le même minéral se rencontre à l'ouest de Prudelle, au-dessus de l'angle de la route de Clermont, appelé le Grand-Tournant (Gonnard. *C. R.* CIV. 719. 1887). Elle y est implantée sur la christianite, elle-même formée aux dépens d'enclaves granitiques; l'apophyllite imprègne parfois complètement celles-ci (*Les encl. des roches volc., op. cit.*) Les cristaux limpides sont aplatis suivant la base et présentent les formes *p* (001), *m* (110), a^1 (101) (fig. 2 et 3). Ils sont associés à de rares cristaux de chabasie, à de l'aragonite, etc.



Fig. 2 et 3.
Apophyllite de Prudelle.

D'après M. Gonnard, les cristaux signalés dans diverses autres localités du Puy-de-Dôme sous le nom d'apophyllite seraient à rapporter à de la mésotype.

Algérie. — *Alger.* M. Damour a bien voulu me communiquer de petits cristaux lamelleux d'apophyllite qu'il a trouvés associés à la mésotype dans le basalte du cap Djinet, à l'ouest de Dellys. Ils n'ont pas de contours géométriques distincts.

Constantine. M. Gentil a décrit (*B. S. M.* XVII. 12. 1894) un remarquable gisement d'apophyllite découvert par M. J. Curie au col de Bou Serdoun, à environ 5 km. de Collo, sur la route de Cheraia. Au milieu d'une andésite quartzifiée se trouvent des druses atteignant souvent 50^{cm} de diamètre; elles sont remplies de cristaux enchevêtrés d'apophyllite d'où l'on peut extraire d'énormes cristaux qui peuvent atteindre 4^{cm} de plus grande dimension et rivaliser avec ceux de Poonah. Les gros cristaux sont d'un blanc laiteux; les cristaux limpides sont relativement rares et ne dépassent pas 1^{cm};

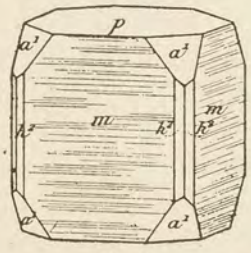


Fig. 4.
Apophyllite de Bou Serdoun.

ils se rencontrent surtout dans les géodes de dimension moyenne dans lesquelles ils ont pu se former librement.

Les formes observées dans cette localité se rapportent à deux types, dont l'un est presque dépourvu de prismes et présente la combinaison a^3 (103), a^1 (101). Dans l'autre, au contraire, le prisme est très développé et les cristaux plus ou moins allongés suivant l'axe vertical (fig. 4). Les principales combinaisons sont les suivantes : p (001) m (110) a^1 (101) (fig. 5) ; $p\,m\,a^3\,a^1$; $p\,m\,a^3\,a^1\,b^2$ (114); $p\,m\,h^1\,h^2\,a^3\,a^2\,a^1$; $m\,a^1$ (fig. 6); les formes $b^1\ b^2\ b^8\ o^2\ a^2$ sont toujours réduites à de petites facettes.

Cette apophyllite est parfois accompagnée par de petits cristaux de laumontite, d'analcime, de calcite, et par de l'actinote, de la delessite, du

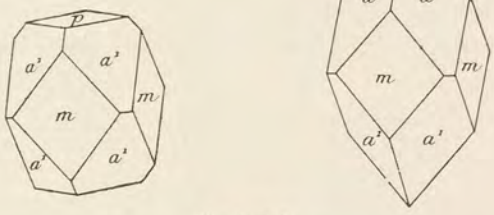


Fig. 5 et 6
Apophyllite de Bou Serdoun.

quartz, de la biotite, etc. ; mais ces minéraux se trouvent généralement dans des géodes distinctes de celles que tapisse l'apophyllite.

2° *Dans les sources thermales actuelles.*

Vosges. — M. Daubrée a signalé, dans les bétons de Plombières avec la chabasie et d'autres zéolites, de petits cristaux d'apophyllite sous forme de pyramides quadratiques (*Géol. expér.* 1879. 184). Je n'ai pu retrouver ce minéral dans les très nombreux échantillons de zéolites de Plombières que M. Daubrée a bien voulu me confier.

PLOMBIÉRITE.

M. Daubrée a donné le nom de *plombiérite* (*C. R.* LXVI. 1088. 1858 ; *A. M.* XIII. 244. 1858 et *B. S. G.* XVI. 579. 1859) à une substance qui s'est formée à Plombières (*Vosges*) dans les cavités de la partie inférieure de la couche de béton romain qui lui a fourni de nombreuses zéolites (voir *chabasie*, *christianite*, etc.).

Faciès ; coloration et éclat. Ce produit, au moment où on le recueille, est gélatineux, incolore, transparent ou translucide. En se desséchant à l'air libre, il devient, au bout de quelque temps, opaque et d'un blanc de neige

Les échantillons que je dois à la bienveillance de M. Daubrée sont formés par une masse mamelonnée à structure concentrique et vaguement fibreuse ; à l'œil nu, elle paraît homogène : l'examen microscopique conduit à des résultats opposés.

Essais pyrognostiques. Le minéral donne de l'eau dans le tube ; au chalumeau, il fond avec bouillonnement, en donnant une perle blanche opaque. Il est décomposé par les acides en faisant gelée et en dégageant de l'acide carbonique.

Composition chimique. Les analyses suivantes en ont été faites :

a) par M. Daubrée (*op. cit.*);

b) par M. Fouqué (*in* Daubrée. *Géol. expér.* 186. 1879).

	a)	*b*)
SiO^2	40,6	41,89
CaO	34,1	33,30
MgO	»	0,21
Al^2O^3	1,3	1,18
Fe^2O^3	»	traces
$Na^2O + K^2O$	»	0,10
CO^2	23,2	11,26
Eau dégagée au-dessus de 120°		5,83
— de 120° au rouge vif		6,69
	99,2	100,46

La composition de la zéolite me paraît pouvoir être déduite de l'analyse *b*). Si, en effet, on en déduit l'alumine, l'acide carbonique et la quantité correspondante de chaux, nécessaire pour faire de la calcite, on obtient la composition suivante :

SiO^2	56,78
CaO	26,11
$Na^2O + K^2O$	0,14
H^2O	16,97
	100,00

qui correspond à celle de l'*okenite*.

L'examen microscopique tend à prouver que la substance n'est pas homogène, mais très riche en calcite ; la zéolite, faisant gelée aux acides,

n'est que cryptocristalline et ne peut par suite être assimilée à l'okenite, qui est nettement cristallisée.

CHALCOMORPHITE

Hexagonale.

$$b : h = 1000 : 1909{,}10$$
$$[a : c = 1 : 1{,}9091 \text{ vom Rath}]$$

Formes et faciès. La chalcomorphite se présente en prismes arrondis, rarement basés, rappelant l'aragonite ; ils sont parfois groupés en houppes ou en rosettes.

$$^{*}p\ b^{1}\ 114°24' \qquad b^{1}\ b^{1}\ (\text{adj.})\ 125°50'.$$

Clivages. Clivage p (0001) distinct.

Densité. 2,54.

Coloration et éclat. Incolore, blanc jaunâtre. Éclat vitreux, parfois éclat soyeux très vif surtout dans les cristaux imprégnés de calcite (Gravenoire).

Propriétés optiques. Uniaxe et négative. La biréfringence est assez élevée, mais n'a pas été déterminée avec précision.

Composition chimique. La chalcomorphite du lac de Laach est, d'après une analyse de vom Rath, un silicate de calcium et de sodium hydraté avec une faible quantité d'alumine.

L'imprégnation par de la calcite des cristaux provenant des gisements français ne m'a pas permis de faire l'analyse quantitative de ce minéral ; on peut seulement constater que sa composition qualitative est celle de la chalcomorphite de Laach.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, blanchit, devient opaque et perd de l'eau. Fond sur les bords en se tordant à la façon de la scolécite. Soluble dans les acides en faisant gelée.

Altérations. La chalcomorphite des gisements français, et particulièrement celle de Gravenoire, est imprégnée de calcite, qui forme à ses cristaux une enveloppe continue. En attaquant par l'acide acétique (sous le microscope) ces cristaux à éclat soyeux et à peine transparents, on voit la calcite se dissoudre avec effervescence et laisser en liberté la chalcomorphite transparente, qui s'attaque aussitôt elle-même.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Ce minéral ne se trouve jamais qu'en petite quantité, dans les gisements suivants :

1° Dans les enclaves calcaires ou marneuses des roches volcaniques;

2° Dans les sources thermales actuelles.

1° *Dans les enclaves de roches volcaniques.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* J'ai observé en assez grande abondance la chalcomorphite dans des blocs d'argile calcaire recouverts par le basalte ou englobés par lui dans la petite carrière de la Brenne, ouverte dans la coulée basaltique de Gravenoire.

Cette argile est cuite, transformée en une matière poreuse jaune rougeâtre dont les fentes renferment de délicates houppes blanches ou d'un blanc jaunâtre de chalcomorphite. De très belles rosettes du même minéral ayant 2^{cm} de diamètre sont presque entièrement imprégnées de calcite : les aiguilles qui les constituent sont souvent creuses et remplies par le même minéral.

Les nombreux échantillons que j'ai étudiés m'ont été donnés par M. P. Gautier ou bien ont été recueillis par moi dans une course faite avec ce géologue. Ce gisement, qui n'avait que quelques mètres carrés, est aujourd'hui épuisé ; la chalcomorphite y était accompagnée d'enduits blancs et parfois de cristaux distincts de calcite.

2° *Dans les sources thermales actuelles.*

Vosges. — *Vosges.* J'ai trouvé le même minéral en belles houppes soyeuses dans des blocs de béton romain de Plombières que je dois à M. Daubrée. Ce minéral se trouve dans des géodes distinctes de celles des zéolites qui ont été étudiées plus haut.

Champagne. — *Haute-Marne.* Le même minéral en aiguilles hexagonales basées a été trouvé par M. Daubrée avec chabasie et christianite dans les cavités du béton romain de Bourbonne-les-Bains (*A. M.* VIII. 439. 1876).

AVIS AU LECTEUR

Le deuxième fascicule constituant la fin de ce volume paraîtra dans le courant de l'année 1897.

Il comprendra les *corps simples natifs*, les *arséniures*, les *antimoniures*, les *sulfures* et les *sulfosels* des divers métaux.

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS

Paris, 15, rue des Saints-Pères. — Liège, 21, rue de la Régence.

EXTRAIT DU CATALOGUE

Les enclaves des roches volcaniques, par A. LACROIX, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° de 710 pages avec 35 figures dans le texte, 8 planches en couleur (représentant 95 préparations microscopiques) et index géographique.

Cet ouvrage, tiré à un petit nombre d'exemplaires et mis en vente à 30 fr. (1893), est sur le point d'être épuisé..... 40 fr.

Minéralogie de la France et de ses colonies, par A. LACROIX, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. Tome I, grand in-8° de XX-723 pages avec nombreuses figures dans le texte..... 30 fr.
Tome II, 1er fascicule..... 15 fr.
— 2e fascicule (en préparation)..... 15 fr.

Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées, par A. LACROIX, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 23 figures dans le texte et 3 planches..... 6 fr. 75

Les Minéraux des roches. 1° Application des méthodes minéralogiques et chimiques à leur étude microscopique, par A. MICHEL LÉVY, ingénieur en chef des mines. 2° Données physiques et optiques, par A. MICHEL LÉVY et A. LACROIX. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte et une planche en couleur..... 12 fr. 50

Tableaux des minéraux des roches. Résumé de leurs propriétés optiques, cristallographiques et chimiques, par A. MICHEL LÉVY et A. LACROIX, 1 volume in-4, relié. 6 fr.

Structures et classification des roches éruptives, par A. MICHEL LÉVY, ingénieur en chef des mines. 1 volume grand in-8°..... 5 fr.

Étude sur la détermination des feldspaths dans les plaques minces au point de vue de la classification des roches, par A. MICHEL LÉVY, ingénieur en chef des mines.
1er fascicule, 1 volume grand in-8°, avec 23 planches en couleur..... 7 fr. 50
2e fascicule..... 7 fr. 50

Traité de Minéralogie à l'usage des candidats à la licence ès-sciences physiques et des candidats à l'agrégation des sciences naturelles, par WALLERANT, professeur à la Faculté des sciences de Rennes. 1 volume grand in-8° avec 341 figures dans le texte..... 15 fr.

Traité des gîtes minéraux et métallifères. Recherche, étude et conditions d'exploitation des minéraux utiles. Description des principales mines connues. Usages et statistique des métaux. Cours de géologie appliquée de l'École supérieure des mines, par ED. FUCHS, ingénieur en chef des mines, professeur à l'École supérieure des mines, et DE LAUNAY, ingénieur des mines, professeur à l'École supérieure des mines. 2 volumes grand in-8° avec de nombreuses figures dans le texte et 2 cartes en couleur. Relié 60 fr.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

A. LACROIX
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME DEUXIÈME
(2e PARTIE)

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1897
Tous droits réservés

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

A. LACROIX
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME DEUXIÈME
(2e PARTIE)

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1897
Tous droits réservés

CORPS SIMPLES NATIFS

MÉTALLOÏDES

DIAMANT

C

Cubique, tétraédrique ?

Macles. Macles de contact ou de pénétration suivant a^1 (111). Macles suivant un axe quaternaire, les individus sont symétriques par rapport à une face du cube, ils sont entrecroisés.

Formes observées. Le diamant se présente avec des formes variées dans lesquelles dominent l'octaèdre, le dodécaèdre, des hexoctaèdres, le cube ; les cristaux à aspect tétraédrique ne sont pas rares.

Faciès des cristaux. Les faces des cristaux sont souvent arrondies, leurs arêtes courbes. Les macles sont fréquemment aplaties suivant a^1 (111).

Le *bort* est une variété, en grains arrondis, à surface rugueuse, possédant une structure fibreuse ou une cristallisation confuse. Le *carbone* (carbonado) est un agrégat finement grenu et légèrement poreux de petits cristaux noirs.

Dureté. 10, plus grande sur a^1 (111) que sur p (100) ; la dureté est plus grande dans le *bort* et dans le *carbone* que dans les cristaux distincts ; elle varie avec les gisements.

Densité. 3.525 (cristaux), 3.503 (bort), 3.293 (carbone).

Coloration et éclat. Incolore, blanc, parfois verdâtre, jaune orangé, bleu, brun, noir. Éclat adamantin, gras (bort) ou terne (carbone). Transparent, translucide, opaque.

Inclusions. Le diamant renferme des inclusions variées, gazeuses ou solides ; ces dernières sont souvent abondantes et constituées par diverses substances dont les plus fréquentes sont des matières charbonneuses noires (crapauds).

Propriétés optiques. Réfringence et dispersion très élevées, $n = 2{,}4195^{\circ}$(Dx), (Na). Le diamant présente parfois des phénomènes de biréfringence qui ne sont que rarement très nets. Ils sont tantôt régulièrement orientés dans le cristal, tantôt localisés autour d'inclusions. Le diamant est parfaitement transparent pour les rayons Rœntgen.

Phosphorescence. Le diamant devient phosphorescent après exposition au soleil ou à une décharge électrique dans le vide.

Propriétés électriques. Le diamant se charge d'électricité positive par friction ; il n'est pas conducteur de l'électricité.

Composition chimique. Le diamant est du carbone pur ne laissant après combustion que peu ou pas de cendres. Le carbone laisse un résidu, variant de 0,24 à 2,03 %.

Essais pyrognostiques. Le diamant chauffé dans une atmosphère privée d'oxygène reste inaltéré ; au contact de l'air, il se transforme en graphite. Dans l'oxygène, il brûle en donnant de l'acide carbonique. Inattaquable par les acides et les alcalis.

Diagnostic. La dureté, l'éclat, la résistance à tous les acides et les alcalis, en même temps que la combustion dans l'oxygène, ne permettent de confondre le diamant avec aucune autre substance.

GISEMENT DOUTEUX

Algérie. — *Constantine.* La collection du Muséum possède un diamant qui a été acheté en 1833 comme provenant d'Algérie. Dufrénoy le présenta à la Société géologique et le bulletin de celle-ci (IV. 164. 1833) porte à cette occasion la note suivante du secrétaire : « Ces diamants, qui ont été trouvés dans les sables aurifères de la rivière de Goumel [probablement Oued-Roumel] de la province de Constantine

dans la régence d'Alger, ont fait dernièrement partie de l'exposition d'Alger. Ils ont eté donnés en payement à M. Peluzo, négociant et consul de Sardaigne en ce pays. L'indigène qui les lui a donnés lui demanda quel prix on attacherait à ces diamants dont on pourrait créer une exploitation « puisque, dit-il, le Goumel, rivière de leur pays, les dépose dans les sables avec des paillettes d'or. »

Dufrénoy terminait sa présentation en ajoutant : « Ce fait est d'autant plus intéressant que jusqu'ici on avait douté que l'Afrique eût jamais fourni de diamants. » La découverte des gisements de l'Afrique australe devait être faite 32 ans plus tard ! L'échantillon du Muséum est un octaèdre verdâtre, à faces courbes, pesant 91 milligrammes.

Depuis 1833, on n'a plus entendu parler des diamants d'Algérie et il est probable que ce gisement n'est pas authentique.

GRAPHITE

C

Rhomboédrique : $pp = 85°29'$

$[a : c = 1 : 1{,}3859$ (Kenngott)$]$

$a^1 p = 122°$

Faciès. Le graphite cristallisé se rencontre généralement sous forme de lamelles hexagonales à bords souvent arrondis, elles portent parfois des stries parallèles aux arêtes a^1 (0001) p ($10\bar{1}1$).

Le plus souvent, ce minéral constitue des masses foliacées convergeant parfois d'un centre, des masses fibreuses, compactes ou terreuses qui ne sont que cryptocristallines (*graphitite*).

Clivages. Clivage parfait suivant a^1(0001), traces suivant p ($10\bar{1}1$). Les lames de clivage sont flexibles, mais non élastiques.

Dureté. 1 à 2. Toucher gras.

Densité. 2.09 à 2.23.

Coloration et éclat. Noir de fer à gris d'acier noir. Éclat métallique. Opaque.

Propriétés électriques. Bon conducteur de l'électricité.

Composition chimique. Carbone comme le diamant ; il contient généralement des impuretés (sesquioxyde de fer, argile, etc.).

Essais pyrognostiques. Le graphite possède de très curieuses propriétés pyrognostiques. En effet, si l'on projette du graphite dans le liquide rouge orangé, produit par la dissolution de chlorate de potasse absolument sec dans l'acide azotique fumant, le minéral au bout d'un temps plus ou moins long se transforme en oxyde graphitique[1]. Celui-ci, suivant les gisements, est vert ou jaune et peut même être décoloré par plusieurs traitements au mélange oxydant. L'oxyde graphitique détonne par la chaleur en augmentant beaucoup de volume et en laissant un résidu noir d'oxyde pyrographitique, mélangé aux impuretés insolubles que renferme souvent le graphite.

Le graphite possède une autre propriété curieuse sur laquelle ont insisté M. Luzi et plus récemment M. Moissan (*C. R.* CXIX. 976. 1894 et CXXI. 531. 1895), elle permet d'établir deux catégories dans les graphites naturels et artificiels. Quelques-uns d'entre eux, en effet, imbibés d'acide azotique fumant, séchés, puis chauffés, foisonnent d'une façon plus ou moins considérable à partir de 175°. D'autres graphites, traités de la même façon, ne foisonnent pas. M. Moissan a fait voir que tous les graphites artificiels produits par cristallisation dans un bain métallique en fusion (fer, chrome, platine, etc.), foisonnent, alors que ceux obtenus par volatilisation du carbone, par l'arc électrique ou par simple transformation calorifique d'autres formes de carbone ne foisonnent pas. Les relations pouvant exister entre le gisement des graphites naturels foisonnants et celui des graphites qui ne foisonnent pas mériteraient d'être étudiées ; dans les gisements français, le graphite nettement cristallisé des cipolins, seul foisonne, et d'une façon remarquablement intense.

Le graphite est infusible au chalumeau. Fondu avec du nitre dans un creuset de platine, il déflagre ; le produit de la fusion est constitué par du carbonate de potassium, faisant effervescence avec les acides. Inattaquable par les acides.

Le graphite est la forme de carbone la plus stable à haute température et à la pression ordinaire. Le diamant et le carbone amorphe se transforment, en effet, en graphite par chauffage à haute température. Le graphite résiste d'autant mieux au mélange oxydant indiqué plus haut qu'il a été produit ou porté postérieurement à une température plus élevée.

1. Cette propriété est assez caractéristique du graphite pour que M. Berthelot ait pu le définir « toute variété de carbone susceptible de produire par oxydation un oxyde graphitique ».

Si au lieu de chauffer le graphite à l'air libre, on le chauffe dans un courant d'oxygène, il brûle comme le diamant à une température variant de 600° à 690° (Moissan).

Diagnostic. Voir à molybdénite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le graphite se rencontre en France dans un assez grand nombre de gisements, mais aucun d'entre eux n'est très considérable, ni susceptible d'exploitation fructueuse. On peut citer particulièrement les gisements suivants qui se trouvent dans les diverses conditions qui vont être énumérées :

1° Dans les roches éruptives et les schistes cristallins ;
2° Dans les roches sédimentaires modifiées au contact de roches éruptives ;
3° Dans les roches sédimentaires;
4° Dans les houillères embrasées;
5° Dans les météorites.

1° *Dans les roches éruptives et les schistes cristallins.*

a) *Dans les granites, les granulites, les gneiss et les micaschistes.*

Bretagne. — *Morbihan.* Le graphite s'est trouvé avec quelque abondance dans le quartz des filons stannifères de la Villeder. On l'a rencontré aussi dans les micaschistes des environs de Pontivy et de beaucoup d'autres points de cette région. Plus au sud, depuis la vallée de l'Étel jusqu'au golfe du Morbihan, les micaschistes renferment des intercalations de schistes à graphite indiqués par M. Barrois sur la feuille de Vannes de la carte géologique. Les principaux gisements se trouvent de Landevant à Pluneret, de Locoal-Mendon au sud d'Arradon et enfin de Ploémel au château de Kergonano en Baden et à l'île d'Arz. Le gisement de Kergonano a fait l'objet d'une tentative d'exploitation. Les échantillons que je dois à M. de Limur sont constitués par un graphite assez impur mélangé à du feldspath altéré.

Loire-Inférieure. Des lits de graphite ont été observés dans les micachistes entre Mauves et Thouaré, au Portillon près Vertou, près Pornic sur la côte de Sainte-Marie, etc.

Vendée. — Dans les schistes à séricite situés à 300 mètres au sud-ouest de Saint-Maurice le Girard (sur la route de la Caillère) se trouvent des lits riches en graphite.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. De Charpentier cite dans le Labourd toute une série de gisements, que je n'ai pas observés moi-même aux environs de Mendionde (au nord-ouest de Lekhurrun et au Sud de Macaye) sur la montagne d'Ursovia ; le graphite s'y trouve dans les micaschistes granulitisés en lamelles ou en masses.

[*Aragon*]. De Charpentier signale à la montagne de Barbarisia, au nord du port de Sahun, du graphite en gros rognons assez purs pour que les charpentiers puissent l'utiliser comme crayon (*op. cit.* 138).

Ariège. Le même auteur indique le graphite dans le granite du port de la Quorre (vallée de Bethmale) au Tal d'Alos ; il l'a trouvé en nids ou en rognons dans la vallée de Suc et notamment au Tauzal d'Escourgeat, au lac d'Arbu avec tourmaline, etc. : ces graphites compacts ne foisonnent pas.

Plateau central. — *Aveyron*. Le graphite a été autrefois exploité près de Trémouille : il existe aussi à Sagnes près Saint-Cyprien, Artigues, Monpestels, Saint-Parthem, le Cayla, le Clot, etc.

Ardèche. Le graphite a été trouvé en petits lits dans les micaschistes de Saint-Félicien.

Haute-Loire. Des lames de graphite se rencontrent dans les blocs de gneiss granulitique à cordiérite, enclavés dans la brèche basaltique des environs du Puy et dans quelques roches similaires en place dans la région.

Cantal. M. Fouqué m'a signalé le graphite à Ronesque près de Mur de Barès au milieu des micaschistes ; il forme dans ceux-ci de petits amas disposés en chapelet et devient surtout très apparent là où la roche est altérée.

Des masses compactes ou schisteuses de graphite m'ont été données par M. Bouhard qui les a recueillies dans les micaschistes de la Valette, au sud de Massiac.

Deux-Sèvres. Des schistes à graphite, semblables à ceux de Saint-Maurice, existent au Bousseau ; comme dans ce dernier gisement, ils ont été pris pour de la houille.

Charente. Les micaschistes de la bordure occidentale du plateau cen-

tral renferment localement du graphite. (La couleur noire que ce minéral donne à la roche a même conduit quelques personnes à y faire des recherches pour y trouver de la houille!) On peut citer les environs de l'Age près Montembœuf, Lesterps et Brigneuil, etc.

Haute-Vienne. Le graphite n'est pas rare dans le Limousin, soit dans les gneiss ou les micaschistes, où il accompagne les micas, soit dans les filons quartzeux qui les coupent (Saint-Laurent-les-Églises, Chatenet, etc.)

Vosges. — [*Alsace*]. Des lits de graphite se rencontrent dans les gneiss d'Urbeis et surtout de Sainte-Marie-aux-Mines; ce minéral a été plusieurs fois rencontré en grande abondance dans les exploitations de ce gisement célèbre.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie*. Le graphite a été indiqué dans les schistes cristallins grenatifères des environs de Sainte-Marie de Fouilly, dans la vallée de Chamonix et en divers autres points du massif du Mont Blanc, au Mont du Greppon, aux Aiguilles rouges, à la Fontaine de Caillet.

Hautes-Alpes. Les gneiss des environs de la Grave renferment du graphite entre le petit tunnel et le Grand-Clos.

Maures. — *Var*. Le graphite se trouve dans les micaschistes du massif des Maures et notamment aux Chauvins en Gassin, entre La Molle et Cavalaire.

b) *Dans les cipolins*.

Les calcaires (cipolins) intercalés dans les schistes cristallins renferment assez souvent des paillettes hexagonales de graphite y jouant le même rôle que le mica. Elles atteignent parfois jusqu'à 5 millimètres de diamètre; leurs contours sont souvent arrondis.

Le graphite des cipolins est foisonnant. Les lames d'Itsatsou et de Ville-ès-Martin sont surtout remarquables à ce point de vue : quand on les chauffe, après les avoir humectées d'acide azotique fumant, elles se transforment en petits boudins vermiculés atteignant souvent plusieurs millimètres de longueur : ce foisonnement est bien supérieur à celui que l'on obtient en chauffant la vermiculite.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Le graphite en lames nettes se rencontre dans les lits de cipolins de Ville-ès-Martin, près Saint-Nazaire, il y est associé à de la phlogopite, etc.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. La bande de cipolins qui se trouve à la lisière sud du massif ancien du Labourd entre Itsatsou et Hélette est riche en lamelles de graphite ; les meilleurs échantillons se trouvent dans la petite carrière ouverte sur la route de Cambo à Louhossoa près du village d'Itsatsou, non loin du pont jeté sur la Nive. Ces lamelles hexagonales sont généralement très gondolées.

Ariège. Le graphite n'est pas rare sous la même forme dans les cipolins de Mercus et d'Arignac.

Plateau central. — *Puy-de-Dôme*. De petites lamelles hexagonales de graphite se rencontrent dans les cipolins de Savennes.

Vosges. — Des lames hexagonales de graphite abondent dans les cipolins de Laveline (*Vosges*) et de Sainte-Marie-aux-Mines [*Alsace*].

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie*. Le graphite a été signalé dans les calcaires saccharoïdes de l'Arpille (entre le Triant et le château de Bathie, à la Tête-Noire, etc.).

Algérie. — *Alger*. Les cipolins du Bouzaréah, près d'Alger, renferment des paillettes de graphite.

2° *Dans les roches métamorphisées par les roches éruptives.*

La matière charbonneuse des schistes et calcaires sédimentaires est fréquemment transformée en graphite quand ceux-ci sont métamorphisés au contact des roches éruptives. Les gisements français de ce genre ne présentent rien de bien particulièrement intéressant.

a) *Contact du granite, de la granulite et des roches porphyriques.*

Bretagne. — *Finistère*. Le graphite existe dans de nombreux schistes métamorphiques des environs de Morlaix et notamment à Plussier, dont le minéral a été autrefois analysé par Vauquelin.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Les schistes micacés de la vallée de Barèges renferment des lames de graphite ; il en est de même pour les calcaires qui leur sont associés (Pic d'Espade, Piquette déras Lids, etc.), De Charpentier signale ce minéral dans les joints des calcaires de Rioumaou près Saint-Sauveur, dans le massif du pic du midi de Bigorre (partie sud du bassin renfermant le lac d'Oncet au-dessous de l'hôtellerie du pic). Il indique en outre (*op. cit.* 198) dans la vallée de Gistain [*Aragon*] près du port de Lapez un schiste micacé aussi riche en graphite qu'en mica.

Haute-Garonne. Les schistes métamorphiques de la vallée de Louron renferment par places du graphite.

Ariège. Le graphite existe aussi occasionnellement dans les calcaires paléozoïques métamorphisés par le granite de ce département.

Rhône. Des lames de graphite se trouvent dans les schistes de Sain-Bel (Drian, *op. cit.* 193), métamorphisés par le granite.

Alpes. — *Hautes-Alpes*. Un gisement intéressant de graphite, autrefois exploité, se trouve dans la montagne du Chardonnet au nord-ouest de Briançon. Depuis le col du Chardonnet jusqu'au milieu de la pente qui descend dans le vallon de la Ponsonnière, se trouve une alternance de grès anthracifères et de couches charbonneuses, entremêlées de filons couches intrusifs d'une roche éruptive (porphyrite).

D'après les descriptions d'Élie de Beaumont qui a décrit ce gisement (*Ann. Sc. nat.* XV. 1828) et Lory qui l'a étudié plus tard (*Descr. géol. du Dauphiné* III. 531. 1864), le graphite est le résultat de la transformation de l'anthracite par la roche éruptive. La couche la plus importante est irrégulière, elle a environ 2 mètres d'épaisseur ; c'est une sorte d'argile noire schisteuse, contenant des rognons et de petits lits de graphite. Celui-ci, souvent taché de rouille, ne pourrait guère servir que pour adoucir les frottements des machines ou pour la fabrication des creusets. Élie de Beaumont a vu la roche éruptive se ramifier dans les argiles graphiteuses qui passent insensiblement à de l'anthracite renfermant des empreintes végétales. Le graphite le plus pur se trouve au contact même de la roche éruptive.

Je n'ai pu visiter ce gisement, mais j'ai examiné des échantillons en provenant (coll. du Muséum) ; ils sont constitués par la belle qualité du minéral qui est un peu lamelleux et appartient au type non foisonnant.

Isère. Lory a signalé comme peut-être identique au précédent, au point de vue du gisement, un graphite se trouvant au nord de Saint-Christophe en Oisans dans les hauteurs d'où descend le torrent du Diable (*Descrip. géol. du Dauphiné*. 215).

b) *Contact de la lherzolite et des ophites.*

Le graphite n'est pas très fréquent dans les roches métamorphisées par la lherzolite ; il ne s'y présente jamais en beaux échantillons, sauf cependant dans les schistes liasiques du port de Saleix (*Ariège*) au contact de petits filonnets de quartz à dipyre, zoïsite, etc., ainsi qu'à la

Coume de Bareille près de la lherzolite du Tuc d'Ess en Coulédoux (*Haute-Garonne*).

Dufrénoy le cite (*Minéral.* II. 88. 1856) dans le gypse d'Arignac (*Ariège*).

3° *Dans les roches sédimentaires.*

Le graphite se rencontre comme pigment dans un certain nombre de roches sédimentaires et notamment dans les schistes carburés paléozoïques (siluriens, dévoniens et carbonifères). Il n'a pas fait l'objet d'études spéciales et, dans tous les cas, il ne se présente en masses isolées que dans le gisement suivant :

Alpes. — *Hautes-Alpes*. Des tentatives d'exploitation ont été faites sur des lits d'argile schisteuse graphiteuse, intercalés dans des calcaires secondaires du vallon de Fréjus près du col de l'Échauda, à l'O.-N.-O. de Briançon. Ce gisement fournit des rognons de graphite très pur et c'est peut-être de là plutôt que du col du Chardonnet que viennent les échantillons étiquetés dans les collections « *graphite de Briançon* ».

Une exploitation a été tentée infructueusement dans des lambeaux de schistes noirs (éocènes), intercalés avec grès, dans le massif cristallin du flanc occidental du Pelvoux à l'Alefroide, dans la vallée de Vallouise.

4° *Dans les houillères embrasées.*

Le graphite a été cité dans les houillères embrasées à Commentry (*Allier*), Cransac (*Aveyron*), comme produit de la transformation de la houille par la chaleur.

5° *Dans les holosidères.*

Le graphite se trouve dans un grand nombre de fers nickelés (holosidères). Il y entoure souvent les nodules de troilite. Le fer de Caille (*Var*) peut être cité comme exemple; le graphite y existe en petites lamelles. M. Stanislas Meunier qui en a fait l'analyse a trouvé que ce graphite renfermait 2.4 % de fer (Météorites. *Encyclop. chim.* 1884. 21).

6° *Dans les produits de l'industrie.*

On sait que le graphite s'isole aisément sous forme de lames hexagonales dans la fabrication de la fonte : les usines métallurgiques produisent parfois de beaux échantillons de ce genre.

Les objets de fonte grise et notamment les boulets, ayant séjourné pendant de longues années dans la mer sont souvent encroûtés de sable que cimente de la limonite. Sans perdre de volume, ils sont devenus légers, transformés en limonite et surtout en chlorure basique de fer, très oxydable à l'air et riches en lames de graphite. Cet élément de la fonte s'est concentré dans le produit d'altération de celle-ci par suite de la disparition d'une partie du fer.

Des boulets offrant ce genre d'altération ont été étudiés, notamment par Vauquelin (*A. M.* IX. 508 1836) ; ils avaient été recueillis à Saint-Waast-la-Hougue (*Manche*) et provenaient de l'escadre de Tourville, détruite en 1692. Des échantillons analogues ont été rencontrés dans la rade de Brest (*Finistère*), etc.

SOUFRE

Le soufre est connu dans les laboratoires sous de nombreuses formes allotropiques. La forme orthorhombique (soufre octaédrique) est obtenue par cristallisation dans divers dissolvants (sulfure de carbone, etc.). On connaît trois formes monocliniques obtenues par cristallisation par fusion (voir Muthmann. *Z. K.* XVII. 336. 1890), et une forme rhomboédrique, sans parler du *soufre mou*, du *soufre insoluble*, du *soufre noir* pour lesquels je renvoie aux traités de chimie.

La forme orthorhombique paraît être la seule existant dans la nature. Cependant par analogie avec ce qui se passe dans les expériences de laboratoire, il est certain que le soufre recueilli en masses fondues dans les solfatares à haute température et dans les houillères embrasées a dû originellement être constitué par du soufre monoclinique, mais cette forme instable a été transformée postérieurement en soufre orthorhombique.

Orthorhombique. $mm = 101° 46'$

$b : h = 1000 : 1476{,}82$. $D = 775{,}889$ $d = 630{,}867$

$[a : b : c = 0{,}81309 : 1 : 1{,}90339$, (Kokscharoff)]

Macles. 1° Macles suivant a^1 (101) offrant parfois un aspect symétrique et une apparence prismatique ;

2° Macles suivant m (110) peu communes ;

3° Macles suivant e^1 (011).

Formes observées. p (001) ; m (110), g^1 (010) ; a^1 (101) ; e^3 (013), e^1 (011) ; $b^{5/2}$ (115), $b^{3/2}$ (113), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111), $x = (b^{1/2}\ b^{1/4}\ g^{1/3})$ (133).

Les angles suivants ont été mesurés sur les petits cristaux de la cendrière de Trépail et sur ceux des Malines.

	Angles calculés	Angles mesurés
$m\ m$	101°46′	101°43′
$m\ g^1$	129° 7′	129° 5′
$p\ a^1$	113° 8′	113° 7′
$a^1\ a^1$ sur p	46°16′	46°16′
$p e^3$	147°36′30″	147°34′
$e\ \ e^3$ sur p	115°13′	115°10′
$p\ e^1$	117°43′	117°45′
$e^1\ e^1$ sur p	55°26′	55°27′
$e^1\ e^3$	150° 6′30″	150° 5′
$p\ b^{5/2}$	148°53′30″	148°50′
$b^{5/2}\ b^{5/2}$	117°47′	
$p\ b^{3/2}$	134°50′	134°46′
$b^{3/2}\ b^{3/2}$	89°40′	
$p\ b^1$	123°32′	123°28′
$b^1\ b^1$	68°4′	
$p\ b^{1/2}$	108°20′	108°21′
$^*b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur p	36°40′30″	
$b^{1/2}\ b^1$	164°48′	
$b^{1/2} b^{3/2}$	145°22′	
$b^{1/2} b^{5/2}$	139°26′30″	
$p\ x$	115°55′30″	115°60′

	Angles calculés	Angles mesurés
$b^{5/2}\ b^{5/2}$ avant	141°57′	142°
$b^{3/2}\ b^{3/2}$ avant	126°51′	126°54′
$b\ \ b^1$ avant	116°33′	116°35′
$g^1\ b^{1/2}$	126°47′	
$b^{1/2}\ a^1$	143°13′	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ avant	106°26′	106°20′
$g^1\ a^1$	90°	
$b^{5/2}\ b^{5/2}$ côté	132°44′	132°47′
$b^{3/2}\ b^{3/2}$ côté	113°14′	113°17
$b^1\ b^1$ côté	99°25′	99°25′
$h^1\ b^{1/2}$	137°26′	
$b^{1/2}\ x$	160°17′	160°14′
$x\ e^1$	152°17′	152°10′
$b^{1/2} e^1$	132°34′	132°31′
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ côté	85° 8′	85°12′
$m\ a^1$	135°31′	135°18′
$a^1\ e^1$	79°28′	
$e^1\ m$	123°57′	123°51′

Faciès des cristaux. Les cristaux de soufre présentent généralement la pyramide $b^{1/2}$ (111), seule ou associée à un certain nombre d'autres formes. Les différences d'aspect sont dues principalement à la présence ou à l'absence de la base qui, dans le premier cas, est plus ou moins développée. Certains cristaux riches en faces ont un aspect globuleux. Dans quelques localités (non françaises), les cristaux de soufre prennent un développement sphénoédrique très remarquable.

Dans les solfatares, les cristaux de soufre formés par $b^{1/2}$ (111) ont une structure polysynthétique remarquable (fig. 2); leurs formes squelettiformes et cristallitiques seront étudiées plus loin.

Le soufre se présente aussi en masses compactes ou terreuses.

Clivages. Clivages imparfaits suivant p (001), m (110), $b^{1/2}$ (111). Cassure conchoïdale à inégale.

Dureté. 1,5 à 2,5. Fragile et peu sectile.

Densité. 2,05 à 2,09.

Coloration et éclat. Jaune de soufre, jaune paille, jaune brun, verdâtre, rougeâtre, gris rougeâtre, blanc jaunâtre. Poussière blanche.

Éclat résineux. Transparent à translucide ou opaque.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* perpendiculaire à p. $\rho < \nu$.

$2\,\mathbf{V} = 69^\circ\ 5'$ (Na) (Dx.)
$\mathbf{n}_g = 2{,}24052$ (raie D, Schrauf)
$\mathbf{n}_m = 2{,}03832$
$\mathbf{n}_p = 1{,}95047$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}29005$

Propriétés électriques. Très mauvais conducteur de l'électricité. Se charge d'électricité négative par friction.

Propriétés calorifiques. La conductibilité calorifique du soufre est très faible, ce qui explique la facilité avec laquelle les échantillons, cristallisés ou non, se fendillent en produisant des craquements caractéristiques, quand on les prend dans la main. Ce fendillement est dû aux inégales dilatations qui se produisent à l'intérieur de l'échantillon et à sa périphérie échauffée au contact de la main.

Composition chimique. Soufre pur, contenant parfois des traces de sélénium (variété rouge orange) et fréquemment mélangé avec du bitume, de l'argile, du calcaire, etc.

Propriétés pyrognostiques. Fusible à 113° C. Brûle à 270° avec une flamme bleue en dégageant de l'acide sulfureux; bout à 448°. Insoluble dans l'eau et dans les acides. Très soluble dans le sulfure de carbone, le pétrole, etc.

Altérations. Le soufre s'oxyde sous l'action de l'air humide et de l'eau riche en oxygène; il se transforme en acide sulfureux, puis en acide sulfurique produisant à son contact des sulfates, et c'est ainsi que dans les gisements sulfurifères, il disparaît fréquemment aux affleurements.

Diagnostic. Les propriétés physiques et chimiques énumérées plus haut et notamment la propriété de brûler en dégageant de l'acide sulfureux, sont tout à fait caractéristiques de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le soufre se rencontre dans des conditions très variées. Dans les gisements français qui vont être passés en revue, on le trouve :

1° Dans les solfatares ;

2° Dans les produits de l'inflammation des houillères ;

3° Dans les sources thermales ;

4° Dans les gisements sédimentaires par réduction de sulfates (*solfares*) ;

5° Dans des gisements divers où il résulte de la décomposition de sulfures métalliques.

1° *Dans les solfatares.*

Les fumerolles qui apparaissent dans les régions volcaniques à la fin des éruptions et qui se prolongent souvent pendant des siècles après l'extinction du volcan, sont à une température voisine de 100° ou inférieure et sont essentiellement caractérisées par l'abondance de l'acide carbonique, de l'hydrogène sulfuré et de la vapeur d'eau. Sous l'influence de l'air, il se produit des réactions variées, donnant naissance, suivant les cas et parfois même simultanément, à des dépôts de soufre et à la formation d'acide sulfureux qui s'oxyde à son tour pour donner de l'acide sulfurique. Celui-ci attaque violemment les roches au milieu desquelles se trouve la bouche de sortie des émanations volcaniques et produit à leurs dépens de nombreux sulfates solubles (gypse, aluns, etc).

Les gisements de soufre produits dans ces conditions sont les *solfatares*. Le soufre des solfatares est généralement bien cristallisé, le plus souvent constitué par de petits cristaux simples de forme (fig. 1) et n'ayant alors que les faces $b^{1/2}$ (111) ; ils se groupent pour former des associations cristallitiques à faces creuses (fig. 2).

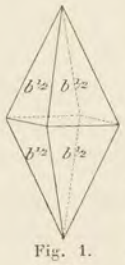


Fig. 1. Soufre de solfatares.

Parfois le soufre ne tapisse pas de géodes, mais remplit complètement toutes les cavités de la roche volcanique altérée.

A la bouche des solfatares des volcans en activité, observés pendant des périodes de repos, la température est parfois assez élevée pour que le soufre puisse fondre, formant alors des masses d'un jaune orange sur lesquelles viennent se former des

cristaux plus récents. Il est probable qu'au moment de sa formation, ce soufre était monoclinique et qu'il s'est transformé ensuite en soufre orthorhombique comme cela a lieu dans les expériences de laboratoire.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* — Les tufs andésitiques et trachytiques (cinérites) du Mont Dore ont été dans le ravin de la Craie (au pied du Sancy) traversés par des fumerolles sulfurées qui les ont profondément altérés et en partie transformés en alunite (voir à *alunite*). Il s'est en outre déposé du soufre qui remplit les cavités de la roche. Les cristaux de feldspath sont parfois remplacés par ce minéral qui se présente en petites masses translucides d'un beau jaune très rarement pourvues de formes cristallines déterminables. La seule forme que j'ai observée est la pyramide $b^{1/2}$ (111).

Antilles. — *Guadeloupe.* La soufrière de la Guadeloupe a été décrite par Ch. Sainte-Claire-Deville (*B. S. G.* IV. 428. 1846); elle s'observe sur un cône volcanique situé à 9 kilomètres de la ville de Basse-Terre. Les fumerolles donnant de la vapeur d'eau, de l'hydrogène sulfuré et de l'acide sulfureux, se trouvent le long de la grande fente qui traverse la montagne du nord au sud. Au nord de la grande fente, se trouvait en 1846 une caverne en partie éboulée, tapissée d'alun, de gypse, etc. Le soufre n'existe en abondance qu'autour de l'orifice des fumerolles. Sur les flancs de la montagne, on rencontre parfois des végétaux en partie transformés en soufre.



Fig. 2.

Cristaux [$b^{1/2}$ (111)] de soufre, enfilés suivant l'axe vertical. Solfatare de la Guadeloupe. (*Photographie grandeur naturelle.*)

La collection du Muséum renferme de beaux échantillons de ce gisement, ainsi que des cristaux distincts isolés; ce sont des pyramides $b^{1/2}$ (111), atteignant parfois 1^{cm} suivant l'axe vertical. Elles sont elles-mêmes constituées par un grand nombre de cristaux plus petits, groupés à axes parallèles (fig. 2) et dont il est facile de déceler la structure en les faisant miroiter au soleil. Ces cristaux polysynthétiques sont généralement caverneux. Quand ils s'enfilent en grand nombre à la suite les uns des autres, ils forment de

longues aiguilles ; celles-ci s'accolent elles-mêmes parfois à axes parallèles pour former des croûtes cristallines poreuses, beaux échantillons de collection.

Réunion. — Le soufre abonde dans les volcans de la Réunion sous les mêmes formes qu'à la Guadeloupe; on y voit aussi des échantillons de basalte celluleux dont les cavités sont remplies de soufre qui paraît avoir été fondu.

Madagascar. — Le soufre est exploité à Madagascar près d'Antsirabe et dans le nord-est d'Ankaratra au milieu de régions volcaniques. C'est certainement un gisement de solfatare, sur lequel je n'ai pu recueillir aucun renseignement précis.

2° *Dans les produits de sublimation des houillères embrasées.*

Des enduits jaunes de soufre généralement fondu et associés à de l'orpiment, à du réalgar et à de nombreux autres minéraux (voir à *réalgar*) se trouvent à la surface des roches houillères calcinées par les incendies spontanés. Le soufre de ce genre de gisement ainsi que les minéraux qui l'accompagnent sont le résultat du grillage des sulfures[1] métalliques qui se trouvent dans la houille. Il se forme aussi de l'acide sulfureux dont l'oxydation donne naissance à de l'acide sulfurique qui à son tour attaque les roches grillées et forme à leurs dépens les nombreux sulfates qui seront étudiés dans le tome III ; eux aussi offrent une grande analogie avec les sulfates des solfatares.

Plateau central. — La Ricamarie près Saint-Étienne (*Loire*) est le gisement le plus remarquable à citer à cet égard : on peut indiquer, en outre, Cransac (*Aveyron*) et Commentry (*Allier*).

3° *Dans les sources thermales.*

Les sources thermales sulfurées ou sulfatées produisent à leurs points d'émergence du soufre pulvérulent ou concrétionné, blanc ou

1. C'est par un mécanisme analogue qu'en 1811, s'est produite une certaine quantité de soufre à Chessy. Les exploitants de la mine eurent alors l'idée malheureuse de griller des pyrites sur des haldes pyriteuses dans lesquelles se propagea le feu qui dura pendant plusieurs mois et ne fut éteint que difficilement. Des caisses en bois furent installées au-dessus des tas en combustion et servirent à recueillir du soufre sublimé (*J. M.* XXX. 379. 1811).

jaune pâle; quelques-unes d'entre elles fournissent ainsi de beaux échantillons de collection (Bagnères-de-Luchon).

Les sources thermales françaises offrant ces particularités peuvent se grouper de la façon suivante (voir pour la composition de ces eaux : Jacquot et Wilm. *Les eaux minérales de la France*. 1894) :

1° *Les eaux sulfurées sodiques* sont remarquables par la constance de leurs caractères (température élevée atteignant 78° à Olette), minéralisation faible 0 gr. 25 à 0 gr. 6 par litre (constituée par du sulfure, de l'hyposulfite, du sulfate, du carbonate et du chlorure de sodium avec faible proportion de silice et présence de matières organiques (*barégine glairine*) à leur point d'émergence.

En France, ces sources sont concentrées dans la chaîne pyrénéenne. [Cauterets (*Hautes-Pyrénées*) ; Saint-Sauveur, Barèges (*Basses-Pyrénées*) ; Bagnères de Luchon (*Haute-Garonne*) ; Ax, Carcanières (*Ariège*) ; Escouloubre (*Aude*) ; Olette, Canaveilles, le Vernet, Molity, Nossa, Amélie-les-Bains, la Preste (*Pyrénées-Orientales*) ; on en trouve aussi en *Corse* (Guegno, Guitera, Pietropola)].

Ces eaux renferment parfois une quantité de chlorure de sodium supérieure à celle du sulfure. [Eaux-Bonnes (*Basses-Pyrénées*) ; Gazost, Labassère (*Hautes-Pyrénées*)].

Sous le nom d'*eaux sulfureuses dégénérées*, on désigne des sources dont les sulfures sont, au contact de l'air, transformées en hyposulfites ou en sulfites ; les sources d'Aix-les-Bains (*Savoie*) en sont un exemple caractéristique.

2° Il existe une dernière catégorie d'eaux sulfureuses, ce sont les *eaux sulfureuses calciques*, minéralisées par du sulfure de calcium associé parfois à des sels de magnésium, du chlorure de sodium, etc. Elles sont froides et se trouvent généralement dans les plaines. Elles paraissent résulter du lavage d'assises triasiques ou tertiaires riches en gypse. Ces eaux chargées de sulfate de chaux passent ensuite à travers des couches bitumineuses [Allevard (*Isère*) ; Digne, Gréoux (*Basses-Alpes*)] ; ou même simplement des couches tourbeuses ou riches en matière organique [Enghien (*Seine-et-Oise*), Pierrefonds (*Oise*)] qui réduisent le sulfate en sulfure. Souvent, dans ce genre de source, quelques-uns seulement des griffons sont sulfureux, les autres sulfatés.

Toutes ces eaux sulfureuses s'altèrent à l'air, parfois elles deviennent opalescentes, bleuâtres (*eau bleue d'Ax*) par suite de la présence de soufre très divisé en suspension. D'autres fois, l'eau reste limpide, mais

jaunit et dégage une odeur d'acide sulfhydrique; il se produit un polysulfure (Barèges), des hyposulfites, des sulfites.

L'acide carbonique de l'air joue un rôle important dans l'altération des eaux sulfureuses; il permet la formation de l'hydrogène sulfuré qui se décompose bientôt en donnant de l'eau et le soufre dont il a été question plus haut. Celui-ci s'oxyde en partie et fournit de l'acide sulfurique qui, en attaquant la roche au milieu de laquelle sourd l'eau minérale, donne naissance à de nombreux sulfates (gypse, aluns, etc.) qui seront étudiés tome III.

La précipitation du soufre, au point d'émergence des eaux sulfureuses, est aussi produite par un travail physiologique dû à des algues microscopiques; ce sont elles qui secrètent ces matières glaireuses dont il a été question plus haut et qui ont été désignées sous le nom de *glairine* et de *barégine*. C'est alors, au milieu de ces dernières, que l'examen microscopique permet de distinguer de nombreuses espèces de bactériacées qui ont été particulièrement étudiées par M. Winogradsky au mémoire duquel (*Beitr. Morphol. der Bacterien*. 1888) sont empruntées les figures 3 à 5 (voir aussi : Van Tieghem. *Traité de botanique*. 1195. 1891).

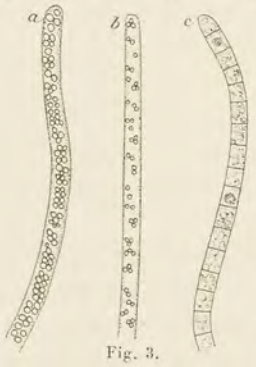


Fig. 3.

Sulfobactériées incolores. Begiate (*Beggiatoa alba*).

a Dans une eau riche en hydrogène sulfuré;

b Après 24 heures de séjour dans une eau privée d'hydrogène sulfuré; les globules de soufre sont plus clairsemés qu'en *a*;

c Après 48 heures de séjour dans cette même eau, le soufre disparaît et les cloisons sont visibles.

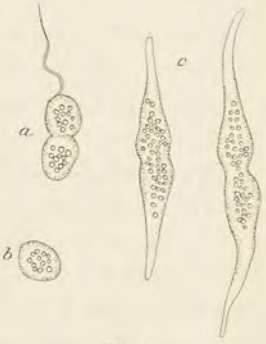


Fig. 4.

Sulfobactériées pourpres.

a et *b* Chromate (*Chromates Okenii*) à deux stades de son développement;

c Rhabdochromate (*Rhabdochromates rosacea*).

Les *bactériacées thiogènes* ou *sulfobactériées* constituent, comme l'a fait remarquer M. Van Tieghem, un groupe purement physiologique, renfermant les formes les plus diverses (bactériacées rouges et bactériacées incolores). Toutes ont besoin pour vivre d'emmagasiner du soufre dans leur protoplasme; pour cela, elles décomposent l'hydrogène sulfuré, mettant en liberté du soufre qu'elles oxydent ensuite pour l'éliminer à l'état de sulfate; sans hydrogène sulfuré, elles meurent. Elles pullulent non seulement au point d'émergence des eaux sulfureuses, mais encore elles peuvent

vivre partout où du sulfate de chaux est réduit par de la matière organique en décomposition (voir p. 375). Ce fait peut être mis expérimentalement en évidence en plaçant des rhizomes de butome, souillés de vase, dans une solution aqueuse de sulfate de chaux ; on voit bientôt les bactériacées thiogènes y prospérer.

Les bactériacées incolores (fig. 3) appartiennent à deux groupes, les *Bégiates* en filaments libres, flexibles et mobiles, sans gaine, et les *Thiothriches* en filaments fixés, rigides et immobiles pourvus d'une gaine. Ces algues ont reçu le nom vulgaire de *sulfuraires*.

Les bactéries rouges sont beaucoup plus nombreuses ; elles ne comprennent pas moins de douze genres (*Chromate*, *Rhabdochromate*, *Amibobacter*, *Thiothèce*, *Thiodycte*, *etc.*), dont quelques formes sont représentées ci-contre (fig. 4 et 5) : ce sont elles qui secrètent la *glairine*.

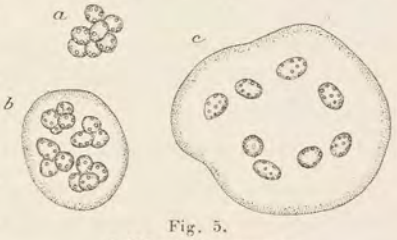


Fig. 5.
Sulfobactéricées pourpres
Thiocyste (*Thiocystes violacea*) ;
a Cellules en repos ;
b et *c* Cellules secrétant de la gelée (*glairine*).

Puy-de-Dôme. Des dépôts pulvérulents de soufre sont laissés par une petite source située au pied du ravin de la Craie au Mont Dore, au-dessous du gisement d'alunite cité page 367.

La source du mont Cornadore à Saint-Nectaire dépose aussi du soufre dont une géode de beaux cristaux a été jadis trouvée dans un trou de maçonnerie (Lecoq. *Eaux Minérales*. 53).

De petits octaèdres de soufre sont déposés par la source du puy de la Poix. Enfin c'est au même mode de formation qu'il y a lieu de rapporter les enduits pulvérulents ou cristallitiques du même minéral qui tapissent les fentes du gneiss altéré de Loubarlac près de Dore l'Église (à 1 km. sur la droite de la route de Craponne) et de diverses sources du Mont-Dore, de la Bourboule, etc., renfermant de petites quantités de sulfates.

4° *Dans les roches sédimentaires par réduction de sulfates.*

a) *Dans les formations gypseuses.*

Le soufre se rencontre assez fréquemment dans les assises gypseuses; il est le résultat de la réduction du gypse sous l'influence de matières organiques ou de gaz ayant traversé la roche. Ce minéral se

rencontre par suite dans ces conditions aux deux grandes époques de dépôts gypseux, dans le trias et dans le tertiaire. Enfin, je rattache à ce groupe de gisements la formation actuelle du soufre par réduction de plâtras.

α) Dans les gypses d'âge secondaire

Dans les gypses triasiques français, le soufre ne constitue qu'un accident, sans importance industrielle. Il y forme des masses cristallines, des cristaux transparents ou translucides dont l'aspect est généralement différent de celui des gypses tertiaires décrits plus loin.

Je rapporte à cette même série les gypses pyrénéens et algériens, associés aux ophites ; l'âge triasique de quelques-uns d'entre eux n'est pas douteux, la question est discutée pour d'autres (voir à *gypse*).

Basses-Pyrénées. Le gisement de Saint-Boès (*Basses-Pyrénées*) près Dax (*Landes*) est bien connu pour les beaux cristaux de soufre qu'il a fournis autrefois. D'après les recherches de Palassou et de Thore, on sait que des sondages ont fait découvrir, au-dessous de la terre végétale, une couche d'argile ocreuse renfermant des fragments de lignite, puis des graviers imprégnés de pétrole, et enfin un banc calcaire noirâtre avec argile gypseuse bleue ou blanche et dépôt de soufre, en amas atteignant parfois 100 kg., ainsi qu'en cristaux. Dans toute cette formation, le pétrole suinte de tous côtés au voisinage d'une source sulfobitumineuse froide. Des géodes sont tapissés de très beaux cristaux de soufre natif, associés à de la calcite et plus rarement à de la célestine. M. Seunes attribue cette formation au trias ; on peut certainement affirmer qu'elle est antérieure au cénomanien.

Les cristaux de soufre sont souvent imprégnés par du bitume qui leur donne l'apparence des cristaux de Cesena (Romagne) ; ils sont parfois recouverts d'un enduit de cristaux de calcite. Ils atteignent 2 centimètres de longueur, sont parfois parfaitement limpides et peuvent rivaliser alors avec les cristaux de Sicile. Les combinaisons de formes que j'ai observées sont assez variées $b^{1/2}$ (111) (fig. 1) ; $b^{1/2}$ (111) $b^{3/2}$ (113) ; $b^{1/2}$ $b^{3/2}$ a^1 (101) ; $pb^{1/2}$; $pb^{1/2}$ $b^{1/3}$; $pb^{1/2}$ $b^{1/3}$ e^1 (011) (fig. 6), avec par-

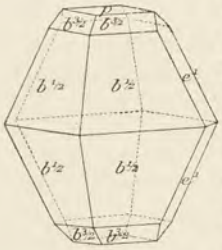


Fig. 6.
Soufre de Saint-Boès.

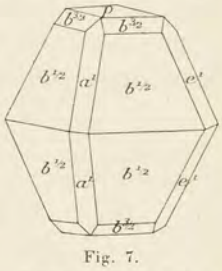


Fig. 7.
Soufre de Saint-Boès.

fois a^1 (fig. 7). Les faces p (001) sont généralement peu développées, ce n'est qu'exceptionnellement que, par suite de leur très grand développement, les cristaux sont aplatis.

La collection du Muséum renferme de beaux cristaux de soufre enduits de bitume, identiques à ceux qui viennent d'être décrits, ils sont indiqués comme provenant de Bastennes (*Landes*). Il est possible qu'ils proviennent de l'une des mines de bitume, jadis exploitées dans cette localité.

Les carrières de Lys près Sainte-Colomme, dont il a été question à l'article tourmaline (t. I, p. 105), ont fourni autrefois de magnifiques lames transparentes de gypse. La collection du Muséum en possède un cristal incolore et transparent renfermant des cristaux de soufre d'un beau jaune qui atteignent 1^{cm} suivant l'axe vertical et offrent les formes $b^{1/2}$ (111), $b^{3/2}$ (113), p (001) avec ou sans a^1 (101) et e^1 (011) (fig. 6 et 7). Ces cristaux se voient par transparence à travers le gypse qui les englobe.

Le soufre natif a été aussi trouvé dans le gypse de Salies de Béarn.

Ariège. De petites masses de soufre ont été recueillies dans les carrières de gypse de Betchat et de Lacourt.

Lorraine et Jura. — La plupart des salines de la Lorraine et du Jura (voir à *sel gemme*) renferment localement des nids ou nodules de soufre cristallin.

Alpes. — *Savoie.* Du soufre en masses transparentes ou translucides se trouve dans la plupart des gisements de gypse de la Maurienne et de la Tarentaise. On peut citer notamment les suivants : Pesey, Laval de Tignes, Modane et enfin le glacier de Gebroulaz près Moutiers, où il est associé à l'anhydrite, l'albite, la sellaïte, etc.

Algérie. — *Constantine.* Les gypses triasiques de la région de Souk-Ahras renferment assez fréquemment du soufre. M. Blayac m'a notamment signalé ceux du flanc nord du Djebel bou Kebch, à environ 20 mètres de la route du Kef. Des tentatives infructueuses d'exploitation ont été faites sur ce gisement qui n'a pas fourni de cristaux distincts.

β) Gisements d'âge tertiaire.

Dans tous les gisements qui vont être énumérés sauf un seul, le soufre ne se trouve pas en cristaux distincts. Dans plusieurs d'entre eux, la formation de ce minéral est peut-être moderne.

Bassin de Paris. — *Seine*. Les marnes du gypse de Montmartre à Paris ont fourni de petites masses terreuses de soufre, résultant de la réduction du gypse ; il est possible que ce soufre, soit de formation actuelle et par suite à rapporter au paragraphe suivant.

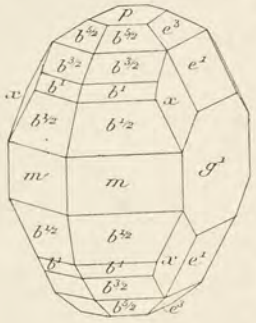


Fig. 8.
Soufre de la Cendrière de Trépail.

Marne. Grâce à l'obligeance de M. Couttolenc, j'ai pu étudier de très jolis cristaux de soufre provenant des fentes du lignite de la Cendrière de Trépail près Reims ; ils sont riches en faces ; la combinaison la plus fréquente est la suivante : p (001), e^3 (013), e^1 (011), $b^{5/2}$ (115), $b^{3/2}$ (112), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111), x (133) (fig. 8). Ces cristaux sont fréquemment cristallitiques, réduits parfois à un enduit appliqué contre le lignite et sur lequel on ne distingue que quelques faces très brillantes.

Bassin du Rhône. — *Vaucluse*. Un gisement de soufre est exploité aux Tapets près Apt. On y observe trois couches de soufre compact, mélangé de calcaire et de gypse et alternant parfois en lits minces avec celui-ci. Cette formation appartient à l'oligocène (tongrien). Elle présente une particularité curieuse (*A. M.* XVII. 289. 1879) ; aux affleurements le soufre n'existe plus, partout où les couches sulfurées ont la forme de fond de bateau, le soufre a également disparu et le calcaire gypseux qui lui sert de gangue est devenu poreux et celluleux comme une cargneule. Il est bien évident que cette disparition du soufre placé dans ces conditions particulières, est due à une dissolution effectuée par les eaux sauvages.

Le soufre des Tapets est jaune clair, compact ; je n'ai observé aucun cristal distinct dans les nombreux échantillons que j'ai examinés.

La production du soufre des Tapets a atteint 6.400 tonnes en 1890 ; le minerai a été utilisé soit pour l'extraction du soufre, soit directement pour le traitement des maladies de la vigne.

Bouches-du-Rhône. Le soufre se trouve dans des conditions analogues à celles du gisement précédent aux Camoins, près Marseille.

Alpes. — *Basses-Alpes*. Des exploitations de soufre ont été tentées dans le tongrien de Manosque. Le soufre y est associé à du gypse et à des lignites. Il forme des masses dans un calcaire et offre la plus

grande analogie avec celui des Tapets; de même que dans ce gisement, il ne se présente pas en cristaux distincts.

Corbières. — *Aude*. Des grains de soufre ont été signalés dans une plâtrière de Vidilharn (Tournal. *Journ. de Pharm*. 500. 1828). Le même auteur a observé du soufre retiré du forage d'un puits à Malvézy près Narbonne; la couche sulfureuse est recouverte par du gypse (miocène) exploité, se couvrant d'efflorescence de sulfate de soude. D'après la description de l'auteur, ce soufre serait jaune pâle, léger, tendre, à cassure esquilleuse, happant à la langue et se polissant par le frottement. Il était englobé dans une argile bleuâtre fissile et bitumineuse.

Algérie. — *Constantine*. M. Blayac m'a signalé de petits nids de soufre natif dans le gypse des marnes oligocènes des berges de la Seybouse, non loin d'Héliopolis (environs de Guelma).

Alger. Le soufre se rencontre dans le gypse d'El-Kébrita (6 km. 5 ouest,5° S. du marabout de Sidi-Bou-Zid et 33 km. Est, 10° S. de Téniet-el-Hâad).

Oran. Des tentatives d'exploitation ont été faites sur deux gisements de ce département : à Kef-el-Djir ou Bou-Hallouſa (50 km. N., 37° Est de Relizane et à 2 km. S. de Mazouna). Le soufre est disséminé dans des marnes tortoniennes (sahélien).

A El-Bordj (20 km. Nord, 38° Est de Mascara) le soufre est mélangé à des cristaux de gypse dans une argile noire micacée (helvétien).

γ) Formation actuelle.

La réduction du sulfate de chaux (plâtras) des produits de démolition sous l'influence de matières organiques est un fait fréquent.

Seine. Le soufre produit dans ces conditions a été souvent observé dans le sol de Paris. Je citerai seulement les deux cas suivants :

Haüy a signalé des enduits et des cristaux de soufre à la surface de plâtras (recouvrant un ancien dépôt de vidange), mis au jour en 1778 lors de la démolition de la Porte-Saint-Antoine, près la Demi-Lune (*Mém. Acad. Sc.* 1780. 105 et *op. cit.* III. 282). La collection du Muséum renferme des échantillons de ce gisement. On y distingue de fort jolis petits cristaux $b^{1/2}$ (111), cristallitiques, souvent empilés suivant leur axe vertical (fig. 2). Ils présentent des formes en trémies comme le soufre des solfatares.

Daubrée a décrit (*C. R.* XCII. 101, et 1440. 1881) une véritable soufrière en voie de formation dans le sous-sol de la place de la République (sud-est de la place). Le soufre s'y est produit dans les plâtras du remblayage de l'ancien fossé d'enceinte commencé en vertu d'un arrêt du 7 juin 1670. Ce fossé fut remplacé par un rempart dont l'emplacement est devenu le Boulevard Saint-Martin. Le soufre a été observé sur 50 mètres $\times$ 20 mètres, à partir de 0^{m} 20 de la surface et jusqu'à une profondeur de 3 m. qui n'a pas été dépassée. Il forme de petits cristaux nets b^{1} (112), $b^{1/2}$ (111), m (110) cimentant de menus fragments de plâtre ou imprégnant des morceaux de bois; il est associé à de la calcite et à du gypse néogène.

b) *Dans les calcaires.*

Pyrénées. — [*Aragon*]. Charpentier signale (*op. cit.* 463) la présence de petites masses de soufre natif dans un calcaire fossilifère de la forge de Bielsa, dans la vallée de la Cinca sur le revers espagnol des montagnes des *Hautes-Pyrénées.*

Haute-Garonne. Le calcaire marmoréen de la carrière de Rie, à Saint-Béat (voir à *tourmaline*), renferme assez fréquemment des masses cristallisées de soufre, translucide ou transparent dont la magnifique couleur jaune tranche sur la blancheur éclatante du marbre blanc. Dans les fentes de la roche, se trouvent parfois des cristaux distincts, difficiles à isoler, car d'ordinaire ils touchent aux deux parois de la géode. M. Gourdon m'a communiqué un bel échantillon présentant les formes p (001), $b^{1/2}$ (111).

5° *Formation par décomposition de sulfures métalliques.*

Le soufre se produit fréquemment par altération de sulfures métalliques. Ce n'est que dans les gisements métallifères qu'il se présente en cristaux distincts, généralement très riches en faces ; dans les gisements sédimentaires, le soufre de réduction des sulfures ne se trouve guère qu'en masses pulvérulentes ou cristallines dont la couleur jaune est très pâle et rappelle celle du soufre des sources thermales.

a) *Formation aux dépens de la pyrite et de la marcasite.*

Par leur décomposition, la pyrite et la marcasite donnent assez fréquemment naissance à du soufre (voir à *pyrite*) ; celui-ci se trouve notam-

ment dans l'intérieur des nodules de marcasite transformés en limonite, il est parfois associé à du gypse. C'est à la même origine qu'il y a lieu de rapporter le soufre pulvérulent trouvé parfois dans les silex. Je me contenterai de citer à cet égard quelques gisements caractéristiques :

Aquitaine. — *Dordogne*. Le soufre pulvérulent a été signalé par Delanoue (*B. S. G.* X. II. 1838) en petites masses dans la craie (tuffeau) des environs de Périgueux. Il est probable qu'il provient de la décomposition directe de la pyrite ; toutefois l'existence de matière bitumineuse associée à ce soufre peut faire penser que celui-ci a pris naissance par une réaction secondaire (réduction par des matières organiques de sulfate de chaux provenant lui-même de la décomposition de la pyrite).

Plateau Central. — *Corrèze*. La pyrite du filon quartzeux de Meymac se transforme en limonite parfois caverneuse et renfermant de petits cristaux de soufre (Friedel. *B. S. M.* XIV 230. 1891).

Champagne. — *Aube*. Les nodules de marcasite (transformés en limonite) de la craie blanche de Montgueux près Troyes sont souvent constitués par une enveloppe solide, hérissée de pointements cristallins, qui limitent une cavité remplie par du soufre en poudre incohérente, parfois mélangée de lamelles de gypse (Leymerie. *B. S. G.* III. 240. 1832).

L'échantillon que possède la collection du Muséum renferme une quinzaine de grammes de ce soufre en poudre cristalline d'un jaune très pâle.

Vosges. — [*Alsace*]. Daubrée a cité le soufre comme produit de la décomposition de la pyrite de Bouxviller. (*Descr. géologique du Bas-Rhin*. 407. 1852).

Haute-Saône. Le soufre pulvérulent a été trouvé dans des silex de Fretigney.

Jura. — *Doubs*. Les silex jurassiques de l'abbaye de la Charité près Besançon ont parfois leur centre constitué par du soufre pulvérulent jaune pâle, intimement mélangé avec le silex ; il occupe la place de pyrite.

Jura. Il en est de même du soufre des silex des calcaires de Poligny déjà connus du temps d'Haüy (*op. cit.* III. 252).

Des échantillons semblables ont été signalés dans les silex noirs des

monts de Revigny, de la forêt de Chaux; le même minéral a été trouvé dans des grains de minerai de fer à Hiéger et à la Chapelle-Voland (Ogérien. *Hist. nat. du Jura*. I. 272. 1865).

Alpes. — *Isère*. Les filons des Chalanches ont fourni une petite quantité de soufre natif pulvérulent, d'un blanc jaunâtre, formé sans aucun doute par la décomposition de la pyrite.

Algérie. — *Alger*. C'est à la décomposition de la pyrite plutôt qu'à la réduction du gypse qu'il y a lieu de rapporter de petits cristaux de soufre que m'a remis M. Gentil. Il les a recueillis dans les carrières de Timegheras, à Rovigo : ils tapissent dans le gypse des cavités résultant de la disparition de cristaux de pyrite, dont on trouve fréquemment les fragments entourés par du soufre. Ce dernier minéral se présente en cristaux simples de forme, généralement cristallitiques et déformés.

b) *Formation aux dépens de la blende.*

Cévennes. — *Gard*. Les mines des Malines près Saint-Laurent-le-Minier (voir à *blende*) ont fourni, il y a quelques années, de fort jolis cristaux transparents de soufre qu'accompagnent la smithsonite, la cérusite, l'anglésite, le gypse, etc., dans les cavités de la blende concrétionnée. M. Michel a signalé dans ces cristaux (*B. S. M.* XIII. 213. 1890) les formes suivantes : p (001), m (110), g^1 (010), a^1 (101), e^3 (013), e^1 (011), $b^{5/2}$ (115), $b^{3/2}$ (113), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111), $x = (b^{1/2}\ b^{1/4}\ g^{1/3})$ (133). Ces cristaux offrent la plus grande analogie avec les cristaux de soufre de la solfatare de Pouzzoles décrits et figurés par Scacchi (fig. 9). Ce gisement a fourni de beaux échantillons de collection dont j'ai étudié un certain nombre.

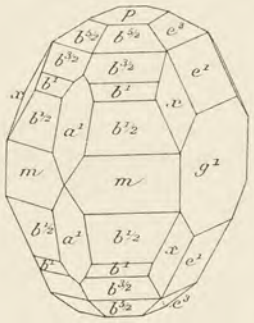


Fig. 9.
Soufre des Malines.

c) *Formation aux dépens de la galène.*

La galène d'un grand nombre de gisements donne du soufre par sa décomposition; celui-ci se produit dans les clivages de la galène qui est alors creusée de cavités cubiques tapissées d'un enduit de très

minces cristaux ; ceux-ci semblent quelquefois noirâtres à cause de leur transparence qui permet de voir à travers eux la galène sous-jacente. Les galènes présentant ce genre d'altération donnent naturellement à l'analyse un excès de soufre et ont été désignées sous le nom de *johnstonite*.

Les haldes abandonnées de la plupart des mines, citées à l'article galène, renferment de ce soufre néogène. Je l'ai rencontré particulièrement sur celles des environs de Chenelette (*Rhône*).

Les gisements français de ce genre ne m'ont pas fourni de cristaux géométriquement déterminables.

Algérie. — *Constantine*. M. Daubrée m'a donné un échantillon de galène grenue provenant des environs de Guelma dont les cavités sont remplies par de petits cristaux transparents de soufre, ayant la même forme que ceux des Malines.

d) *Formation aux dépens de la stibine.*

Dans quelques gisements de stibine, peu nombreux du reste, la décomposition de ce minéral donne lieu à la formation de soufre. Je citerai notamment à cet égard les gisements du cap Corse (*Corse*), du Djebel Hamimat et de Sanza (*Constantine*).

GROUPE DE L'ARSENIC

Les métalloïdes de ce groupe sont rhomboédriques et isomorphes Ils présentent entre eux de grandes analogies.

Ce sont les suivants :

	pp	*Clivage parfait*	*Clivages difficiles*
* *Tellure*.....	86°57′	*m*	a^1
Arsenic.....	85° 6′	a^1	b^1
Allemontite...	»	a^1	b^1
Antimoine....	87° 7′	a^1	b^1, h^1
Bismuth.....	87°40′	a^1	e^1, b^1

Ils sont volatils à des températures variées ; les propriétés pyrognostiques données plus loin permettent aisément de les distinguer les uns des autres. Le tellure seul ne paraît pas se rencontrer dans les gisements français : Boisse indique bien (*A. M.* II. 1852) que Marcel de Serres a trouvé ce minéral à Entraygues (*Aveyron*), mais ce fait demande confirmation.

ARSENIC

As

Rhomboédrique $pp = 85°6'$.
$[a : c = 1.4013$ (Zepharovich)].

Macles. Macles suivant b^1 $(01\bar{1}2)$.

Formes et faciès. Dans les gisements français, l'arsenic se trouve en masses granulaires, souvent réniformes, botroydes à structure testacée.



Fig. 1.
Arsenic natif testacé de Sainte-Marie-aux-Mines
(*Photographie grandeur naturelle*)

Clivages. Clivage a^1 (0001) parfait, b^1 $(01\bar{1}2)$ difficile. Cassure inégale et finement grenue. Fragile.

Dureté. 3.5.

Densité. 5.63 à 5.73.

Coloration et éclat. Blanc d'étain, se ternissant très rapidement à l'air en devenant noir grisâtre. Éclat métallique. Poussière blanc d'étain. Opaque.

Composition chimique. Arsenic, souvent mélangé à un peu d'antimoine, de fer, d'argent, etc.

Essais pyrognostiques. Sur le charbon, se volatilise sans fondre; dégage une odeur d'ail caractéristique et couvre le charbon d'un enduit blanc d'acide arsénieux, celui-ci se volatilise au feu réducteur en colorant la flamme en bleu. Soluble dans l'acide azotique.

Altérations. La croûte noire terne qui s'observe sur les cassures anciennes de l'arsenic est produite par un mélange d'arsenic et d'acide arsénieux ; ce dernier produit (arsénolite) se forme aussi parfois en enduits ou en cristaux blancs distincts.

Diagnostic. Les essais pyrognostiques, l'altération à l'air de la couleur constituent les meilleurs diagnostics de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'arsenic natif est un minéral des filons argentifères ; il y accompagne les minerais d'argent, de plomb, de cuivre, etc. Il se trouve aussi comme produit de volatilisation dans les houillères embrasées.

a) *Dans les filons métallifères.*

Vosges. — [*Alsace*]. Le gisement le plus remarquable à citer ici est celui de Sainte-Marie-aux-Mines. On y a rencontré dans les mines d'argent, aujourd'hui inexploitées, des blocs d'arsenic pesant plusieurs kilogrammes. De magnifiques échantillons de ce genre se trouvent actuellement dans la collection du Muséum. Ils ont une structure testacée (fig. 1) et sont remarquablement homogènes. Leur cassure est finement grenue. Cet arsenic est accompagné de galène, de panabase, d'argent natif, de proustite et de pyrargyrite, de cobaltine, de mispickel, etc.

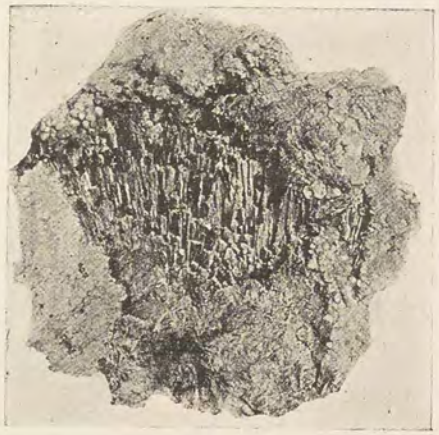


Fig. 2.

Arsenic natif groupé avec calcite dans une gangue de quartz et de calcite. Sainte-Marie-aux-Mines. (*Photographie un peu réduite.*)

Une autre variété d'arsenic natif fort curieuse est constituée par des groupements bacillaires de calcite dont les baguettes sont moulées par de l'arsenic natif. La fig. 2 représente un échantillon de ce genre à gangue quartzeuse, provenant de la collection du Muséum.

Les fig. 3 et 4 montrent un échantillon dans lequel il y a formation d'une véritable pegmatite : les cristaux de calcite à section triangulaire jouent le même rôle que le quartz dans la pegmatite graphique.



Fig. 3 et 4.

Groupement pegmatique de calcite et d'arsenic natif. (Sainte-Marie-aux-Mines). Échantillon vu perpendiculairement (fig. 3) et parallelement (fig. 4) à l'axe vertical de la calcite. (*Photographie grandeur naturelle.*)

L'arsenic natif a été surtout trouvé dans les filons de Saint-Jacques et de Gabe-Gottes (voir *argent*).

Plateau Central. — (*Loire*). Grüner (*Descrip. géol. de la Loire*, 453, 1857) signale l'existence d'arsenic natif testacé dans le filon de mispickel de Saint-Martin-la-Sauveté.

b) *Dans les houillères embrasées.*

Plateau Central. — *Loire*. L'arsenic natif se trouve dans les efflorescences noires qui recouvrent les roches houillères des environs de Saint-Étienne, calcinées par les incendies spontanés (voir à *salmiac*). M. Mayençon a aussi signalé l'existence de petits cristaux de ce minéral dans les croûtes cristallines qui recouvrent ces mêmes roches (*C. R.* LXXXVI. 491. 1878) à Reveux en Saint-Jean Bonnefond. L'échantillon que je dois à l'obligeance de ce savant supporte des rhomboèdres p ($10\bar{1}1$), très nets, d'un blanc éclatant.

ALLEMONTITE

$Sb\,As^3$.

Rhomboédrique.

Formes et faciès. L'allemontite se trouve exclusivement en masses cristallines formées par des cristaux lamelleux dont les lames sont fréquemment courbes. Elle est aussi parfois très finement grenue.

Clivages. Clivage a^1 (0001) parfait, b^1 (01$\bar{1}$2) difficile. Fragile.

Dureté. 3,5.

Densité. 6,203 (Rammelsberg).

Coloration et éclat. Blanc d'étain à gris rougeâtre, avec quelquefois teinte bleuâtre (se ternissant à l'air dans les variétés riches en arsenic). Éclat métallique brillant. Opaque.

Composition chimique. La formule $Sb\,As^3$ correspond à la composition donnée en *a*).

b) Analyse de l'allemontite des Chalanches par M. Rammelsberg. (*P. A.* LXII. 137. 1844).

La composition de l'allemontite des Chalanches n'est pas fixe et il paraît exister des passages entre ce minéral et l'antimoine natif qui lui est associé.

	a	*b*
Sb.....	34,8	37,85
As.....	65,2	[62,15]
	100,00	100,00

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond en donnant des fumées arsénicales et antimonieuses, puis un globule métallique qui prend feu et brûle en laissant un enduit blanc d'acide antimonieux.

Décomposée par l'acide azotique avec formation d'un résidu blanc d'acide antimonique.

Altérations. Comme *antimoine.*

Diagnostic. L'association des réactions de l'arsenic et de l'antimoine permet de distinguer l'allemontite de ces deux minéraux considérés individuellement. Sa couleur est du reste d'un gris moins blanc que celui de l'antimoine, les variétés riches en arsenic tirent sur le gris

bleuâtre et se ternissent d'autant plus rapidement à l'air qu'elles sont plus arsénicales.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Alpes. — *Isère*. L'allemontite a été découverte dès le début de l'exploitation de la mine des Chalanches (voir page 409). Elle fut décrite tout d'abord par Sage sous le nom de *pyrite arsénicale à facettes hexagones* (*Éléments minéral.* II. 71. 1777). Haüy la désigna sous le nom d'*antimoine natif arsenifère* et ce fut Haidinger (*Handbuch Mineral.* 557. 1845) qui lui donna le nom *d'allemontite*, du nom d'Allemont, bourg où était établie la fonderie servant au traitement des minerais des Chalanches.

L'allemontite se présente dans les mêmes conditions que l'antimoine natif de ce gisement, en nodules irréguliers, superficiellement oxydés. La structure est très variée, tantôt elle est finement grenue à la façon de certaines galènes, tantôt elle présente une texture testacée par suite de la disposition régulière d'un grand nombre de lamelles à faces courbes. Suivant que la richesse en arsenic est faible ou considérable, la couleur se rapproche de celle de l'antimoine natif ou, au contraire, tire vers celle de l'arsenic en se ternissant alors à l'air, mais en conservant le plus souvent une teinte bleuâtre. L'allemontite est parfois recouverte ou mélangée de kermésite fibreuse, d'enduits blancs de valentinite.

Gisement douteux.

Bretagne. — *Finistère*. L'allemontite testacée a été indiquée par Berzélius (*De l'emploi du chalumeau*, traduct. Fresnel, 1837. 172) à Poullaouen, mais il me semble probable que ce nom a été mis par erreur à la place de celui d'Allemont qui n'est pas cité dans l'ouvrage.

ANTIMOINE

Sb

Rhomboédrique : $pp = 87°7$
[$a : c = 1 : 1{,}32362$ (Laspeyres)].

Macles. Macles polysynthétiques suivant b^1 $(01\bar{1}2)$.

Formes et faciès. L'antimoine natif se présente dans les gisements

français en masses lamellaires, parfois à grands éléments, dans lesquelles les clivages sont très distincts.

Clivages. Clivage a^1 (0001) parfait, parfois b^1 (01$\bar{1}$2) distinct, h^1 (11$\bar{2}$0) indistinct. Cassure inégale. Fragile.

Dureté. 3 à 3,5.

Densité. 6,65 à 6,72.

Coloration et éclat. Blanc d'étain. Poussière de la même couleur. Éclat métallique. Opaque.

Composition chimique. Antimoine presque pur, avec une petite quantité d'arsenic, de fer, d'argent.

Propriétés pyrognostiques. Fusible à 632°. Au chalumeau, fond facilement en donnant des fumées d'acide antimonieux, puis brûle (même si le feu est interrompu) et se couvre d'aiguilles blanches de valentinite. L'enduit blanc formé sur le charbon se volatilise en colorant la flamme de réduction en bleu verdâtre. L'antimoine fondu cristallise par refroidissement.

Attaqué par l'acide azotique avec dégagement de vapeurs nitreuses et transformé en acide antimonique blanc.

Altérations. L'antimoine natif s'altère à l'air et se recouvre d'une couche blanche ou d'un blanc jaunâtre de valentinite (voir t. III).

Diagnostic. Voir les essais pyrognostiques de l'allemontite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'antimoine natif accompagne certains minerais d'argent et de bismuth dans quelques gisements métallifères.

Alpes. — *Isère*. De fort beaux échantillons d'antimoine natif ont été trouvés dans les filons argentifères de la montagne des Chalanches (voir à *argent*) ; ils y ont toujours constitué une rareté. Ils forment des rognons généralement englobés dans la terre ocreuse des filons ; ils sont entourés et parfois pénétrés par de la valentinite pulvérulente ou fibreuse et parfois aussi par de la kermésite fibreuse. L'allemontite leur est aussi associée.

La structure de l'antimoine natif est éminemment cristalline, sans qu'aucun cristal isolable ait pu être trouvé. Rarement à grains fins, il se trouve le plus généralement en grandes lames parfois courbes pouvant atteindre presque 1^{cm} de diamètre.

Gisements incertains.

La collection du Muséum possède deux échantillons d'antimoine natif, l'un à très grandes lames indiqué comme provenant du département du *Gard*; l'autre, à grains fins, donné comme venant de *Corse*. Je n'ai pu recueillir aucune donnée sur le gisement réel de ces échantillons.

BISMUTH

Bi

Rhomboédrique : $pp = 87°40'$
[$a : c = 1 : 1{,}3036$. (G. Rose)].

Macles. Macles suivant b^1 $(01\bar{1}2)$ pouvant être obtenues par pression d'après M. Fletcher.

Formes. Dans les gisements français, le bismuth natif se présente sous forme grenue ou lamellaire. Les cristaux artificiels constituent des trémies à formes rappelant des cubes.

Clivages. Clivage a^1 (0001) parfait, moins facile suivant e^1 $(02\bar{2}1)$, à peine distinct suivant b^1 $(01\bar{1}2)$. Sectile et fragile; malléable à chaud seulement.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 9,7 à 9,83.

Coloration et éclat. Blanc d'argent avec teinte légèrement rosâtre. Poussière de même couleur. Se ternit à l'air et prend des nuances irisées avec teintes jaunes et rouges dominantes. Opaque.

Composition chimique. Bismuth pur, avec souvent traces d'argent, de soufre, de tellure, d'antimoine, d'arsenic, etc.

Analyse du bismuth natif de Meymac (Corrèze) par M. Carnot (*C. R.* LXXIX. 477. 1874).

Bi.....	99,00
Sb.....	0,15
As.....	0,09
S.....	0,06
Pb.....	0,41
Fe.....	0,10
	99,81

Essais pyrognostiques. Fond à 265° C. et cristallise aisément par refroidissement. Sur le charbon, peut être entièrement volatilisé en laissant un enduit jaune orangé à chaud et jaune citron à froid.

Soluble dans l'acide azotique. La solution étendue de beaucoup d'eau donne un précipité blanc de sous-azotate de bismuth.

Diagnostic ; la structure, la couleur et les irisations superficielles sont très caractéristiques du bismuth natif qui peut être aisément diagnostiqué par des essais microchimiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le bismuth natif souvent associé à d'autres minéraux bismuthifères est un minéral des filons argentifères et cobaltifères. Il n'en existe en France qu'un seul gisement important.

Bretagne. — *Finistère*. Le bismuth natif a été indiqué par Brongniart (*Minéral*. II. 132. 1807) dans les mines de Bretagne. C'est de la mine de Poullaouen dont il s'agit. Je n'ai pu vérifier cette observation.

Pyrénées. — [*Aragon*]. J. de Charpentier (*op. cit*. 360) signale le bismuth natif, sur l'autorité de Picot de Lapeyrouse, dans le filon cobaltifère de Saint-Jean-de-Gistain non loin de la frontière franco-aragonaise (province de Huelva). Le bismuth natif serait associé à la bismuthinite, à la smaltine (voir à *Smaltine*). Cette association du bismuth natif avec des minerais cobaltifères est analogue à celle qui est bien connue à Schneeberg en Saxe et dans d'autres gisements.

Plateau Central. — *Corrèze*. Un intéressant filon quartzeux bismuthifère a été découvert en 1867 à Meymac et a été exploité pendant quelques années. Il se trouve dans une granulite à grains fins, elle-même située au milieu d'un important massif de granite porphyroïde.

D'après les renseignements publiés par M. Carnot (*C. R*. LXXIX. 477. 1874), aux affleurements, le filon était surtout riche en wolfram, bientôt remplacé en profondeur par de la scheelite et son produit d'altération la meymacite. Le bismuth natif en très grandes lames est associé à la bismuthinite, à du mispickel bismuthifère, de la pyrite, de la limonite. A la partie supérieure du filon, le sulfure de bismuth est très altéré et transformé en bismite et en bismuthite qui ont été surtout exploités. Il existait aussi dans ce gisement, aujourd'hui abandonné,

divers produits plombifères oxydés : cérusite, pyromorphite, wulfénite, etc.

Haute-Vienne. Le bismuth natif a été trouvé en petite quantité dans les filons de quartz de Puy-les-Vignes près Saint-Léonard, qui ont été exploités pour l'extraction du wolfram ; ces deux minéraux sont associés à la scheelite, à une très petite quantité de cassitérite, etc.

Vosges. — [*Alsace*]. De petits cristaux lamellaires de bismuth natif ont été trouvés par Daubrée (*B. S. G.* VII. 352. 1850) avec cristaux d'oligiste dans une géode de calcite du gîte de fer de Framont. Ces cristaux riches en faces n'ont pas été mesurés, ils possédaient les propriétés physiques et chimiques du bismuth natif. Ce minéral n'a pas été retrouvé depuis lors à Framont.

Gisement incertain.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Brongniart (*Minéral.* II. 132. 1807) signale l'existence de bismuth natif dans la vallée d'Ossau, sans indication plus précise. Je n'ai pu recueillir aucun document sur ce gisement. Peut-être ce minéral a-t-il été trouvé dans les filons cobaltifères de la mine d'Ar anciennement exploitée, ou peut-être aussi cette observation est-elle tirée de la mention faite par de Dietrich (*Descr. gîtes des Pyrénées*. 405. 1786) d'une mine de bismuth au Turon d'Areau, quartier de Bartèques, au sud de Laruns (il existe dans ce gisement des filons de galène).

MÉTAUX

ÉTAIN

Sn

Dimorphe. Quadratique et orthorhombique (cristaux artificiels).

Faciès. L'étain natif a été trouvé très rarement en grains roulés, seuls ou associés à de l'or.

Dureté. Très malléable. Sectile.

Densité. 7,17.

Coloration et éclat. Blanc gris. Brillant dans la cassure fraîche ; se ternit à l'air.

Composition chimique. Le minéral est formé par de l'étain pur.

Essais pyrognostiques. Fusible à 233° C. Attaqué par l'acide azotique avec dégagement de vapeurs nitreuses et résidu blanc d'acide stannique.

Diagnostic. La couleur et l'éclat métallique, la malléabilité, le peu de dureté et l'action de l'acide azotique constituent les caractères distinctifs de l'étain natif.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'étain natif a été signalé dans les sables aurifères et platinifères de quelques gisements (N^lle^ Galles du Sud, Sibérie, Bolivie). Le gisement indiqué ici est curieux à cause de l'intéressante association de l'étain et de l'or [1].

Guyane. — M. Damour a décrit (*C. R.* LII. 688. 1861) une petite pépite d'or de l'Approuague englobant quelques grains de quartz et formés par un mélange d'or natif et d'étain métallique, blanc grisâtre, très malléable, brillant dans la cassure fraîche ; des pépites du même genre auraient été trouvées à plusieurs reprises dans ce même gisement.

PLATINE

Pt

Cubique.

Faciès. Le platine se trouve rarement en cristaux distincts ; le plus souvent on le rencontre en paillettes ou en pépites.

Clivages. Pas de clivages.

Dureté. 4 à 4,5. Malléable et ductile.

Densité. 21 à 22 chimiquement pur. 14 à 19 (platine natif).

Coloration et éclat. Gris d'acier. Éclat métallique très brillant.

1. Schreiber a montré (*J. M.* I. 1.1794) que l'étain métallique, trouvé aux Pieux (*Manche*) et donné comme natif, était un produit artificiel.

Propriétés magnétiques. Parfois magnétipolaire (variétés riches en fer).

Composition chimique. Platine allié avec un peu de fer, d'osmium, d'iridium, de rhodium, etc.

Propriétés pyrognostiques. Infusible au chalumeau. Soluble à chaud dans l'eau régale.

Diagnostic. La couleur, la densité, la résistance à tous les acides autres que l'eau régale sont caractéristiques du platine natif.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Bretagne. — *Morbihan.* M. de Limur a signalé (*Soc. phil. Morbihan*, 1878) l'existence de rares paillettes de platine accompagnant l'or natif dans les sables stannifères de la côte de Penestin.

Cévennes. — *Gard.* D'après Graeff, des paillettes de platine auraient été trouvées par Émilien Dumas avec l'or alluvial de la Cèze (voir à *Or*).

Rhin. — D'après Dœbereiner, l'or du Rhin serait accompagné de platine.

Guyane. — Le platine natif se trouve dans les sables aurifères de la Guyane. M. Damour a décrit (*C. R.* LII. 688. 1861) un très curieux échantillon provenant d'Aïcoupaï (crique-Hamelin) dans le bassin de l'Approuague. Il consiste en une pépite d'un blanc d'argent, du poids de 0 gr. 85, ayant une densité de 13,65. Elle se laisse aplatir sous le marteau, fond au chalumeau plus difficilement que l'or. L'acide azotique l'attaque aisément en dissolvant du cuivre et de l'argent ; il reste un résidu spongieux d'or métallique brun et des paillettes blanches de platine. La composition centésimale est la suivante :

Pt.....	41,96
Au.....	18,18
Ag.....	18,39
Cu.....	20,56
	99,09

La facile attaque par les acides montre que cet échantillon est constitué non par un alliage, mais par un mélange mécanique de ces quatre minéraux.

Nouvelle-Calédonie. — M. Pelatan a signalé (*Les mines de la Nouvelle-Calédonie*. Paris, 1892, p. 53) l'existence de paillettes de platine natif dans les sables aurifères du ruisseau d'Andam, au delà de Bondé (vallée du Diahot).

GROUPE DU FER

Je distinguerai dans ce groupe deux types : l'un est formé par du fer pur, ou ne renfermant que des traces de nickel ; le second, au contraire, riche en nickel, constitue les holosidères qui sont en partie considérées comme d'origine météorique.

FER

Fe

Cubique.

Les cristaux artificiels de fer sont généralement dendritiques, formés par des chapelets d'octaèdres allongés suivant un axe quaternaire.

Macles. Macles a^1 (111) avec pénétration et groupements polysynthétiques produisant des lames minces parallèles à $a^{1/2}$ (221).

Clivages. Clivage p (100) parfait et structure lamellaire suivant a^1 (111) et b^1 (110).

Dureté. 4,5. Malléable.

Coloration et éclat. Gris d'acier à noir de fer. Éclat métallique. Opaque.

Propriétés magnétiques. Très magnétique.

Composition chimique. Le fer natif est du fer pur renfermant souvent du nickel, du cobalt, une petite quantité de cuivre, de soufre, de carbone, de phosphore, de silicium, etc.

Propriétés pyrognostiques. Fusible vers 1500°. Au chalumeau, avec le borax ne donne que les réactions du fer : perle vert bouteille au feu de réduction et jaune au feu d'oxydation. Soluble aisément dans l'acide chlorhydrique en donnant une liqueur jaune.

Altérations. Le fer natif s'altère rapidement à l'air en se recouvrant d'une croûte de limonite plus ou moins caverneuse.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le fer natif a été signalé dans des basaltes, dans les assises sédimentaires de divers gisements, mais, en France, je n'ai à l'étudier que dans les conditions suivantes :

Dans un filon ferrifère.

Alpes. — *Isère.* Schreiber a découvert (*J. P.* XLI. 3. 1792) dans le filon du Grand-Galbert à Oulles une masse stalactiforme de limonite mélangée de quartz et d'argile et contenant à son centre un noyau de fer métallique. Schreiber était un minéralogiste trop habile pour que l'on ne puisse avoir confiance en son observation. Il est probable que le fer en question provient de la réduction d'une pyrite. Des faits analogues sont du reste connus à Gross-Kamsdorf et à Eibenstock en Saxe dans de la limonite. On a signalé du fer métallique dans un nodule pyriteux du Keuper de Mühlhausen en Thuringe, etc. [1].

Gisement incertain.

Plateau Central. — *Allier.* On a vu (t. I, p. 467) que le massif granulitique d'Échassières est traversé par de nombreux filons quartzeux, aux alentours desquels la granulite est très altérée et transformée en kaolin.

Ce kaolin est activement exploité; la roche très friable est démolie à la pioche, puis lavée; le kaolin plus léger est enlevé par un courant d'eau et va se déposer dans des bassins disposés à cet effet. Les résidus de lavage sont lavés à nouveau d'une façon plus complète et l'on arrive ainsi à obtenir un concentré, riche en grains d'une cassitérite noire qui est originellement disséminée dans la roche kaolinisée en particules si fines qu'il est difficile de trouver un échantillon de celle-ci dans lequel la cassitérite soit visible à l'œil nu.

L'examen d'une certaine quantité de ces sables denses qu'a bien voulu me remettre M. Morineau m'a permis de constater qu'ils contiennent non seulement de la cassitérite mais encore beaucoup de topaze, d'un

1. Au cours de la mise en pages de cette feuille, M. E. T. Allen vient de décrire du fer natif non nickelifère dans les grès et argiles carbonifères du Missouri (*Amer. J. of sc.*, IV. 99. 1897).

niobate jaune pâle en octaèdres réguliers du groupe du pyrochlore (voir tome III) et enfin une petite quantité de fer métallique.

Celui-ci, que l'on ne peut déceler que par un traitement à l'aimant, forme de petits grains irréguliers peu roulés; ils sont souvent oxydés superficiellement, mais il suffit de les marteler dans un mortier d'agate pour faire disparaître cette croûte d'oxyde et voir apparaître la couleur blanche du métal qui est nettement malléable. Ce fer ne contient pas de nickel.

Il y a lieu de se demander quelle est l'origine de ce fer métallique. Les dimensions de ses grains sont exactement celles des minéraux topaze, cassitérite et pyrochlore qui l'accompagnent; il est donc possible d'admettre qu'il a la même origine qu'eux et qu'il provient de la granulite kaolinisée. Cette opinion peut du reste s'appuyer sur un fait analogue, l'existence de petites pépites d'un alliage de fer et de nickel, l'awaruite ($Fe\ Ni^2$) dans les sables stannifères et aurifères de la George River en N^lle^ Zélande. Les échantillons d'awaruite que j'ai examinés grâce à l'obligeance du baron de Müller, montrent ce minéral en petites pépites très roulées comme les autres éléments du sable qui le renferme. Leur surface est dépourvue d'oxydation, ce qui s'explique par leur richesse en nickel.

On peut se demander toutefois si les particules de fer des Echassières ne proviennent pas de l'usure des instruments (pioches et pics) dont on se sert pour abattre le minerai, mais celui-ci est si peu cohérent qu'il semble difficile d'expliquer une quantité aussi grande de fer dans ces sables; de plus, il semble, que dans ce cas, le fer devrait avoir des formes en rapport avec cette origine et qu'il devrait se présenter avec des dimensions moins régulières que celles que je viens de signaler. Toutefois, j'ai eu trop peu de matière pour pouvoir me faire une opinion définitive sur la question de l'origine de ce fer que je considère comme incertaine jusqu'à étude plus complète.

Gisements improbables.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme. Haute-Loire.* Mossier a découvert en 1824 dans les cendres volcaniques de Gravenoire près Clermont un échantillon de fer métallique qui est cité dans la plupart des traités de Minéralogie. Ce savant avait envoyé des fragments de son minéral à Haüy dans la collection duquel je les ai retrouvés.

C'est un fer creusé de cavités; il ne me semble pas douteux que ce

ne soit un produit artificiel. Ayant constaté que ce fer ne contenait pas de nickel et qu'il était carburé, j'en ai fait polir une surface, qui montre de petites aiguilles brillantes disséminées sur un fond plus terne. Je l'ai communiqué à M. Osmond, spécialiste bien connu par ses beaux travaux sur la structure microscopique des métaux. Ce savant n'a pas hésité à reconnaître, dans mon échantillon, de l'acier de cémentation et il a bien voulu me donner les indications complémentaires suivantes :

« On obtient d'habitude, dans l'industrie, ce genre d'acier en chauffant pendant un temps suffisant des barres de fer à une température de 1000 à 1050° au contact d'un cément à base de charbon de bois ; on peut aussi l'obtenir en coulant le fer fondu au contact d'une paroi de carbone dans des conditions telles que la quantité de carbone dissout ne dépasse pas les limites voulues.

La teneur en carbone est, en général, de 1,40 à 1,60 % dans l'échantillon considéré, avec des irrégularités très notables en certaines régions, notamment au contact de grains d'oxyde.

L'échantillon a été un peu déformé au rouge, comme le prouve la rupture assez fréquente des aiguilles de *cémentite* (Fe^3C) (voir à *cohenite*) ; mais la déformation n'a pas été poussée bien loin.

Il a été trempé, mais très irrégulièrement, soit que le chauffage avant trempe ait été très inégal, soit que, celui-ci étant uniforme, on n'ait immergé qu'une partie du morceau dans l'eau. Certaines régions indiquent une trempe dans l'eau très froide à partir d'une température exagérée voisine de 1050°, alors que la trempe est *négative* dans d'autres régions, c'est-à-dire que le refroidissement dans ces dernières régions, tout en étant assez rapide, ne l'a pas été suffisamment pour donner la dureté.

Ce métal a donc subi des traitements qui me paraissent supposer l'intervention d'un homme qui n'était pas du métier. Les irrégularités de composition, combinées avec les irrégularités de traitement en font une véritable carte d'échantillons. Mais les diverses structures constatées sont toutes connues et peuvent être reproduites artificiellement dans des conditions déterminées. »

La même observation peut être faite pour le prétendu fer natif du Croustet.

Alpes. — *Isère*. Un bloc de fer métallique superficiellement oxydé a été trouvé par Élie de Beaumont au cours d'une excursion faite avec

Gueymard dans les carrières de calcaire jurassique de Grolée entre Cordon et Quirieu (*C. R.* LXXII. 187. 1871). M. Moissenet qui a examiné la composition chimique de l'échantillon n'y a trouvé ni cobalt, ni nickel (*C. R.* LXXIII. 761. 1871) et il a admis que cet échantillon de fer est un débris d'outil, peut-être cette opinion a-t-elle été basée uniquement sur l'opinion, inexacte comme on l'a vu plus haut, qu'un fer natif devait être nécessairement nickelé ?

FER NICKELÉ

Fe^{n} (Ni, Co)^{m}.

On a vu (tome I, page 190) que le fer nickelé est un élément presque constant des météorites et qu'il sert même de base à leur classification. Dans les unes, il constitue la totalité de la masse (*holosidères*) ; dans les autres il forme un réseau englobant des globules pierreux (*syssidères*), enfin dans d'autres cas, il est moins abondant et ne constitue que des grenailles disséminées au milieu d'une gangue pierreuse (*sporadosidères*). Je ne m'occuperai que des holosidères et des sporadosidères, les syssidères n'étant pas connues parmi les chutes françaises.

a) *Holosidères.*

Je rappellerai ici qu'un nombre infime seulement d'holosidères a une origine météorique indiscutable. La plupart des masses de fer nickelé, considérées comme météorites, ont été trouvées à la surface du sol et peuvent être d'origine terrestre ; cette origine a été récemment démontrée pour les blocs de quelques gisements considérés jadis comme cosmiques (Ovifak, probablement Cañon Diablo, Sainte-Catherine). Il est donc possible que bon nombre des holosidères connues soient nettement telluriques (voir de Lapparent. *Rev. des quest. scientif.*, 1897).

Quoi qu'il en soit, à ce point de vue, l'examen des fers nickelés, constituant les holosidères, permet de les diviser en trois grands groupes.

Le premier groupe renferme les fers *sans structure cristalline distincte* ; ceux-ci *paraissent* avoir une composition homogène.

Le second groupe (*fers cubiques*) contient les fers à structure cubique nette, avec parfois des clivages suivant les faces du cube.

Le troisième groupe enfin (*fers octaédriques*), constituant la plupart

des holosidères, a une structure octaédrique, avec souvent plans de séparation parallèles à a^1.

Tandis qu'un premier examen semble montrer que les fers sans structure cristalline distincte et les fers cubiques sont homogènes[1], les troisièmes sont à l'évidence constitués par des groupements réguliers d'alliages nickelés.

Ces divers types de fers nickelés sont généralement accompagnés de phosphures (*schreibersite*, *rhabdite*), de carbures (*cohenite*), de sulfures (*troïlite*, *daubréelite*, etc.), et de divers autres minéraux accessoires (*diamant*, *graphite*, *chromite*, etc.). Je renvoie pour leur étude et pour plus de détails aux traités spéciaux sur les météorites (Stan. Meunier, *Encyclopédie chimique*. Cohen, *Meteoritenkunde*, 1894, etc.).

Fers octaédriques. Lorsqu'on polit la surface d'un fragment de fer octaédrique et qu'ensuite on le chauffe ou qu'on l'attaque par un acide, on voit apparaître une structure complexe, attestée par des bandes d'un gris de fer, bordées par des lignes plus brillantes d'un blanc d'argent (fig. 1). Ces bandes qui, suivant les échantillons, varient depuis $0^{mm}15$ jusqu'à $2^{mm}5$ s'entrecroisent et leurs intervalles sont remplis par une troisième substance métallique. Ces figures sont désignées sous le nom de *figures de Widmanstätten*, du nom du savant qui les a découvertes. Les trois substances qui les constituent ont été appelées par Reichenbach *kamacite* ou *balkeneisen*, *tænite* ou *bandeisen*, *plessite* ou *fülleisen*.

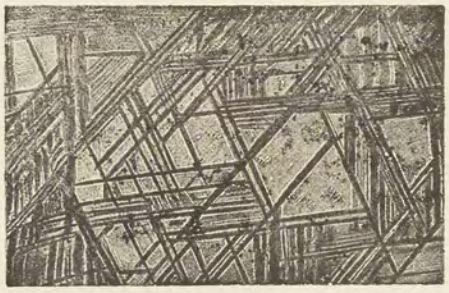


Fig. 1.

Photographie d'une surface artificielle polie de l'holosidère de Caille, attaquée par l'acide azotique pour mettre en lumière les figures de Widmandstätten.

Lorsqu'on attaque le fer par un acide, le minéral le plus vite attaqué est la kamacite qui s'oxyde aussi le plus facilement par la chaleur ; c'est elle qui forme les creux les plus profonds dans les figures de Widmanstätten ; la tænite, au contraire, résiste mieux à l'action de l'acide et reste en relief en formant de fines saillies rectilignes ; elle s'oxyde dif-

1. Les travaux effectués depuis quelques années sur les aciers me donnent à penser que cette homogénéité n'est qu'apparente.

ficilement. Quant à la plessite qui constitue le remplissage de la trame des deux minéraux précédents, sa résistance aux acides et son oxydabilité sont intermédiaires entre celles des deux autres éléments de météorites octaédriques.

La structure des fers octaédriques peut s'expliquer aisément; la kamacite et la tænite constituent des lamelles disposées suivant les quatre



Fig. 2.

Photographie de l'holosidère de Caille (Var) montrant à droite un clivage octaédrique, avec stries triangulaires. La face plane contiguë à ce clivage est artificielle, c'est sur elle qu'a été prise la photographie représentée par la fig. 1.

paires de faces d'un octaèdre régulier, parallèlement auxquelles se produisent souvent (surtout dans les parties oxydées) des plans de séparation (fig. 2). La plessite remplit tous les vides laissés entre elles par ces lamelles.

Les figures de Widmanstätten résultent de la section de ces lamelles par le plan de la plaque étudiée. Les angles sous lesquels ces lames se coupent mutuellement dépendent naturellement de la position de la section par rapport aux faces octaédriques. Les figures 3 à 6, empruntées au Lehrbuch der Mineralogie de M. Tschermak (1894, p. 585)

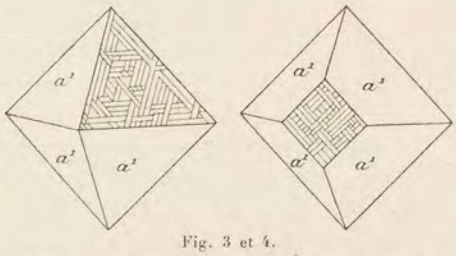


Fig. 3 et 4.

Sections parallèles à a^1 (fig. 3) et à p (fig. 4) d'un fer à structure octaédrique.

indiquent l'aspect que prennent ces figures suivant que la section est parallèle aux faces de l'octaèdre, du cube, du rhomboèdre ou d'une face quelconque.

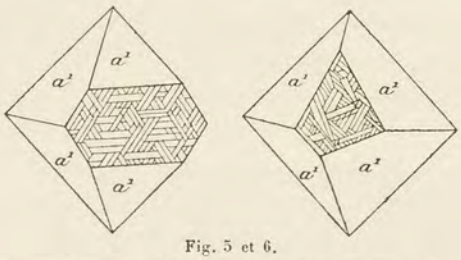


Fig. 5 et 6.
Sections parallèles à b^1 (fig 5), à une face oblique (fig. 6) d'un fer à structure octaédrique.

Les blocs de fer octaédrique actuellement connus sont constitués, soit par un seul cristal, soit par la réunion des cristaux orientés entre eux d'une façon quelconque ; ils constituent par suite, dans ce dernier cas, une véritable roche grenue.

Fers cubiques. Les fers cubiques sont constitués par de la kamacite presque pure ou par des alliages voisins, auxquels ils doivent leurs clivages cubiques. L'attaque par un acide d'une surface polie donne naissance à des lignes interrompues qui, sur une face cubique, sont parallèles aux diagonales de la face ou à des droites joignant un angle au milieu d'un des côtés (*figures de Neumann*). Les surfaces attaquées par les acides ont un moiré métallique, dû, d'une part, aux figures de Neumann et, de l'autre, à des figures de corrosion de forme cubique (fig. 7, d'après Tschermak).



Fig. 7.
Figures de Neumann. Face p d'un fer à structure cubique.

La composition de la *kamacite* est représentée par la formule $Fe^{14}Ni$, la teneur en (Ni + Co) est en moyenne de 6 à 7 %.

L'analyse suivante a été faite par M. Stan. Meunier sur la kamacite extraite de la météorite de la Caille.

Fe.....	91,9
Ni + Co.....	7,0
	98,9
Densité.....	7,652

La composition de la *tænite* est moins bien établie. Reichenbach et M. Stan. Meunier adoptent la formule Fe^6Ni, MM. Flight et Weinschenk Fe^5Ni^2, Shepard Fe^4Ni^5. La tænite de Caille a fourni à M. Stan. Meunier la composition suivante :

Fe.....	85,0
Ni.....	15,0
	100,0
Densité.....	7,380

Quant à la *plessite*, sa formule exacte est encore douteuse ; sa teneur en nickel et cobalt paraît être intermédiaire entre celle de la kamacite et de la tænite.

L'état des connaissances actuelles sur les minéraux des météorites et la description de types moins fréquents de fer nickelé est donné en grand détail par M. Cohen dans son livre : *Meteoritenkunde* (1894).

Alpes-Maritimes. La collection du Muséum possède un bloc de 625 kg. découvert en 1828 par Brard à la porte de l'église de Caille où il avait été apporté de la montagne Audifert située non loin de là. D'après la tradition, il aurait été trouvé sur cette montagne deux cents ans auparavant, après un violent orage.

Le bloc de fer représenté par la fig. 2 porte sur un de ses côtés un clivage montrant des lignes régulières qui se coupent sous des angles de 60°. Elles indiquent que le fer possède la structure octaédrique ; il présente dans sa masse de nombreux trous résultant de la disparition de gros nodules de troïlite. Il existe aussi des grains irréguliers de schreibersite disséminés dans le bloc. La fig. 1 représente une surface polie de ce fer, attaquée par l'acide azotique pour mettre en évidence les figures de Widmanstätten.

On a vu plus haut la composition chimique de la kamacite et de la tænite de cette holosidère.

Les analyses en bloc de ce fer, faites par de Luynes (*a*) [(*A. M.* V. 161. 1844)], par Boussingault (*b*), (*C. R.* LXXIV. 1287. 1872), par Rivot (*c* et *d*), (in Boussingault), ont donné les résultats suivants :

	a	*b*	*c*	*d*
Fe	87.63	89.53	92.3	92.7
Ni	11.37	9.76	6.2	5.6
Co	»	»	traces	traces
Cr	»	»		
Cu	traces	»	»	»
C	»	0.12	»	»
Si	»	»	»	0.9
Résidu insoluble	»	0.59	»	»
	99.00	100.00	99.5	99.2

Algérie. — *Alger*. Une autre holosidère a été recueillie, en 1865, à Dellys. Le petit fragment qui se trouve au Muséum pèse 76 grammes. D'après M. Stan. Meunier, il serait composé par un mélange de tænite et d'un alliage nickelifère qu'il appelle braunite ($Fe^{46}Ni$).

b) *Dans les météorites sporadosidères.*

Dans ces météorites, dont la structure a été étudiée tome I, p. 190, le fer nickelé forme des grenailles qui sont disséminées au milieu des silicates sans constituer au milieu d'eux une trame continue ; ces grenailles moulent les éléments silicatés. On a vu que les météorites sporadosidères ont été divisées par Daubrée en *polysidères*, *oligosidères* et *cryptosidères*, suivant que le fer est très abondant, peu abondant ou indiscernable à l'œil nu ; cette dernière catégorie (*cryptosidères*) n'est représentée dans les chutes françaises énumérées p. 192 du tome I que par la météorite d'Ornans (*Doubs*). Toutes les autres correspondent au groupe des *oligosidères*.

Ces grenailles ferrugineuses ont été peu étudiées au point de vue de leur structure intime. G. Rose a observé cependant sur des grains de météorites de Barbotan et d'Aussun des figures de corrosion produites par l'action d'un acide, sans toutefois que leur étude ait été poussée plus loin.

CUIVRE

Cu

Cubique.

Macles. Macles a^1 (111)

Formes observées. p (001), a^1 (111), b^1 (110).

Faciès. Le cuivre natif des gisements français se présente rarement en cristaux distincts ; le plus souvent, il constitue des masses dendriformes, ramuleuses, ou dépourvues de formes régulières Quelquefois elles sont constituées par des groupements cristallitiques de cristaux allongés suivant un axe ternaire et groupées suivant des angles de 60° et de 120°. Les cristaux ont souvent des faces creuses.

Clivages. Pas de clivages.

Dureté. 2,5 à 3. Malléable et très ductile.

Densité. 8,8 à 8,9.

Coloration et éclat. Rouge de cuivre, même dans la poussière opaque.

Propriétés électriques et calorifiques. Très bon conducteur de l'électricité et de la chaleur.

Composition chimique. Cuivre pur, contenant parfois de l'argent, du bismuth, etc.

Propriétés pyrognostiques. Fusible à 780° C. Par refroidissement, se couvre d'une couche noire d'oxyde.

Soluble dans l'acide azotique avec un vif dégagement de vapeurs nitreuses. La solution est verte, elle devient d'un bleu foncé par addition d'ammoniaque.

Altérations. Le cuivre natif est fréquemment altéré en cuprite, en malachite, quelquefois en chessylite. Ces minéraux sont alors intimement mélangés à lui.

Diagnostic. La couleur, la malléabilité et les réactions chimiques constituent de bons caractères différentiels du cuivre et des autres métaux natifs.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le cuivre natif ne constitue à lui seul en France aucun gisement exploité, mais on le trouve comme accident dans quelques mines. Il se trouve particulièrement dans les gisements de chalcopyrite, mais il existe aussi comme rareté dans quelques filons plombifères ou stannifères. Il y provient évidemment de la réduction aux affleurements de solutions cuprifères, formées par l'altération de sulfures riches en cuivre.

a) *Dans les gisements métallifères.*

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Le cuivre natif paraît avoir été une rareté dans les filons cuprifères de Baigorry (voir à *panabase*). De Dietrich l'y a notamment trouvé à la mine Saint-Michel.

Pyrénées-Orientales. Le cuivre natif a été trouvé également comme accident dans la mine de Canaveilles.

Plateau Central. — *Tarn*. J'ai décrit il y a quelques années (*B. S. M.* XVII. 37. 1894) un curieux gisement cuprifère découvert dans la mine de las Costes en Alban la Fraysse. Vers 1892, les travaux ont mis à jour, au mur du filon d'hématite exploité, une poche remplie de cuivre natif, de cuprite, de malachite et de *lunnite* avec une gangue de quartz cristallisé. Cette poche, peu importante du reste, a été rapidement vidée; elle semblait se prolonger suivant la stratification des schistes encaissants.

Le cuivre natif y était intimement mélangé à de la cuprite d'un beau rouge cochenille et à du quartz. Il est dépourvu de formes géométriques et constitue parfois des blocs de plusieurs kilogrammes. La



Fig. 1.

Cuivre natif dendritique de Chessy. A droite sont placés des groupements réticulés du même minéral provenant de Broken hill (Nouvelle Galles du Sud) dans lesquels la structure est la même, mais plus distincte (*Photographie grandeur naturelle*).

malachite et la lunnite (voir tome III) se sont formées aux dépens du cuivre natif et de la cuprite qu'elles remplacent parfois complètement.

Les associations minéralogiques de ce gisement rappellent celles de Rheinbreitenbach dans la Prusse rhénane.

Aveyron. Le cuivre natif a été rencontré en petite quantité dans les mines de la Bessière près Najac, avec chalcopyrite, galène, bournonite, blende.

Puy-de-Dôme. Fournet a signalé l'existence de petites quantités de cuivre natif dans la mine de galène de Rosier à Pontgibaud.

Charente. Du cuivre en cubes ou en masses irrégulières est signalé par M. Barret (*Géol. du Limousin*, 1892. 189) dans la galène du gisement de Boryat.

Haute-Vienne. C'est comme accident rare que ce minéral a été trouvé dans les parties hautes des filons stannifères de Vaulry avec wolfram, mispickel, cassitérite, or natif, etc.

Rhône. Le cuivre natif s'est trouvé en certaine abondance sous forme de dendrites ou de petites masses ramuleuses minces dans l'argile de la mine rouge de Chessy. La fig. 1 représente un échantillon de ce genre. A la *mine noire* du même gisement, il était généralement associé au quartz.

J'ai rencontré de petites masses mousseuses de cuivre natif dans les géodes de quartz des haldes des mines de galène de Monsols et des Ardillats près Beaujeu ; ce minéral provient de la décomposition de la panabase fréquente dans ces gisements.

Vosges. — [*Alsace*]. Le cuivre natif a été trouvé comme accident minéralogique dans la mine de Framont.

Alpes. — *Hautes-Alpes*. Des masses de cuivre natif pesant jusqu'à deux kilogrammes ont été trouvées avec érubescite dans le vallon de Saint-Véran.

Alpes-Maritimes. Diverses mines de la vallée du Var, inexploitées aujourd'hui, se trouvant dans les schistes rouges et les grès bigarrés, ont fourni autrefois de remarquables échantillons de cuivre natif. M. Manhès m'a notamment communiqué des masses ramuleuses provenant des mines de la Roua en Saint-Guillaume et de la mine de la Cerisaie en la Croix, près Puget-Théniers.

M. Nentien m'a signalé une masse de cuivre natif pesant environ 60 kg. trouvée dans l'une de ces anciennes mines.

Corse. — Le cuivre natif en masses compactes ou ramuleuses constitue un accident dans les mines de sulfure de cuivre (voir *érubescite* et *chalcopyrite*) qui, en Corse, se trouvent dans les schistes éocènes au contact des gabbros et des serpentines. Les localités les plus remarquables à cet égard sont les suivantes : Focicchia, Erbajolo et Linguizzetta.

Nouvelle-Calédonie. — Le cuivre natif est assez abondant dans les mines du nord de l'île et notamment aux mines Balade et Pilou. Il forme, à Balade notamment, des masses ramuleuses ou dendritiques constituées par des cristaux déformés dans lesquels on peut parfois distinguer les formes p (100), a^1 (111), b^1 (110). Il est toujours intimement associé à de la cuprite dont il supporte parfois de fort jolis cristaux transparents d'un beau rouge rubis. Ces minéraux sont englobés dans le quartz des micaschistes grenatifères eux-mêmes imprégnés par les produits cuivreux. Il est probable qu'une recherche approfondie per-

mettrait de trouver dans ce gisement des cristaux intéressants et notamment des macles analogues à celles du Lac Supérieur. Les échantillons que j'ai eus entre les mains ne sont pas suffisants pour affirmer cette analogie qui me paraît très vraisemblable.

Madagascar. — J'ai vu, il y a quelques années, de très beaux blocs de cuivre natif rapportés d'Ambohimarina, au sud de Diégo-Suarez. Je n'ai aucun renseignement sur les conditions de ce gisement. D'après les indications que M. Grandidier a bien voulu me fournir, ces échantillons doivent venir de plus loin que cette localité, constituée par des formations sédimentaires (crétacé supérieur).

b) *Cuivre de cémentation.*

Les eaux qui circulent dans les mines de cuivre sont souvent chargées de sulfate de cuivre résultant de la décomposition de sulfures cuprifères. On les recueille dans des bassins renfermant des rognures de fer qui réduisent le cuivre et permettent de l'isoler sous forme métallique. Ce cuivre de cémentation forme rarement des cristaux distincts ; il constitue le plus souvent des rognons ou mamelons en choux-fleur plus ou moins irréguliers.



Fig. 2.
Cuivre natif de cémentation formé le long d'une boiserie de mine.

Une réduction analogue s'effectue naturellement dans les mines elles-mêmes, l'agent réducteur étant constitué par les poutres du boisage des galeries. Le cuivre se moule alors sur elles. Des échantillons de ce genre ont été très souvent observés à Chessy lors de l'exploitation de ces mines célèbres. La figure 2 représente un bel échantillon de ce genre produit dans la mine d'Herrengrund (Hongrie) (Collection du Muséum).

c) *Dans les fonderies.*

Les fonderies de cuivre fournissent souvent des cristallisations artificielles de cuivre métallique.

A ce point de vue, la fonderie de Sain-Bel, où était autrefois traité le minerai de Chessy mérite une mention spéciale, Romé de l'Isle a décrit des échantillons en provenant ; c'étaient des rameaux flexibles, articulés, formés par le groupement d'octaèdres réguliers (*Crist.* III. 308. 1783).

PLOMB

Le plomb natif accompagné d'oxydes a été signalé par de Gensanne (*Hist. natur. du Languedoc, partie minéral. et géoponique.* III. 186 et 208. 1777) dans diverses localités de l'Ardèche. Il résulte d'une enquête faite plus tard par le fils de ce savant que les produits dont il est question sont constitués par des résidus de fonderie de plomb et non par un produit naturel (*J. M.* IX. 317. 1799).

La collection du Muséum renferme un échantillon de l'un de ces gisements (l'Argentière). Il a été donné autrefois comme plomb natif; il est constitué par des grains de plomb métallique englobés dans un laitier verdâtre, translucide.

ARGENT

Ag

Cubique.

Macles. Macles suivant a^1 (111). Fréquents groupements se coupant sous des angles de 60° parallèlement aux diagonales d'une face octaédrique.

Formes observées. p (100), a^1 (111).

Faciès des cristaux. L'argent natif des gisements français se présente rarement en cristaux distincts ; le plus souvent, il constitue des masses aciculaires, fibreuses, contournées ou mousseuses. Dans quelques gisements, on trouve des chapelets d'octaèdres (Huelgoat, Nouvelle-Calédonie), soit seuls, soit le plus souvent groupés en assemblages réticulés

ou arborescents (Sainte-Marie-aux-Mines). Fréquemment ces octaèdres sont allongés suivant un axe ternaire montrant alors une symétrie pseudorhomboédrique.

L'argent natif se présente aussi sous forme de fils pelotonnés, en enduits ou en masses pulvérulentes, disséminées dans divers minerais.

Clivages. Pas de clivages.

Dureté. 2,5 à 3. Ductile et malléable.

Densité. 10,1 à 11,1. 10,5 (argent chimiquement pur).

Coloration et éclat. Blanc d'argent se ternissant à l'air, le minéral devient alors jaune, gris, puis noir. Éclat métallique. Opaque.

Composition chimique. Argent; souvent allié à une petite quantité d'or, de cuivre, d'antimoine, d'arsenic, de mercure, de platine, etc.

Essais pyrognostiques. Fusible à 1050° C. en un bouton blanc d'argent; cristallise par refroidissement; donne, au feu oxydant, un enduit rouge foncé d'oxyde d'argent. Soluble dans l'acide azotique, l'introduction d'une lame de cuivre dans la solution détermine la réduction de l'argent métallique, l'acide chlrorhydrique le précipite sous forme d'un précipité cailleboté de chlorure d'argent, insoluble dans l'acide azotique et soluble dans l'ammoniaque.

Altérations. L'argent natif est souvent recouvert d'enduits d'argyrite, de cérargyrite et de divers sulfures ou sulfosels argentifères.

Diagnostic. L'absence de clivage distingue l'argent natif de la dyscrasite et de l'amalgame. Il se ternit plus facilement à l'air que ces minéraux. Le diagnostic est complété par les propriétés chimiques et la structure.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Dans les mines françaises, l'argent natif se trouve dans deux catégories de filons, les uns sont des filons argentifères, cobaltifères et cuprifères à gangue calcaire, les autres des filons de galène à remplissage quartzeux [1].

1. On a vu en outre, page 389, que les sables de l'Approuague (*Guyane*) renferment de petites pépites contenant à la fois du platine, de l'or, de l'argent et du cuivre natif.

1° *Dans les filons argentifères, cuprifères, cobaltifères ou nickelifères.*

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Les filons de blende de la mine d'Ar, près les Eaux-Bonnes, sont coupés par de minces croiseurs à gangue calcaire, essentiellement constitués par un peu de blende, mélangée à de l'arite (voir à *arite*), de l'ullmannite, de la pyrrhotine et enfin divers minéraux argentifères. L'argent natif y a été rencontré en petites masses capillaires contournées, mais le minerai argentifère le plus fréquent semble avoir été la dyscrasite. On peut aisément isoler ces minéraux en attaquant leur gangue par de l'acide chlorhydrique faible.

Des tentatives d'exploitation ont été faites à de nombreuses reprises sur ces filons qui sont trop pauvres et situés à une altitude trop élevée pour pouvoir fournir quelque bénéfice; ils sont actuellement abandonnés.

Vosges. — [*Alsace*]. Les mines de Sainte-Marie-aux-Mines (Markirch) ont joui autrefois d'une très grande renommée et elles sont encore célèbres par le grand nombre des minéraux qui y ont été rencontrés. Il semble, d'après les anciennes descriptions, que les échantillons actuellement conservés dans les collections sont bien peu de chose, si on les compare à ceux qui furent jadis trouvés dans ce gisement.

D'après Gobet (*Anciens minéralogistes*), les mines de Sainte-Marie étaient exploitées au VIIe siècle. La première trace certaine de l'exploitation date de 963; celle-ci cessa en 1280 pour reprendre vers 1486. Les mines furent presque complètement abandonnées vers 1623; puis elles furent rouvertes par intermittence, avec des alternatives de succès et d'insuccès; elles sont actuellement inexploitées. Leur histoire a été faite par Delbos et Koecklin-Schlumberger (*Descr. géol. du Haut-Rhin*, II. 407. 1867, voir aussi Carrière, *Ann. Soc. émul. Saint-Dié*, VII. 1850). Comme il sera souvent question de ce gisement dans ce volume, je donnerai dès à présent, pour n'y plus revenir, les renseignements topographiques qui le concernent.

Les mines de Sainte-Marie-aux-Mines aboutissent à cinq vallons creusés dans le massif du Brésoir; ils sont situés au sud de la ville. Ce sont, en allant de l'ouest à l'est, le vallon de la petite Liepvre (Leverthal), le vallon de Phaunoux (Rauenthal) qui se réunit au précédent au

illage d'Echery et qui en est séparé par le Rain de l'horloge (Schülenberg), le vallon de Surlatte (Zillerthal), le Saint-Philippe (Prahegetz) qui s'ouvre à Sainte-Marie, enfin le vallon de Fertru (Furtelbach).

Il existe à Sainte-Marie deux catégories de filons. Les uns à gangue de calcite et de quartz sont surtout constitués par de la panabase argentifère et contiennent en outre de l'argent natif, de l'argyrite, de la pyrargyrite, de la proustite, de la chalcopyrite, de la malachite, de la smaltine, de la cobaltine, de la chloanthite, de l'arsenic natif, de la pharmacolite, de la blende (voir à ces espèces), etc. Ce sont ceux qui ont fourni la plus grande partie de l'argent extrait de Sainte-Marie-aux-Mines. Ils se trouvent plus spécialement dans le Rain de l'horloge et ils ont été attaqués par les deux versants, dans le val de Lièpvre et dans le vallon de Phaunoux.

Les autres filons sont plombifères et se trouvent surtout dans les massifs séparant les vallons de Surlatte, de Saint-Philippe et de Fertru. Ils renferment de la galène avec une gangue argiloschisteuse, souvent riche en graphite.

Les principales mines de la région portent les noms de Saint-Jacques, Chrétien, Glück-Auf, Gabe-Gottes, Saint-Guillaume, Fertru, Saint-Nicolas, Mine des Trois, Saint-Louis, Saint-Philippe, Trois Rois, Toussaint, Surlatte, etc.



Fig. 1.
Groupement réticulé d'argent natif. Sainte-Marie-aux-Mines. (*Photographie légèrement agrandie*).

Il semble que c'est surtout à la découverte qui a été faite autrefois de grandes quantités d'argent natif que les mines de Sainte-Marie doivent leur antique célébrité. Les anciens auteurs citent, en effet, la découverte de blocs d'argent natif pesant 50 livres en 1530, plus de 100 livres en 1539, de 1185 livres en 1581, de 500 livres en 1696, Romé de l'Isle cite (*Cristallographie*, III. 433. 1783) d'après Davila un magnifique échantillon d'argent natif sur gangue pesant un marc (0 kg. 255) et constitué par des groupements d'octaèdres articulés et enchevêtrés les uns dans les autres.

Les beaux échantillons d'argent natif sont devenus fort rares depuis la fermeture des mines. Ceux que j'ai examinés se trouvent dans la collection du Muséum et lui ont été en partie donnés par M. Daubrée.

Je citerai tout d'abord un échantillon de cristaux réunis en groupements réticulés représentés par la fig. 1. Ils sont engagés dans du quartz qui les moule.

Les fig. 2 et 3 représentent deux beaux échantillons d'argent ramuleux et filiformes de la même origine ; ils sont tout à fait dépourvus de gangue.

Enfin j'ai vu d'assez nombreux échantillons d'argent natif capillaire constitués par de très petits fils entrelacés. Ces échantillons remplissent les cavités du quartz hyalin et sont associés à des tétraèdres de panabase qu'ils imprégnent fréquemment, à de la dolomie, de l'argyrite, etc.



Fig. 2 et 3.

Argent natif ramuleux et filiforme de Sainte-Marie-aux-Mines (*Photographies grandeur naturelle*).

On a trouvé aussi l'argent natif associé à de la blende, de la proustite.

L'argent natif a été surtout rencontré dans les filons du vallon de Phaunoux (Saint-Philippe, Chrétien supérieur, Glück-auf, Gabe-Gottes, Saint-Guillaume) et dans les anciens travaux de la vallée de Fertru.

Alpes. — *Isère*. La mine de la montagne des Chalanches, située à 2159 mètres d'altitude au-dessus du confluent de l'Olles et de la Romanche, est un des gisements minéralogiques français les plus remarquables. Étudiée à de nombreuses reprises par de Bournon, Dolomieu, Faujas de Saint-Fond, de Dietrich, Guettard, etc., elle a été notamment décrite par Schreiber, son premier directeur (*J. P.* XXIV. 380. 1784), par de Bournon (id. 200 et 430) et par Héricart de Thury (*J. M.* XX. 1806. 41). Découverte en 1767, concédée en 1776 au comte de Provence, elle devint propriété nationale en 1792 et fut cédée à des particuliers en 1805. Après des alternatives de fermeture et de réouverture, elle est aujourd'hui abandonnée.

D'après Gueymard (*Statist. minéral. de l'Isère*, 1844, 407), cette mine a produit, depuis l'origine jusqu'à 1801, 9453 kg. 470 d'argent. Les

minerais des Chalanches étaient traités dans les fonderies d'Allemont et c'est sous ce dernier nom que les minéraux que nous allons étudier sont souvent désignés dans les collections.

Les filons s'observent sur une surface d'environ 600 m. sur 500 m., au milieu des gneiss et des amphibolites : ils sont extrêmement nombreux et irréguliers, deux ou trois seulement atteignent 100 mètres et beaucoup n'ont que quelques mètres de longueur. Leur richesse en argent n'est pas moins variable, tels d'entre eux, renfermant par places 30 à 40% d'argent, n'en contiennent plus du tout à quelques mètres plus loin. Il existe aussi des filons couches et des rognons de minerai irrégulièrement distribués.

Les gangues ordinaires sont constituées par de la calcite, une limonite plus ou moins argileuse, de l'épidote, de l'asbeste, parfois du quartz, du gypse. Le minerai argentifère principal est l'argent natif, mais on y trouve aussi l'argyrite, la dyscrasite, la pyrargyrite, la cérargyrite et de nombreux autres minéraux qui seront étudiés à leur place dans cet ouvrage : mercure natif, cinabre, amalgame, galène, panabase, chalcopyrite, malachite nickéline, chloanthite, pyrite, mispickel, löllingite, blende, smaltine, cobaltine, asbolane, érythrine, antimoine natif, allemontite, stibine, etc.

L'argent natif n'a jamais été trouvé cristallisé ; il est ramuleux, filiforme, capillaire, lamelleux, granuleux ou pulvérulent. Les nombreux échantillons que j'ai eu l'occasion d'étudier proviennent soit des exploitations du siècle dernier, soit de la dernière reprise. Leur gangue la plus habituelle est une asbolane noire ayant souvent un aspect terreux. Ce minéral est fréquemment mélangé de cinabre (il est alors plus noir), d'érythrine, d'annabergite, etc. L'argent natif forme au milieu de cette substance des masses ramuleuses ou filiformes ; il y est aussi finement divisé et l'on a cité des blocs de ce minerai renfermant plus de 50 % d'argent bien que ce métal n'y soit pas visible à l'œil nu. Ce mélange d'asbolane, d'érythrine, d'argent natif, avec parfois un peu de malachite, est ce que les anciens minéralogistes appelaient *mine d'argent merde d'oie*, « à cause de son peu de consistance et des couleurs variées qu'on y remarque telles que le jaune, le vert, le noir, le rougeâtre etc. » (Romé de l'Isle, *Descript. méthod. d'une collection de minéraux*, 1750. 1773. p. 32). Ce minerai est généralement fragile, à moins qu'il ne contienne une très grande quantité d'argent natif qui lui donne de la cohésion.

L'argent natif filiforme s'est rencontré aussi parfois dans la calcite, le quartz, l'épidote, la chlorite, la nickéline, la blende, la panabase, parfois la cobaltine, l'antimoine natif.

J'ai entre les mains un bel échantillon, provenant du puits Vaussenat, dans lequel de l'argent natif filiforme est intimement mélangé à de l'argyrite lamellaire dans une gangue calcaire.

2° *Dans les filons plombifères à gangue quartzeuse.*

L'argent, si abondant sous forme de galène argentifère, ne se trouve à l'état natif que dans fort peu de gisements français; il n'y constitue qu'un accident limité aux parties superficielles des filons.

Bretagne. — *Finistère*. La célèbre mine de galène de Huelgoat, dont il sera question à l'article galène, a produit autrefois un minerai argentifère très riche. Il était constitué par du quartz, mélangé à une limonite terreuse, scoriacée ou stalactiforme, toujours très poreuse, imprégnée d'argent natif, de cérargyrite, de bromyrite. Ces minéraux y étaient souvent très divisés et invisibles à l'œil nu, mais souvent aussi ils s'isolaient dans de petites géodes.

Les échantillons d'argent natif que j'ai examinés se trouvent aujourd'hui dans la collection du Muséum et m'ont été donnés par M. de Limur. L'argent natif forme de petites masses mousseuses ou des aiguilles constituées par des octaèdres empilés le long d'un axe ternaire et se groupant sous des angles de 60 et 120° environ. Ils remplissent les cavités d'une limonite à faciès ligneux ou stalactiforme. Ces échantillons d'argent n'adhèrent pas à leur gangue et sont souvent si délicats que le moindre souffle les en détache.

Les mines de Huelgoat sont depuis longtemps abandonnées et ces jolis échantillons, noircissant rapidement à l'air, ne se trouvent plus aujourd'hui que dans les vieilles collections.

Plateau central. — *Loire*. L'argent natif a été trouvé en 1865 et en 1869 dans la mine de galène de la Pacaudière, associé à la cérusite et à divers minéraux plombifères et cuprifères. M. Manhès, qui a fait cette découverte, a bien voulu me communiquer les échantillons que j'ai étudiés.

Ils consistent en morceaux de chrysocole verte, compacte, seule ou associée à de la cérusite ; l'argent natif y est englobé en larges lames,

minces et dépourvues de formes géométriques. L'argent natif n'a jamais constitué dans cette mine qu'un accident minéralogique.

Rhône. L'argent natif a été signalé dans le filon de Montchonay en les Ardillats (voir à *panabase*). Je n'ai pas vu d'échantillons de ce gisement.

Vosges. — J'ai observé de petites masses ramuleuses d'argent natif dans les cavités d'un échantillon de quartz du filon de la Croix-aux-Mines. Il y est associé à de la proustite, de la panabase et de la chloanthite.

Haute-Saône. Thirria signale l'argent natif comme minerai accessoire des anciennes mines de galène de Château-Lambert (*Stat. minér. Haute-Saône*, 1833).

Algérie. — *Constantine.* J'ai observé de petits filaments d'argent natif groupés en masses mousseuses dans les géodes d'un échantillon de löllingite provenant de la mine de Kef-oum-Théboul (voir *chalcopyrite*).

Congo français. — Parmi les échantillons de dioptase rapportés de Mindouli par M. Thollon (voir tome I, p. 260) se sont parfois rencontrés de petits cristaux d'argent natif (Jannettaz, *B. S. M.* XIV. 68. 1891). Ce sont des octaèdres réguliers empilés suivant un axe quaternaire.

Dans les échantillons que j'ai personnellement observés, l'argent natif en rameaux ou en petites masses cristallines est implanté sur la dioptase ; les deux minéraux sont recouverts par de la calcite.

Nouvelle-Calédonie. — Les parties superficielles oxydées de la mine Meretrice (rive gauche du Diahot) sont riches en limonite scoriacée, renfermant en assez grande abondance les cristaux de cérusite et d'anglésite qui seront décrits tome III. Dans quelques échantillons, riches en cérusite, j'ai observé (*B. S. M.* XVIII. 53. 1894) une sorte de mousse d'argent natif d'un beau blanc à éclat métallique. Elle est constituée par des fibrilles extrêmement fines et enchevêtrées ; celles-ci sont parfois implantées sur des cristaux de cérusite. Il y a une grande analogie d'aspect et de mode de formation entre cet argent natif et celui de Huelgoat dont il a été question plus haut.

Gisement improbable.

Normandie. — *Calvados.* L'existence d'argent natif en granules, dans les fentes des schistes ardoisiers de Curcy, a été signalée par

Hérault (*A. M.* II. 71. 1825). Berthier, qui en a fait l'analyse, a montré que ce métal avait la composition de l'argent monnayé (Ag = 90, Cu = 10). Ce gisement paraît donc apocryphe.

AMALGAME

($Ag^n Hg^m$)

Cubique.

Formes observées : *p* (100), a^1 (111), b^1 (110), a^2 (211).

Faciès. L'amalgame se présente soit en cristaux normalement développés, *p* (100), b^1 (110), a^1 (111), a^2 (211), etc., soit en grains ou en masses irrégulières.

Clivages. Traces de clivage suivant b^1 (110). Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 3,35. Fragile dans les variétés riches en mercure. Malléable (*arquérite*).

Densité. 13,75 à 14,1.

Coloration et éclat. Le minéral et sa poussière sont blanc d'argent. Éclat métallique brillant. Opaque.

Composition chimique. La composition varie de $Ag^2 Hg^3$ (*a*) à $Ag^{12} Hg$ (*arquérite*) (*b*) et $Ag^{36} Ag$ (*kongsbergite*) (*c*). *d*, analyse de l'amalgame de la mine des Chalanches, par Cordier (*J. M.* XII. 1. 1802).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
Ag.....	26,4	86,6	95,1	27,5
Hg.....	73,6	13,4	4,9	72,5
	100,0	100,0	100,0	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, décrépite, puis le mercure se sublime en gouttelettes, laissant un résidu d'argent métallique. Sur le charbon, le mercure se volatilise, laissant un globule d'argent. Quand on frotte avec une lame de cuivre un échantillon d'amalgame, l'argent se dépose à la surface du cuivre.

Soluble dans l'acide azotique.

Diagnostic. Les essais pyrognostiques constituent un bon diagnostic différentiel de l'argent natif et de la dyscrasite. L'amalgame ne se ternit pas à l'air comme ces minéraux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'amalgame est connu dans quelques mines de cinabre et d'argent. Je n'ai à citer qu'un seul gisement français.

Je rappellerai que le gisement qui a fourni les plus beaux cristaux de ce minéral est celui de Moschellandsberg (dans le Palatinat), qui n'est pas loin de la frontière de Lorraine.

Alpes. — *Isère*. Schreiber a découvert, en 1786, dans les filons argentifères de la mine des Chalanches (*J. M.* 432. 1779), un amalgame mou (et par suite pauvre en argent) associé au mercure natif, indiqué plus loin. C'est celui qu'a analysé Cordier (analyse *d*).

Ce minéral paraît avoir constitué une grande rareté aux Chalanches et Héricart de Thury ne le cite même pas dans sa monographie de ce gisement (*J. M.* XX. 85. 1806). J'en ai trouvé un bel échantillon parmi les argents natifs des Chalanches que possède la collection du Muséum. Il est formé par de l'asbolane, veinée d'érythrine. Au milieu de ces produits terreux, s'observent des filets d'argent natif, noircis par le temps et de l'amalgame se distinguant bien de l'argent natif par sa couleur d'un blanc très vif et son éclat. Il existe quelques petits cristaux arrondis p (100), b^1 (110), a^1 (111), a^2 (211), et surtout de petites masses clivables. Le minéral est malléable et donne, dans le tube, un abondant sublimé de mercure natif.

Gisement douteux.

Bretagne. — *Morbihan*. Je citerai avec doute l'existence signalée par Durocher (*C. R.* XXXII. 902. 1851.) d'amalgame d'or et d'argent accompagnant le mercure natif dans les alluvions stannifères de la vallée des Haies entre Sérent et Malestroit.

MERCURE

Hg

Liquide à la température ordinaire. Solide et cubique avec clivages cubiques à — 40° C.

Densité : 13,596 (à — 40° 14,4).
Coloration et éclat. Blanc d'étain. Opaque

Composition chimique. Mercure pur, avec souvent des traces d'argent.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, entièrement volatil à 350° C. Facilement soluble dans l'acide azotique avec dégagement de vapeurs nitreuses.

Diagnostic. L'état liquide du mercure à la température ordinaire suffit, à lui seul, à caractériser le minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le mercure natif est un minéral rare, suintant parfois dans les fentes du cinabre. Il a été signalé dans des geysers et parfois dans des argiles, des schistes de diverses formations géologiques. L'authenticité de beaucoup de gisements de cette dernière catégorie peut être mise en doute.

1° *Dans les gisements de cinabre.*

Alpes. — *Isère*. Le mercure natif a été trouvé, en 1786, dans un filon de la mine des Chalanches (voir page 409).

Les gouttelettes étaient mélangées à du cinabre, de l'argent natif, de l'amalgame, de l'asbeste, englobés par de l'asbolane. Le minerai enveloppant ces minéraux mercurifères renfermait 212 grammes d'argent par kilogramme (Schreiber, *J. M.* IX. 431. 1799).

Nouvelle-Calédonie. — Le mercure natif en gouttelettes suinte dans les fentes du cinabre de Bourail dont il sera question plus loin.

2° *Gisements douteux.*

Le mercure natif coulant a été signalé à diverses reprises par plusieurs auteurs dans des gisements français; pour quelques-uns d'entre eux, il est fort probable que le mercure trouvé a dû y être apporté; pour d'autres, les observations demandent confirmation. Je n'ai aucun document personnel sur cette question et suis fort sceptique sur l'authenticité de tous ces gisements qui, chose à noter, se trouvent presque tous dans des lieux habités actuellement ou anciennement.

Bretagne. — *Morbihan*. On a vu plus haut que Durocher a signalé du mercure et des amalgames d'or et d'argent dans les allu-

vions stannifères et aurifères de la vallée des Haies entre Sérent et Malestroit.

Corbières. — *Hérault*. Le mercure natif a été anciennement signalé à Montpellier (Sauvage, in *Hist. Acad. Sc. Montpellier*. 1760. 24). D'après Chaptal (*Élém. Chim.* II. 368. 1796), le minéral formait des gouttelettes dans des grès ferrugineux, ceux-ci appartiennent à l'astien et recouvrent les sables de Montpellier (plaisancien). Marcel de Serres (*B. S. G.* C. IV. 367. 1834) revint sur cette question; en 1830 et en 1834, d'abondantes gouttelettes de mercure furent trouvées dans une marne calcaire de divers quartiers de la ville, notamment près du chemin de fer de Cette et au Champ de l'Olivette près le ruisseau de Dagarelles. Ce mercure était associé à de petites veinules de calomel se présentant en cristaux distincts. M. Delage m'a fait savoir que la collection de la Faculté des sciences de Montpellier possède un échantillon de ce mercure en gouttelettes dans le poudingue plaisancien, trouvé dans les fondations du palais de justice. M. Delage le considère comme ayant bien été trouvé en place; M. de Rouville, du reste, ne doute pas de l'authenticité de ce gisement (*Descr. géol. de Montpellier*. 95. 1853).

L'existence de mercure natif abondant a été indiquée par M. Thomas (*C. R.* LXXXII. 1111. 1876) dans les détritus de la montagne du bois de Cazilhac (canton de Ganges), sur les versants de la rivière de la Vis en amont, et de l'Hérault en aval, ainsi qu'à Saint-Jean-de-Buèges (canton de Saint-Martin-de-Londres), sur les versants de la rivière de la Foux.

M. Duchartre a donné au Muséum, en 1867, un échantillon d'une marne salleuse micacée d'Aureille près Capestang, supportant à sa surface un grand nombre de gouttelettes de mercure. L'échantillon est indiqué comme ayant été trouvé lors du creusement des fondations d'une maison.

Cévennes. — *Gard*. Leymerie a rapporté une observation de M. Quatrefages (*C. R.* LXXXIV. 912. 1877) d'après laquelle une assez grande quantité de mercure natif aurait été trouvée au milieu des champs du domaine du Cros, à Valleraugue.

Plateau Central. — *Aveyron*. Le même auteur a longuement décrit (*C. R.* XVI. 1313. 1843 et LXXXII. 1418. 1876) la découverte de mercure qui aurait été faite à Saint-Paul-des-Fonts, au pied du

massif calcaire de Larzac, dans des marnes liasiques à bélemnites. Ce minéral aurait été recueilli en grande quantité à l'aide de rigoles au milieu des terres labourées et utilisé par les paysans pour le traitement des maladies de leurs moutons. Les paysans auraient constaté l'action nocive du minéral sur la végétation. Leymerie considère le mercure de ce gisement, ainsi que celui des localités qui viennent d'être énumérées, comme existant réellement en place.

Haute-Vienne. Le mercure natif a été signalé par Alluaud (*A. M.* IX. 415. et *B. S. G.* VII. 203. 1836) à Peyrat-le-Château. Une douzaine de livres de mercure auraient été trouvées dans des roches granulitiques altérées, ouvertes pour les fondations d'une maison, située elle-même sur l'emplacement d'un vieux château féodal. D'après la description d'Alluaud qui considérait le mercure comme en place, ce métal se serait trouvé à l'état d'imprégnation irrégulière sur une surface d'une centaine de mètres. Sur ma demande, un de mes élèves, M. Bouhard, s'est rendu sur les lieux ; il n'y a pas trouvé trace de mercure.

Bassin du Rhône. — *Isère.* On a signalé du mercure en grande quantité à Vienne, sur le quai longeant le torrent du Chères, dans les fondations d'une maison creusées dans un tuf calcaire poreux. Bournon considérait ce mercure comme étant d'origine accidentelle (*J. P.* XXIV. 207. 1784).

Var. Des gouttelettes de mercure natif ont été signalées par de Villeneuve-Flayosc (*Descr. min. du Var*, 509. 1856) dans les marnes jurassiques entre Ollioules et le quartier d'Alançon.

Algérie. — *Alger.* Ville a cité (*Recherches sur les roches*, etc., *d'Oran*, 384. 1852) la trouvaille faite, en 1847, du mercure natif dans une carrière de calcaire tertiaire de la ville d'Arzeu : il était disséminé dans une argile rougeâtre, remplissant les fentes de ce calcaire.

Sénégal. — A plusieurs reprises, du mercure a été rapporté du Sénégal et indiqué comme provenant de Saint-Louis ou d'autres lieux habités.

Enfin Hellot (I. 7) a cité le mercure dans une terre de Bourbonne-les-Bains (*Haute-Marne*) et à Langon, à une trentaine de kilom. de Bordeaux (*Gironde*) (*op. cit.*, 51).

OR

Au

Cubique.

Formes observées. a^1 (111). Dans les gisements français, l'or natif ne se rencontre en cristaux qu'à la Gardette; d'ordinaire, on le trouve en masses contournées, aplaties, en écailles, en petits grains roulés ou en pépites.

Clivages. Pas de clivages.

Dureté. 2.5 à 3. Très malléable et ductile.

Densité. 15.6 à 19.33. Électrum 12.5 à 15.5.

Coloration et éclat. Jaune d'or, rarement orangé, jaune passant au blanc d'argent (*électrum*). Éclat métallique. Opaque.

Composition chimique. Or pur, le plus souvent allié à des quantités variables d'argent; l'or natif renfermant plus de 20 % d'argent constitue l'*électrum*.

Quelques ors renferment du palladium (*porpezite*), du rhodium (*rhodite*), du bismuth (*maldonite*). Ces variétés n'existent pas dans nos gisements.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond facilement. Sans action sur le borax et le sel de phosphore. Soluble dans l'eau régale seulement; l'électrum laisse un résidu de chlorure d'argent.

Diagnostic. La couleur, les propriétés physiques et la résistance à tous les acides, autres que l'eau régale, ne permettent de confondre l'or avec aucun autre minéral métallique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'or natif se rencontre dans deux catégories de gisements.

1° Dans des gisements en place.

2° Dans des formations sédimentaires.

L'or du second genre de gisements provient de la démolition des roches aurifères du premier.

Les écrivains de l'antiquité (Diodore de Sicile (V. 27. 1), Strabon, Pline), sont tous d'accord sur l'existence de mines d'or en Gaule (*Gallia*

aurifera); ils semblent avoir connu les gisements des Pyrénées et des Cévennes, ainsi qu'il résulte des indications suivantes que M. Bougier a bien voulu vérifier sur le texte.

Strabon, notamment, dans trois passages différents, nous indique les principaux gisements exploités à son époque.

D'abord, dans la région centrale des Pyrénées, le pays des Tarbelliens, où il est aisé de reconnaître le nom de Tarbes, renfermait les mines où le travail était le plus actif. (Strabon, III. 2. 1. Ἔχουσι δὲ Ταρβελλοι τόν κόλπον; παρ οἷς ἐστι τὰ χρυσεῖα σπουδαιότατα πάντων, etc. On y trouvait, dit-il, dans des tranchées peu profondes des pépites presque pures et assez grosses pour remplir la main (?).

Les Tectosages ou Toulousains possédaient un territoire riche en or. (Strabon, IV. 1. 13 : πολύχρυσόν τε νέμονται γῆν). Comme ils étaient fort superstitieux, la plus grande partie de ce métal s'entassait dans les temples ou même sous forme de lingots dans les étangs sacrés dont le pays était parsemé. Si l'on considère que la cité des Albigeois faisait partie de la confédération des Tectosages, on aura de fortes raisons pour croire que c'était dans leur pays que se trouvaient les mines d'or citées par Pline l'Ancien et qui fournissaient l'or, pauvre en argent, appelé *metallum albicratense* (Pline l'Ancien, XXCIII. 23).

En rapprochant le passage de Pline du texte de Strabon relatif aux mines d'or de la Gaule (Strabon, III. 2. 8 et *loc. citat.*) : « Les mines les plus riches de la Gaule se trouvent dans la partie des Cévennes qui regarde le nord et qui appartient aux Volces Tectosages[1] », nous sommes amené à conclure que les gisements les plus riches connus par les Romains se trouvaient aux environs de la Montagne Noire et des Cévennes.

On verra plus loin que les Gaulois ont certainement connu les gisements du Limousin et de la Bretagne. Il est probable du reste qu'ils n'ont jamais exploité que les alluvions aurifères.

1° *Dans les gisements en place.*

a) *Dans les granulites.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* L'or natif dans les roches éruptives est fort rare. J'ai à citer à cet égard un gisement fort intéressant, autre-

1. Si l'on examine d'un peu près le texte de Strabon, on y voit que les mines

fois trouvé par Dubuisson aux environs de Nantes, dans la carrière de Rodières, sur la route de Rennes. L'échantillon que la collection du Muséum doit à ce savant renferme de petites masses lamelleuses d'or natif, associées, dans une géode de la granulite, à des cristaux de quartz et d'apatite violette. Les granulites de cette région (Doulon) renferment de la cassitérite.

Peut-être est-ce à un genre de gisement analogue qu'il y a lieu de rapporter l'origine de l'or alluvial, qui n'est pas rare dans divers points de la Bretagne.

b) *Dans les filons quartzeux.*

C'est surtout dans des filons de quartz que se trouve l'or natif filonien. C'est là, ou dans quelques cas exceptionnels dans les schistes cristallins coupés par eux, que nous aurons à l'étudier dans les gisements français.

L'or des filons quartzeux est parfois visible à l'œil nu, formant dans le quartz des masses cristallines ou feuilletées, mais souvent aussi il existe en particules extrêmement fines, invisibles même à l'aide d'une loupe; comme d'autre part la totalité de l'or de certains filons quartzeux n'est pas amalgamable, on a pensé qu'une partie de cet or pouvait y être à l'état d'aurosilicate.

C'est un fait presque général que les filons aurifères s'apprauvrissent en profondeur. A la surface du sol, l'or y existe à l'état natif, mais en profondeur, on rencontre des pyrites, des sulfures, sulfoantimoniures, sulfoarséniures, parfois des tellurures, beaucoup plus difficiles à traiter pour l'extraction du précieux métal.

Si l'or existe surtout à l'état natif aux affleurements, c'est parce que les sulfures et surtout la pyrite, à laquelle il est généralement associé, se sont altérés sous l'action oxydante des eaux superficielles ; il se produit alors des oxydes de fer et de l'or natif, englobé par le cadavre de la pyrite. Parfois ces oxydes disparaissent complètement, laissant l'or en feuilles, en petites masses ou en cristaux dans des cavités du quartz qui représentent la place des anciens cristaux de pyrite.

Le quartz aurifère offre des aspects variés, il se rapproche parfois du quartz hyalin, il est alors bleuâtre en profondeur, rosé aux affleurements; dans d'autres cas, il est blanc.

du pays des Tarbelliens étaient les plus sérieusement exploitées, mais que cependant celles des Tectosages étaient les plus riches.

L'or natif est toujours plus ou moins argentifère.

L'association de l'or natif à des tellurures n'existe pas dans les gisements étudiés dans ce livre. Nous aurons à citer plus loin des gisements français dans lesquels il existe des mispickels aurifères [Bournac (*Cantal*), Pontgibaud (*Puy-de-Dôme*), Saint-Pierre Montlimart (*Maine-et-Loire*), etc.], des galènes, des panabases, des chalcopyrites contenant le même métal précieux qui n'y a cependant jamais été trouvé à l'état individualisé (voir à ces minéraux).

Je ne m'occuperai ici que des filons de quartz à or natif libre.

Plateau Central. — *Cantal*. M. E. Becquerel a signalé l'existence de paillettes extrêmement fines d'or natif dans le filon de galène de Saint-Santin-Cantalès qui serait à la fois argentifère et aurifère.

Haute-Vienne. Les filons stannifères de la chaîne de Blond sont aurifères surtout à leur partie supérieure. L'or y est extrêmement divisé (Vaulry et surtout Cieux), mais il apparaît au lavage et se retrouve dans les alluvions stannifères résultant du démolissage des filons. La présence de l'or dans les deux gisements précités a été mise en évidence par les recherches entreprises en 1856; ces mines sont aujourd'hui abandonnés.

Loire. Un mémoire de Jars le fils, inséré dans la collection des anciens minéralogistes de Gobet (II. 624. 1770), est consacré à une mine d'or située à Saint-Martin-la-Plaine. Elle aurait été abandonnée à cause de sa pauvreté, mais aurait donné à un certain moment beaucoup d'or natif. L'auteur cite notamment ce passage de l'*Histoire de France* de Pierre Mathieu (t. II. 207. 1709) : « La première production fut admirable; et, entre plusieurs belles pièces qui s'en tirèrent, j'en montrai une au roi, aux Tuileries, belle, riche et admirable, en laquelle l'or paraissait et poussait comme des bourgeons de vigne. » L'or de cette mine aurait fourni la matière d'une coupe contenue dans le trésor de l'abbaye de Saint-Denis et portant d'un côté l'inscription suivante : « *Vase faict de l'or de la mine de Saint-Martin* » et de l'autre « *Offert à Marie de Médicis* » (Rimaud, *Rev. du Lyonnais*, IX. 140. 1839). M. E. Müntz, si compétent en ces matières, a bien voulu, sur ma demande, faire des recherches dans les inventaires du trésor de l'abbaye de Saint-Denis, sans rien trouver se rapportant à ce vase dont l'authenticité paraît douteuse.

D'après Rimaud, cette mine d'or se trouverait près du hameau de Bissieux dans la vigne connue sous le nom de *la Mine*. Les derniers

travaux ont été exécutés en 1745. Grüner n'a plus retrouvé aucune trace du filon, mais seulement de nombreux blocs de quartz blanc jaunâtre, différent comme aspect du quartz blanc laiteux de la région et provenant probablement des trous de mine aujourd'hui fermés (*Desc. géol. de la Loire*, 260. 1857).

La réalité de l'existence de l'or dans ce filon est rendue probable par l'existence de paillettes d'or dans le ruisseau de Bosançon qui coule dans cette commune.

Puy-de-Dôme. Bouillet a cité l'or dans un filon de quartz au sud du cap de Prudelles.

Vosges. — *Haute-Saône*. L'existence de l'or natif a été indiquée par Thirria (*Statist. min. de la Haute-Saône*, 61. 1833) dans les filons de Château-Lambert et dans ceux dits de Loury et du Crémaillot à Plancher-les-Mines. Ce métal précieux y serait disséminé en très petites portions dans les minerais de cuivre.

Alpes. — *Isère*. La mine de la Gardette en Villard-Eymond près du Bourg d'Oisans est la seule qui, dans la France continentale, ait



Fig. 1.

Médaille frappée en 1786 avec le premier lingot d'or, obtenu à la fonderie d'Allemont, par le traitement du minerai de la Gardette.

d'une façon authentique produit une certaine quantité d'or en place. Elle a été découverte à la fin du siècle dernier et fut concédée, en 1776, au comte de Provence qui la fit exploiter par le célèbre ingénieur des mines, Schreiber. Les travaux durèrent de 1781 à 1788 et furent alors abandonnés avec un gros déficit.

La fig. 1 représente une médaille que fit frapper le comte de

Provence à l'occasion du premier lingot d'or obtenu à la fonderie d'Allemont avec l'or de la Gardette. Plus récemment, en 1831, le gisement a été à nouveau concédé et l'exploitation ne tarda pas à être abandonnée (1840) ; malgré ces insuccès répétés, de nouveaux travaux vont être, paraît-il, prochainement entrepris.

Le filon de la Gardette atteint $0^m 9$ de puissance ; il est constitué par du quartz compact ou confusément cristallisé, renfermant par places de grandes géodes, hérissées de magnifiques cristaux de quartz hyalin qui constituent la plus grande partie des échantillons se trouvant dans les collections sous le nom de quartz du Dauphiné. Ce filon est remarquable par la fréquence des surfaces polies, ou miroirs de glissement, marquées de stries parallèles horizontales. Il présente un certain nombre de réouvertures dont le remplissage se distingue par des différences de structure et de composition minéralogique.

Les minéraux accompagnant l'or sont constitués par de la galène, de la blende, de la pyrite, de la chalcopyrite, de la panabase, de la limonite, des oxydes de manganèse, de la pyromorphite qui sont tous aurifères (Héricart de Thury, *J. M.* XX. 110. 1806). L'or natif se trouve en lames ou en grains, le plus souvent englobés dans un quartz bleuâtre ; il est particulièrement abondant dans les étranglements du filon. L'or imprègne parfois aussi de la galène à larges faces ; enfin il existe également dans le quartz, en particules invisibles à l'œil nu.

Dans les nombreux échantillons que j'ai eus entre les mains, l'or est quelquefois accompagné par de l'aikinite avec laquelle il est intimement mélangé et par un autre minéral noir à éclat gras, rappelant celui du polycrase. Il cristallise en longues aiguilles, aplaties, fortement striées longitudinalement. Le minéral est infusible au chalumeau, difficilement attaqué par l'acide azotique, décomposé par l'acide sulfurique bouillant : au chalumeau, avec le sel de phosphore, il donne au feu réducteur un verre jaune à chaud, vert à froid (urane). La solution sulfurique évaporée à sec, puis additionnée d'acide chlorhydrique prend une belle coloration bleue. Il est probable que ce minéral est voisin du polycrase ; je n'ai pu malheureusement en recueillir que des traces : il est englobé par la galène et par l'or ; c'est sans doute lui ou l'aikinite que Héricart de Thury a indiqué sous le nom de tellure en aiguilles.

Plusieurs des échantillons du minerai provenant de l'exploitation de 1840 (filon Gueymard), que j'ai examinés, renferment des masses

ramuleuses d'or imprégnant de la galène à larges clivages. Elles sont formées parfois par des cristaux irréguliers caverneux, associés souvent à la galène sous forme de pegmatite. En dissolvant la galène dans l'acide azotique, j'ai pu isoler des cristaux distincts constituant des macles cristallitiques à symétrie binaire, dont l'interprétation exacte est rendue impossible par le mauvais état des faces qui ne permet aucune mesure précise.

Gueymard a découvert, en 1852, un autre filon aurifère, situé près du château de Lamotte-les-Bains, au milieu d'un calcaire du lias supérieur. L'or natif est disséminé dans les fissures d'un petit filon de calcite ferrifère et parfois accompagné d'annabergite (*B. S. G.* XII. 1852). Je n'ai vu aucun échantillon de ce gisement.

Guyane. — On verra plus loin les indications relatives aux placers de la Guyane ; l'or se trouve aussi dans cette région au milieu de filons de quartz qui commencent à être exploités avec succès.

La côte de la Guyane est formée par une zone très basse d'alluvions au delà de laquelle s'élèvent des collines qui ne dépassent guère 300 mètres d'altitude ; elles sont elles-mêmes dominées par un plateau marécageux et par d'autres collines inexplorées. Les exploitations aurifères se trouvent dans la première zone de collines. Le sol paraît constitué par des schistes cristallins (gneiss, micaschistes, etc.), traversés par des roches éruptives anciennes (granites, granulites, diorites) ; les filons aurifères semblent être en relation avec les diorites. Comme dans toutes les régions tropicales, les roches sont décomposées à leurs affleurements et transformées en une sorte d'argile rouge, appelée *cascajo*. On trouve parfois, au milieu de celle-ci, des filons aurifères restés en relief, mais il y aurait aussi, d'après M. Viala (*Les filons d'or de la Guyane*, 1886), des veinules aurifères postérieures au cascajo.

Les quartz aurifères les plus riches sont d'un gris bleuâtre foncé, parfois blanc laiteux ou rose clair ; ils renferment rarement de petites géodes et ont parfois une structure saccharoïde. En profondeur, ces filons se chargent de pyrite. L'or y est souvent concentré en larges masses, mais le plus souvent il est extrêmement divisé et invisible à l'œil nu ; c'est ce qui arrive fréquemment dans les quartz très riches.

La collection du Muséum renferme de beaux échantillons riches en or lamelleux, qui forme une trame continue au milieu du quartz.

Les filons aurifères ont été reconnus, sinon exploités, dans la plupart des régions à placers, énumérées plus loin. Les placers Élysée, Enfin, Dieu-Merci, Saint-Élie, le Pottineur, Adieu-Vat et Montalbo près Cayenne peuvent être cités à ce point de vue.

Madagascar. — D'après des échantillons aurifères provenant des placers de Mevatanana, échantillons donnés au Muséum par M. Suberbie, il semble qu'il existe dans cette région des filons de quartz aurifères. Ils sont constitués par du quartz blanc rosé renfermant des nids d'or, visibles à l'œil nu.

Nouvelle-Calédonie. — Des filons quartzeux aurifères irréguliers et pauvres ont été trouvés dans la vallée du Diahot à la base des schistes supérieurs. L'un d'eux a même été exploité à Manghine, sur la rive gauche du Diahot. L'or y est accompagné de pyrite, de chalcopyrite, de galène, de blende, de mispickel. L'échantillon que possède la collection du Muséum est constitué par un quartz blanc laiteux offrant quelques mouches aurifères visibles à l'œil nu; l'or est d'une couleur très pâle ; il est riche en argent (*électrum*).

M. Robellaz m'a signalé aussi de petites quantités d'or (7 à 8 grammes à la tonne) dans les serpentines du nord de l'île.

c) *Dans les schistes cristallins.*

Madagascar. — On verra plus loin que Madagascar renferme un grand nombre de gisements aurifères sédimentaires. Les recherches ne sont pas suffisamment avancées pour qu'on puisse préciser d'une façon bien certaine toutes les conditions du gisement primordial de l'or; il résulte cependant des observations faites dans la province de Boina (Boeny) que l'or existe beaucoup plus souvent à l'état d'imprégnation dans les schistes cristallins (gneiss, amphibolites, etc.) que dans des filons de quartz. D'après les renseignements que m'a fournis M. Morineau, directeur de l'exploitation de M. Suberbie, des roches de ce genre, imprégnées d'or, se trouvent à Ampasiry, Ambodiroka, Mandraty, Tainanjidina, etc. M. Suberbie m'a en outre communiqué un très intéressant échantillon de gneiss à biotite absolument imprégné d'or natif qui moule les grains de quartz et qui paraît être tout à fait contemporain de la formation de la roche.

D'après les observations de M. Chauveau sur le Betsiléo, l'or est dans cette province finement disséminé dans les terres rouges

très abondantes résultant de la décomposition de roches amphiboliques. Celles-ci sont peut-être les équivalents du cascajo de la Guyane et ces gisements seraient alors à reporter au paragraphe précédent. Le métal précieux, associé à de la magnétite, est très inégalement répandu dans ces roches. C'est dans les alluvions dont il sera question plus loin, que se trouvent actuellement les exploitations de l'île.

Soudan. — D'après une communication de M. Robellaz, les schistes anciens du Soudan seraient aurifères, et exploités ainsi que des brèches ferrugineuses analogues à la *canga* du Brésil.

2° *Gisements sédimentaires.*

L'or natif que l'on rencontre dans les gisements sédimentaires provient le plus généralement du remaniement des diverses catégories de gisements en place qui viennent d'être étudiés. Il est toutefois probable que, dans quelques-uns d'entre eux, l'or a pu se déposer sous forme de pyrite aurifère, plus tard décomposée, ou que des phénomènes de dissolution postérieure aient agi pour modifier des paillettes ou pépites d'or clastique.

Je distinguerai ici deux catégories de gisements sédimentaires : les uns dans lesquels l'or se trouve au milieu de roches sédimentaires antérieures à la période tertiaire ; les autres constitués par les gisements alluvionnaires pleistocènes ou modernes (*placers*).

a) *Dans les roches sédimentaires antetertiaires.*

Cévennes. — *Ardèche et Gard.* D'après Simonin (*C. R.* LXII. 1042. 1886), l'or natif existe dans le ciment argiloschisteux du conglomérat houiller de Bordezac, au nord du département du Gard, vers ses limites avec l'Ardèche, et non dans les débris de quartzites micacés qui constituent les blocs de ce conglomérat. Il y aurait donc là quelque chose d'analogue à ce qui a été constaté dans les gisements sédimentaires du Transvaal.

Ce conglomérat serait ainsi la source de l'or roulé par la Gagnière, qui prend sa source à Bordezac et dont il sera question un peu plus loin.

Vosges. — Bottin (*Annuaire du Bas-Rhin pour l'an VIII*) signale la découverte faite par de Dietrich, au sommet du Donon, d'un galet de grès vosgien renfermant des paillettes d'or.

b) *Dans les alluvions (placers).*

La formation des dépôts d'alluvions sur lesquels j'aurai souvent l'occasion de revenir à l'occasion de nombreux minéraux est soumise à des lois régulières. Elle consiste en une véritable préparation mécanique dans laquelle les minéraux sont classés à la fois d'après leur densité et leur dureté.

Les éléments des roches en place sont attaqués par les agents atmosphériques, l'action des eaux superficielles leur fait perdre leur cohésion, puis les entraîne dans les ruisseaux et les rivières. Minéraux et roches, charriés par les courants, frottent les uns contre les autres et sont soumis à une usure d'autant plus énergique que leur dureté est moindre et le courant plus rapide.

Les minéraux à la fois tendres et légers, tels que les feldspaths, le quartz, disparaissent les premiers, usés ou entraînés par le courant ; les minéraux plus lourds et plus résistants à l'usure, au contraire, tels que le platine, l'or, la cassitérite, la magnétite, l'ilménite, les gemmes (corindon, grenat, zircon, diamant, topaze, etc.) se réunissent et se concentrent partout où un coude, un barrage, un trou profond de la rivière, une fissure du sol ou une cause quelconque déterminent un arrêt local de l'eau et des remous.

En raison de leur densité, ces minéraux denses s'accumulent dans les parties profondes du lit des rivières et sont souvent arrêtés par les anfractuosités de celui-ci (lit du Gardon, placers de la Guyane, etc.).

Tous ces minéraux d'alluvions sont d'autant plus roulés qu'ils sont recueillis plus loin de leur gisement originel ; l'or natif notamment se trouve fréquemment en paillettes arrondies, aplaties et parfois extrêmement minces (Ariège, Rhône, Rhin) lorsqu'elles ont suivi un long trajet dans le fleuve, alors que dans d'autres cas [(*Madagascar*, *Guyane*)] les grains ou pépites recueillis ont conservé des formes anguleuses, des arêtes vives, attestant que leur gisement primitif n'est pas éloigné des alluvions qui les fournissent.

Les gisements qui seront énumérés plus loin sont pour la plupart des gisements d'alluvions de rivière, provenant eux-mêmes de la destruction d'alluvions plus anciennes.

Les gisements d'alluvions sont plus abondants que les gisements en place : ce sont eux qui ont été surtout et peut-être exclusivement

recherchés par les anciens. Leur exploitation *active* a été abandonnée en France comme dans presque toute l'Europe occidentale lors de la découverte du Nouveau-Monde, mais de nos jours il existe encore çà et là quelques orpailleurs qui gagnent chichement leur vie.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. L'existence de sables aurifères à Saint-Perreux près Redon a été constatée en 1863 (*B. S. G.* XIX. 613).

Morbihan et Loire-Inférieure. Les dépôts superficiels de la zone littorale séparant les embouchures de la Vilaine et de la Loire contiennent de la cassitérite assez abondante par places pour avoir été autrefois exploitée ; il en est de même à la surface et sur les pourtours du massif granitique séparant les vallées de l'Oust et de la Claye, au sud de Josselin. La cassitérite de ces alluvions est en grains arrondis pouvant atteindre la grosseur d'une noix ; elle est accompagnée de corindon, de zircon, d'ilménite, et enfin de paillettes d'or natif. Ce métal précieux a été notamment trouvé à Piriac (*Loire-Inférieure*), à Penestin (*Morbihan*) et dans les vallées situées au sud de Josselin.

Cet or provient du démantellement de filons quartzeux stannifères ou de granulite. On a vu plus haut, en effet, que les granulites des environs de Nantes renferment en place à la fois de la cassitérite et de l'or natif.

D'après Durocher (*C. R.* XXXII. 902. 1851), un mètre cube de sable stannifère de Penestin renferme de 10 à 15 kgr. de cassitérite et au moins 0 gr. 50 d'or natif, ce qui est une teneur un peu supérieure à celle des graviers aurifères du Rhin. M. de Limur y a même signalé des paillettes de platine. J'ai eu l'occasion de voir dans la collection de M. de Limur des paillettes d'or provenant de Penestin ; la collection du Muséum possède un échantillon de sable stannifère avec paillettes d'or provenant de Guehenno, situé dans la seconde des régions citées plus haut.

Il est peu douteux que les alluvions aurifères du Morbihan n'aient fourni aux Gaulois la matière des nombreux objets d'or trouvés dans les dolmens.

Pyrénées. — *Ariège*. L'Ariège est connue depuis longtemps pour l'or qu'elle charrie. Réaumur (*op. cit.*), Guettard (*Mém. Acad. Sc.*, 299. 1761), puis de Dietrich (*Descript. des gîtes de minerai des Pyrénées*, I. 1. 1786), ont décrit en détail les modes de gise-

ment et d'exploitation de ses alluvions aurifères. Les renseignements qui suivent sont extraits du livre de ce dernier auteur.

L'Ariège et ses affluents sont aurifères à partir de Crampagna, au nord de Foix jusqu'à Saverdun; dans cet intervalle tous les affluents de l'Ariège sont également aurifères (ruisseau de Rieux, de Peyreblanque, de Baron, de la Caramille, de la Goute, etc.). Les paillettes les plus grosses se trouvent entre Varilles et Pamiers (plaine de Bénagues, ruisseau de Ferriès, de la Grosse Milly, de Trébout) ; d'après Réaumur, leur diamètre maximum était de $4^{mm}5$, suivant Pailhès (in Guettard, p. 199), on aurait trouvé des pépites pesant près de 15 gr. L'or natif se rencontre exclusivement dans les alluvions anciennes et disparaît avec elles, à la limite des montagnes calcaires qui bordent la vallée de l'Ariège.

Les paillettes d'or de l'Ariège sont généralement isolées complètement de toute gangue, rarement accolées à de petits fragments quartzeux. Les parties lourdes résultant du lavage des alluvions sont riches en petits grains ou galets ferrugineux. J'ai examiné un échantillon de ce sable provenant de la collection Gillet de Laumont au Muséum ; il est essentiellement formé de magnétite et d'oligiste avec du grenat rose, du zircon, du rutile, du corindon, de l'épidote, un peu de muscovite, de quartz, de feldspath.

L'exploitation de l'or de l'Ariège était très active dans la première moitié du siècle dernier. Pailhès raconte que de 1750 à 1761 on a apporté au bureau de Pamiers 19 kilogrammes 580 (80 marcs) d'or, sans compter la contrebande; celle-ci devait être très active à cause du bas prix (72 livres l'once) auquel l'or était payé aux orpailleurs, obligés de le livrer à des bureaux officiels qu'avait établis la cour des monnaies de Toulouse. Le même auteur assure qu'antérieurement à 1750 la monnaie de Toulouse avait reçu jusqu'à 48 kilogrammes 951 (200 marcs) d'or par an des orpailleurs de l'Ariège, du Salat et de la Garonne.

L'Ariège n'est pas la seule rivière fournissant de l'or dans l'ancien comté de Foix; de Dietrich cite encore les suivantes dont il a fait laver les sables et dont il a retiré de l'or : le ruisseau de Pailhès sur la route de Pamiers au Mas d'Azil, le ruisseau de la Béouze près la Bastide de Sérou et non loin de là, ceux de Taliol et de Pitrou (à l'est de la Bastide), le ruisseau de l'Arize à Durban et celui d'Ordas près de Durban, le ruisseau de Saint-Martin.

Le Salat est également aurifère ; du temps de Dietrich, il était orpaillé près de Soueix et de Saint-Sernin, ainsi que son affluent, le Nert, à partir de Riverenert ; mais c'est surtout en aval de Saint-Girons, de Bonrepaux à Roquefort que le Salat était exploité.

M. Gourdon possède dans sa collection un peu d'or recueilli dans le Salat près de la turbine d'une usine. Les paillettes très minces ont jusqu'à 3 millimètres de diamètre.

Haute-Garonne. La Garonne est, elle aussi, aurifère ; M. Frossard a pu faire orpailler à Martres-Tolosanes et obtenir ainsi quelques paillettes du précieux métal (*Bull. Soc. Ramond.* 1894).

Pyrénées-Orientales. L'or a été signalé dans les sables de la Tet et du Tech.

Cévennes. — *Gard et Ardèche.* La Gagnière qui prend sa source près de Bordezac (voir page 426) et la Cèze, à partir seulement de son confluent avec cette rivière, roulent de l'or qui a été autrefois assez activement exploité, notamment à Saint-Ambroix près le vieux château de Montalet, non loin de Bessèges et de Lalle et enfin près de Bordezac. L'or y est souvent arrêté par les anfractuosités des grès ou les feuillets des schistes relevés verticalement dans le lit de ces rivières. Les paillettes de la Cèze sont parfois de grande taille et atteignent le diamètre d'une lentille. L'or natif est associé à du zircon, de la magnétite, de l'ilménite. C'est probablement à cette particularité qu'Agricola a fait allusion, en disant : « *Aurum in Cevennis invenitur in lapillis nigris.* »

Les alluvions du Gardon d'Alais et du Gardon d'Anduze sont aurifères et ont été autrefois activement orpaillés. Ém. Dumas y a signalé en outre du platine. L'Érieux est aurifère près de Beauchastel (*Ardèche*).

Enfin, il y a lieu de signaler une remarquable pépite de 537 grammes qui aurait été trouvée en 1889 près du hameau des Avols. Cet échantillon aujourd'hui dans la collection de M. de la Bouglise a la forme d'une pomme de terre écrasée ; il mesure 94^{mm} de long sur 50^{mm} de plus grande largeur et 8^{mm} d'épaisseur. Sa densité est de 16. L'analyse faite par M. Riche a fourni 98 d'or, 1,8 d'argent et des traces de fer. D'après une enquête faite par les soins de M. Boussinesq (Stan. Meunier, *La Nature*, 6 juillet 1889), trois pépites plus petites auraient été trouvées antérieurement dans cette région. La pépite présente des rayures qui paraissent faites de main d'homme. L'authenticité de cet échantil-

lon comme pépite naturelle n'est peut-être pas à l'abri de critique.

Plateau Central. — *Tarn.* Ausone (*Mosella* v. 465) : *Et auriferum postponet Gallia Tarnem*, et Sidoine Apollinaire parlent des lavages aurifères du Tarn. Massol (*Descr. du Tarn.* 215. 1818) rapporte qu'il a vu des orpailleurs vendre le produit de leur travail chez les orfèvres d'Albi.

Loire. De la Tourette (*Voyage au mont Pilat.* Lyon. 1770) indique l'existence de l'or dans les sables du Gier à son embouchure avec le Rhône. Drian (*op. cit.*, 292) cite d'anciens mémoires indiquant la présence du métal précieux dans les sables de la petite rivière de Chenavalet près Saint-Étienne et dans le Garon, enfin, il a été signalé dans le Bosançon passant à Saint-Martin-la-Plaine (Grüner. *Descrip. géol. de la Loire.* 262. 1857).

Cantal. D'après une indication due à M. Rames, la Jordanne, près d'Aurillac, aurait été orpaillée au siècle dernier.

Puy-de-Dôme. De petites paillettes d'or ont été signalées dans les sables de l'Allier à son passage dans le département du Puy-de-Dôme.

Creuse et Haute-Vienne. Toutes les rivières qui descendent de la chaîne granulitique de Blond renferment dans leur lit des alluvions stanno-aurifères dont l'épaisseur atteint localement 2 mètres; elles reposent directement sur les roches granitiques et peuvent être exploitées sur environ 1 mètre, à partir du fond ; la partie superficielle essentiellement constituée par une argile verdâtre est stérile. Ces alluvions aurifères contiennent des fragments des éléments des granulites, des grains de quartz, de la cassitérite, du wolfram et enfin des paillettes d'or en notable proportion ; la collection du Muséum renferme des échantillons d'or provenant de la vallée du Grand étang de Cieux et de la Glageole à Vaulry. L'or de ces alluvions ainsi que la cassitérite doit son origine à la démolition des filons signalés plus haut.

Mallard a appelé l'attention (*A. M.* X. 321. 1866) sur des fouilles de la période antéhistorique qui abondent dans le Limousin et la Marche (*Creuse*) ; dans le Limousin, elles ont pris le nom d'Aurières, celles situées entre Millemilange et Couzeix sont alignées parallèlement à la petite rivière d'Aurance. Or, il n'est pas douteux que le nom de celle-ci vienne de l'or dont elle roule des paillettes qui étaient encore exploitées à la fin du siècle dernier.

Les principales fouilles dont il s'agit et dans lesquelles il y aurait

peut-être lieu de faire des lavages d'or sont les suivantes, en outre des gisements qui viennent d'être cités et qui sont certainement aurifères aussi : dans la *Creuse*, Bénévent, Monrioux, Ceyroux, la Ribière près Morsac, la Faye près Chamborand; dans la *Haute-Vienne*, Lieuras entre Janailhac et la Roche l'Abeille, entre le Chalard et Lavignac, Montier, Rozeille entre Aubusson et Felletin, etc.

Vosges. [*Alsace*]. Des chartes de 667 font mention de la donation du droit de lavage de l'or du Rhin, concédée à un monastère par Ethicon, duc d'Alsace. L'exploitation de l'or, active au moyen âge, a été en déclinant et n'était plus guère active en 1846, lorsque Daubrée a publié son mémoire sur la distribution de l'or dans la plaine du Rhin (*A. M.* X. 1. 1846).

Le Rhin est particulièrement riche en or depuis Bâle et Mannheim et surtout depuis Rhinau et Wittenweier, c'est-à-dire à 100 km. environ au nord de Bâle. Les orpailleurs opéraient notamment sur les deux rives du fleuve depuis 9 km. en amont de Kehl, vis-à-vis Strasbourg, jusqu'à Daxland près Carlsruhe. D'après Daubrée, tout le lit du Rhin est aurifère, mais le métal précieux se concentre dans certains lits (Goldgründe), formés à quelque distance à l'aval d'une rive ou d'une île de gravier rongée par le courant ; l'or se concentre avec de gros cailloux ; il est accompagné d'ilménite (d'autant plus abondante que l'or est lui-même en plus grande quantité); le zircon, le grenat, le quartz rose, et d'autres minéraux lourds leur sont également associés. L'or ne se rencontre jamais dans le sable fin, privé de cailloux, laissé par le fleuve au moment de ses crues, pas plus que dans les endroits où le courant est violent.

La zone aurifère s'étend avec les alluvions anciennes à 10 ou 12 km. du lit actuel du fleuve. D'après l'auteur précité, le rapport du poids de l'or au poids du sable varie de 0,000000562 à 0,000000008 avec une moyenne de 0,000000132 correspondant à 0gr. 234 par mètre cube pesant environ 1.800 kg. (10 à 12 paillettes d'or au mètre cube). Daubrée considère l'or du Rhin comme provenant de la destruction des quartzites alpins, charriés par le fleuve.

Le même savant a signalé (*Minéral. du Bas-Rhin*, 408. 1872) la découverte faite en 1849 à Strasbourg, dans l'Ill, d'un galet de quartzite traversé par une veinule d'or natif.

[*Lorraine*]. La Moselle à Metz est aussi aurifère (*B. S. G.* VIII. 347. 1851).

Jura. — De vieilles chartes indiquent que le Doubs et surtout son affluent l'Ognon ont été exploités par des orpailleurs dès une époque très reculée. Cette rivière est au nombre de celles citées par Réaumur comme aurifères. D'après Ogérien (*Hist. nat. du Jura*. I. 319), les orpailleurs ont surtout travaillé à Neublans, au Petit-Noir et à Longwy.

Alpes. — *Haute-Savoie*. Le Rhône a été orpaillé autrefois à partir de son confluent avec l'Arve et jusqu'à cinq lieues en aval. L'Arve, le Fier et son affluent le Cheran (à partir du détroit de Banges) fournissent aussi quelques paillettes d'or.

Savoie. La collection minéralogique de la Sorbonne possède un petit échantillon de paillettes d'or recueillies dans le torrent de Cassy qui se jette dans le lac du Bourget.

Bassin du Rhône. — *Rhône*. Il faut redescendre dans le Lyonnais pour trouver d'anciennes recherches d'or dans le Rhône. Réaumur les a longuement décrites; le Père Colonia (*Hist. littér. de Lyon*. 39) indique que les orpailleurs étaient nombreux au commencement du XVIIIe siècle ; mon grand-père m'a dit en avoir vu encore vers 1817. L'orpaillage se faisait surtout à Sainte-Colombe, Saint-Pierre-de-Bœuf, Givors, Miribel, Condrieu, etc.

Drôme. L'Isère, au-dessous de La Roche-de-Glun et le Rhône près de ce bourg roulent des paillettes d'or aplaties, signalées par Graeff (*op. cit.*, 202).

Ardèche. Les deux rives du Rhône près La Voulte renferment des lamelles d'or natif assez larges, associées à de l'ilménite et à de nombreuses gemmes.

Tunisie. — L'or natif existerait, d'après Fuchs (Fuchs et de Launay, *op. cit.*, II. 986), dans les sables riches en magnétite de Sidi-Boussaïb près Carthage ; ces sables proviennent de la désagrégation de conglomérats tertiaires.

Sénégal et Soudan français. — L'or natif est recueilli par les indigènes dans toute la vaste région située entre le Sénégal et le Niger et notamment dans le Bambouk (Kenieba, Natakoo, etc.), chez les Bambaras et plus au sud, chez les Mandingues, au nord du pays des Achantis et du Dahomey. Cet or provient de la

destruction de filons quartzeux; il se présente généralement en petites paillettes.

Côte d'Ivoire. — Cette colonie fournit une certaine quantité d'or d'alluvions qui est vendu à Grand-Bassam et Assinie ; cette région aurifère est la continuation vers l'Ouest de celle des Achantis (Côte-d'Or) et vers le Sud-ouest de celle des Mandingues.

Guyane. — Depuis le xvie siècle, l'or est connu dans la Guyane ; les premières exploitations régulières datent de 1856. En 1886, l'extraction de l'or a fourni 1800 kilogr. de métal précieux et, en 1890, 1342 kilogr. On a vu, page 424, l'indication des conditions de gisement des filons dont la destruction a donné naissance aux dépôts riches des alluvions ; celles-ci se trouvent dans les bassins de la plupart des fleuves, le Maroni, la Mana, le Sinnamary, le Kourou, la Comté, l'Approuague, le Couronaïe, etc.

Ces alluvions ont rarement plus d'un mètre d'épaisseur ; on y rencontre souvent de très gros blocs de quartz aurifère; les formes anguleuses de l'or en pépites ou en paillettes prouve que le métal précieux n'a pas été charrié de loin et qu'il se trouve à peu de distance de son gisement originel. Comme dans les placers de Californie, les ruisseaux forment de nombreux coudes (criques), où l'or s'est fréquemment concentré au contact de la roche solide.

La surface occupée par ces alluvions aurifères est très grande et se poursuit dans la Guyane hollandaise et aussi dans le territoire contesté. Elle se trouve dans une région fiévreuse et à une assez grande distance de la mer, dans la zone de collines peu élevées (100 à 300 [m]) située entre la plaine basse de la côte et un plateau marécageux d'altitude supérieure.

La composition de l'or varie avec les gisements; celui de la Mana est à 978 millièmes; celui de la Comté et de la Sinnamary n'est qu'au 890 ; le déchet est surtout formé par de l'argent (Fuchs et de Launay. *Traité des gites métallifères*. II. 987).

Les principaux placers sont les suivants : entre la Mana et le Maroni à 200 km. de la côte, Pas-trop-tôt, Enfin, Élysée sur la rive gauche et à 40 km. de la Sinnamary (à 100 km. de la côte), Saint-Élie, le Pottineur, Adieu-Vat, sur la Comté, Placer Bief, etc.

L'examen des sables aurifères y montre une grande abondance d'ilménite, de magnétite, de grenat, de zircon, et parfois de staurotide

(sables d'Aïcoupaïe sur l'Approuague), de tourmaline, de zircon, de chromite, etc.

Le placer Saint-Élie a fourni de grosses pépites d'or dépassant 300 gr. On a vu, à la page 390, la description d'une curieuse pépite provenant d'Aïcoupaïe (crique Hamelin) dans le bassin d'Approuague, qui est formée par un mélange mécanique de platine, d'or, d'argent et de cuivre natif; l'or y forme avec le cuivre et l'argent une trame spongieuse englobant le platine.

D'après M. Damour, les pépites de l'Approuague présentent souvent des empreintes en creux de cristaux de pyrite; elles renferment généralement de 94 à 96 % d'or, plus rarement elles n'en contiennent que 88 à 90 %, le reste étant formé par de l'argent et des traces de cuivre. Leur couleur est alors d'un jaune pâle.

Nouvelle-Calédonie. — Il existe des alluvions aurifères dans le lit de la plupart des ruisseaux affluents du Diahot et des rivières ou torrents de la côte orientale. L'or provient du démantèlement des filons quartzeux, cités plus haut; il est toujours peu abondant et n'a pas été exploité. Dans le ruisseau d'Andam au delà de Bondé (vallée du Diahot), M. Pelatan a trouvé quelques paillettes de platine accompagnant l'or et des grains de cinabre dans les sables de la rivière de Nakéty.

Annam. — Il paraît exister, dans le haut Laos, un assez grand nombre de gisements aurifères, plus ou moins riches, exploités localement par les indigènes.

On peut citer notamment les alluvions du Song-Ca (fleuve passant par Vinh) et de son affluent de gauche, le Song-Mô, ainsi que celles de plusieurs affluents de gauche du Mékong, le Nam-Ngoum, le Nam-Nhiep, le Nam-Sam.

Le cours de ces deux dernières rivières arrose une partie du Tran-Ninh et a été récemment prospecté par M. Mallet qui a trouvé de l'or fin notamment aux environs de Hat-Liet (sur le Nam-Sam) et de Muong-Nhiam (sur le Nam-Nhiam, affluent de gauche du Nam-Sam), ainsi qu'en divers points des environs de Xieng-Khouang.

Cette région est essentiellement constituée par des roches éruptives (granite, diorite, des schistes cristallins et probablement des schistes anciens); l'or se trouve dans des alluvions et paraît avoir été arraché à des filons quartzeux.

Je n'ai vu qu'un seul échantillon d'or de cette région rapporté par le Dr Yersin. Il constitue de petites paillettes très roulées, recueillies à Bong-Mieu (Quang-Nahm), au sud de Hué. Elles sont acccompagnées de grains de grenat, de zircon, de magnétite, de quartz.

Tonkin. — L'or natif se rencontre dans diverses rivières du Tonkin. M. Cumenge m'a remis notamment un échantillon provenant du Fleuve rouge (Yen Bay).

Madagascar. — Les lois draconiennes des Malgaches concernant les mines avaient paralysé jusqu'à présent les recherches de gisements aurifères ; elles sont poussées activement depuis la conquête française, mais ne sont pas encore suffisamment avancées pour qu'il soit possible de présager d'une façon certaine de l'avenir de la nouvelle colonie à ce point de vue. On peut affirmer toutefois que l'or y est extrêmement répandu dans tout le massif central. Celui-ci, de forme ovoïde, comprenant l'Imérina et le Betsiléo, est essentiellement constitué par des roches anciennes localement recouvertes par des roches volcaniques ; tous les fleuves qui en descendent, au nord, à l'ouest et au sud, sont aurifères.

Les régions qui paraissent particulièrement riches à ce point de vue sont les environs de Mandritsara, la province de Boina (Boeny) (sur la côte nord ouest), la région du lac Alaotra, celle du lac Itasy dans l'Imérina, le Betsiléo, le pays des Bares.

Des renseignements plus précis m'ont été fournis sur la province de Boina (Boeny) par M. Suberbie qui m'a communiqué de nombreux échantillons provenant des placers des environs de Suberbieville et de Mevatanana. Les recherches de M. Suberbie ont porté sur le cours de la Menavava, sur la partie supérieure de l'Ikopa, de la Betsiboka et de tous leurs affluents. Ce sont surtout les alluvions qui sont exploitées actuellement. L'or s'y trouve non seulement en paillettes de grosseur variable, anguleuses ou très roulées, mais encore en grosses pépites.

M. Suberbie m'a communiqué des pépites pesant plus de 100 gr. provenant des environs de Mevatanana ; elles sont irrégulières, branchues, souvent à peine roulées, ce qui indique qu'elles ont été recueillies non loin de leur gisement primordial.

L'or natif de la province de Boina se rencontre fréquemment englobé dans des blocs de quartz dans les alluvions ; il est associé à de nom-

breuses gemmes : tourmalines de toutes couleurs, corindon bleu (saphir), béryl aigue-marine, zircon, grenat, etc. Il est à haut titre et d'un jaune foncé.

Le Betsiléo a été exploré par M. Chauveau (*Génie civil*, mai 1895) qui y a constaté l'existence d'exploitations plus ou moins rudimentaires distribuées dans toute la province, mais dont les centres sont à Ambositra (à 120 km. au nord de Fianarantsoa) et surtout à Ambohimandroso, à 60 km. au sud. Cette dernière région aurifère, la plus importante, s'étend de Vinanitelo aux monts Andringitra formant une large bande à l'ouest de la grande forêt et passant par Amboasary, l'Ambondrombe, Itaolana, Valokianja. On peut citer aussi de nombreux points du district d'Itola (Analasampa, Andrianavo, Amboditanana, enfin Vohibé, Valokianja, Lomaka).

C'est dans les alluvions remplissant les vallées et formées aux dépens de ces terres rouges dont il a été question page 425 que l'or s'est concentré et c'est là qu'on l'exploite ; il est toujours très fin, les plus grosses pépites ne dépassent pas la tête d'une épingle. On y rencontre aussi des fragments de roches renfermant de l'or.

Gisements incertains.

Il est peu de régions montagneuses dans lesquelles des traditions plus ou moins vagues n'indiquent l'existence de mines d'or. Il m'a paru inutile de relever et d'énumérer le grand nombre des indications de ce genre que j'ai pu recueillir, mais qui ne m'ont paru reposer sur aucune donnée précise.

Je rappellerai seulement que MM. Duval et Meillet ont signalé des enduits d'or natif à la surface de grains de limonite mélangés de pyrite et englobés dans une argile plastique éocène du mont Sarrans, près de Crémant, au sud d'Épernay (*B. S. G.* XIV. 102. 1842).

Enfin, je citerai la trouvaille faite en 1809 à Tronquay près Saint-Quentin (*Aisne*), d'une pépite d'or pesant 9 kilogrammes, et à Reterre (*Creuse*), d'une autre pesant 871 grammes, 25 (Legris. *C. R.* XXIV. 925 1842). Ce sont là, sans doute, des lingots du métal précieux et non des échantillons naturels : ne serait-ce pas aussi le cas de la pépite des Avols? (voir page 430).

CARBURES, SULFURES, PHOSPHURES, ARSÉNIURES, ANTIMONIURES

SULFURES DES MÉTALLOÏDES

RÉALGAR

As S

Monoclinique : $mm = 74^{\circ}\,26'$ (Marignac, Dx)
$b : h = 1000 : 554{,}860^{1}$. D = 570,316 $d = 821{,}426$
angle plan de $p = 69^{\circ}\,32'\,36''$
angle plan de $m = 109^{\circ}\,27'\,7''$
$a : b : c = 1{,}4403 : 1 : 0{,}9729$
$xy = 66^{\circ}\,5'$ [1]

Formes observées : p (001) ; m (110), g^1 (010), h^3 (210) ; e^2 (012) ; $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

Les angles suivants ont été mesurés sur de petits cristaux de la Guadeloupe et de Moitra.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
* mm	74° 26′	74° 20′	* $h^1\,a^{1/2}$	135° 58′		$m\,b^{1/2}$	131° 57′	131° 49′
$m\,h^3$	160° 34′	160° 35′	$p\,e^2$	156° 1′ 30″		$p\,h^3$	109° 48′	
$h^3\,h^3$	113° 17′	113° 10′	$e^2\,e^2$	132° 3′		$g^1\,b^{1/2}$	133° 1′	
$m\,g^1$	142° 47′	142° 40′	$p\,m$	104° 12′	104° 8′	$b^{1/2}\,b^{1/2}$	93° 58′	
$\frac{1}{2}$ * $p\,h^1$	113° 55′		$p\,b^{1/2}$	56° 9′		$m\,e^2$	123° 12′	123°

Faciès. Les cristaux de réalgar sont généralement peu allongés suivant leur axe vertical (fig. 2 et 3) ; cependant dans le gisement corse

1. Ces paramètres sont ceux qui ont été calculés par M. des Cloizeaux (*A. P.*

décrit plus loin, cet allongement est plus considérable : les faces prismatiques sont striées verticalement. Le réalgar forme très souvent des masses grenues ou compactes ou dans certains de ces gisements des enduits vernissés à surface fondue.

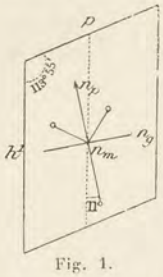


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Clivages. Clivages g^1 (010) parfait, faciles suivant p (001), h^1 (100), m (110) et h^3 (210).

Dureté. 1, 5 à 2. Sectile.

Densité. 3, 56.

Coloration et éclat. Rouge orangé, jaune orangé. Poussière de même couleur, mais plus claire. Éclat résineux. Transparent à translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative*, n_p, faisant, avec l'axe vertical, un angle de 11° dans l'angle obtus de $p\ h^1$ (001) (100). Forte dispersion inclinée, avec $\rho > \nu$.

$$2\,Hr = 96^\circ\,20'\ (Dx).$$
$$2\,Hj = 92^\circ\,58'.$$

Biréfringence élevée.

Pléocroïsme. Le réalgar possède un pléochroïsme très net même en lames minces. On observe suivant :

$\mathbf{n}_g$ = rouge vermillon
$\mathbf{n}_m$ = rouge vermillon
$\mathbf{n}_p$ = rouge orangé

Composition chimique. La formule AsS correspond à la composition suivante :

S.....	29,9
As.....	70,1
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube fermé, le réalgar fond, se volatilise en donnant un sublimé rouge transparent. Dans le tube ouvert, il donne des vapeurs sulfureuses ainsi qu'un sublimé d'acide arsénieux. Sur le charbon, il brûle avec une flamme bleue, en dégageant une odeur sulfureuse et arsenicale. Soluble dans les alcalis caustiques.

CX, 422, 1844) en partant des mesures de Marignac; toutefois l'axe vertical a été doublé. On a alors $e^2 = e^1$ (Dx), $a^{1/2} = a^{1/4}$ (Dx), $b^{1/2} = b^{1/4}$ (Dx), etc.

Altérations. A la lumière, le réalgar se transforme en orpiment pulvérulent et en arsénolite.

Diagnostic. Par ses caractères extérieurs, le réalgar ne peut guère être confondu qu'avec le cinabre dont il se différence aisément par sa forme cristalline, sa dureté, la couleur de sa poussière et ses réactions pyrognostiques. Dans les lames minces de roche, il se distingue aisément par ses propriétés optiques et son pléochroïsme de l'orpiment orthorhombique et non pléochroïque.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le réalgar est généralement associé à l'orpiment, il se trouve dans les divers gisements suivants :

1° Dans les solfatares ;
2° Dans les houillères embrasées ;
3° Dans des gisements métallifères.
4° Dans des filons spéciaux.

1° *Dans les solfatares.*

Antilles. — *Guadeloupe.* Le réalgar accompagne le soufre dans les produits de sublimation des solfatares de la Guadeloupe. La collection du Muséum possède des échantillons provenant de ce gisement. Ils sont constitués par de petits cristaux transparents d'un magnifique rouge, et reposent sur des enduits ou de petites aiguilles d'orpiment qui recouvrent elles-mêmes des fragments d'une roche volcanique profondément altérée. Leur structure est un peu fibreuse. J'y ai reconnu les formes suivantes : p (001), m (110), h^3 (210), e^2 (012), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) (fig. 2 et 3).

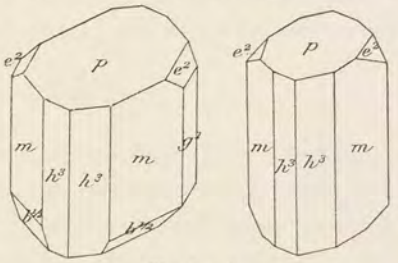


Fig. 2 et 3.
Réalgar de la Guadeloupe.

Les mesures sont souvent mauvaises par suite de l'irrégularité des faces et des cannelures de celles de la zone verticale : ces cristaux sont à rapprocher comme aspect et comme mode de formation de ceux de la solfatare de Pouzzoles.

2° *Dans les houillères embrasées.*

Plateau Central. — *Aveyron.* Les incendies spontanés des houillères d'Aubin fournissent de beaux échantillons de réalgar, associé à de l'orpiment, à de l'arsénolite octaédrique, à du soufre, à du salmiac (voir à *salmiac*), etc. Parfois il colore ce dernier minéral en rouge. Le réalgar forme le plus souvent des enduits minces à la surface des roches calcinées; son rouge magnifique fait le plus bel effet à côté des couleurs jaunes et blanches des minéraux qui l'accompagnent.

J'ai observé des échantillons dans lesquels le réalgar fournit des croûtes transparentes de plusieurs millimètres d'épaisseur. Elles sont fragiles et se fendillent rapidement par exposition à l'air.

Le réalgar ne se trouve pas seulement sous forme d'enduits fondus à surface vitreuse ou comme vernissée, il se présente aussi en très beaux cristaux transparents, implantés sur les enduits fondus et rappelant la disposition des cristaux de soufre des solfatares que l'on trouve implantés sur du soufre fondu. Ils possèdent les formes de ceux de la Guadeloupe (fig. 2 et 3) ; la base manque assez souvent.

Loire. Le réalgar se rencontre à la Ricamarie (Le Brulé) dans les mêmes conditions et avec les mêmes formes qu'à Aubin.

Saône-et-Loire. Il se trouve également, mais en moindre quantité, à Perrecy-les-Forges et à Montceau-les-Mines.

3° *Dans des filons spéciaux.*

Corse. — M. Nentien m'a signalé l'existence de masses de réalgar dans les schistes lustrés de Matra et d'au-dessous de Porta d'Ampugnani. L'échantillon qu'il m'a communiqué est constitué par une masse de réalgar grossièrement grenu, creusée de géodes que tapissent des mamelons d'orpiment, des cristaux de calcite qui ferment quelques rares aiguilles transparentes de réalgar, qui présentent les faces p (001), m (110), h^3 (210), g^4 (010), e^2 (012) : ces cristaux sont plus allongés que ceux des gisements précédents. Le réalgar de ce gisement offre la plus grande analogie avec celui que les Chinois utilisent pour sculpter les bibelots que l'on trouve fréquemment dans les collections. Il se transforme superficiellement en orpiment pulvérulent et par places, il imprègne les schistes.

L'examen microscopique de lames minces, taillées dans ce réalgar compact, montre qu'il est bien moins homogène qu'on pourrait le supposer au premier abord. Il est intimement mélangé avec de la calcite en rhomboèdres nets et avec de l'orpiment. Ces trois minéraux paraissent de formation contemporaine, car, suivant les plages considérées, ils s'englobent ou se moulent mutuellement.

4° *Dans des gisements métallifères.*

Vosges. — [*Alsace*]. Le réalgar a été trouvé parfois en petites masses d'un rouge orangé, en partie transformées en orpiment et associées à l'arsenic natif ainsi qu'aux autres minéraux arsénicaux de Sainte-Marie-aux-Mines.

Nouvelle-Calédonie. — Les filons de stibine des environs de Nakéty renferment en petite quantité du réalgar, associé à la stibine, comme dans les gisements bien connus de Hongrie. Dans les échantillons que M. de Limur m'a communiqués, le réalgar superficiellement altéré en orpiment pulvérulent n'a pas de formes géométriquement déterminables ; il est enveloppé dans du quartz.

GROUPE DE LA STIBINE

Les minéraux de ce groupe possèdent une formule chimique analogue et des formes cristallines extrêmement voisines. Tous ont un clivage facile suivant g^1 (010) ; l'orpiment est transparent, les trois autres minéraux sont opaques et possèdent un vif éclat métallique.

Orpiment	$As^2 S^3$
Stibine	$Sb^2 S^3$
Bismuthinite . . .	$Bi^2 S^3$
**Guanajuatite* . . .	$Bi^2 Se^3$

La guanajuatite seule ne se trouve pas dans les gisements étudiés dans ce livre.

ORPIMENT.

$As^2 S^3$

Orthorhombique : $mm = 117°49'$.

$b : h = 1000 : 577{,}405$. $D = 856{,}341$. $d = 516{,}408$.

$[a : b : c = 0{,}60304 : 1 : 0{,}67427$ (Mohs)]

Faciès. L'orpiment se trouve rarement en cristaux nets ; le plus souvent, il est en masses lamellaires, réniformes, en enduits ou en masses pulvérulentes.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait, micacé, donnant des lames flexibles, mais non élastiques. Les lames de clivage sont striées verticalement. Traces de clivage suivant h^1 (100), plans de séparation, d'origine secondaire, parallèles à p (001).

Dureté. 1,5 à 2. Sectile.

Densité. 3,4 à 3,5.

Coloration et éclat. Jaune citron. Éclat nacré très vif sur le clivage g^1 (010). Éclat résineux. Poussière jaune citron pâle. Translucide ou transparent.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *positive* n_g, normale à h^1 (100). Dispersion forte, $\rho > \nu$.

$2\,\mathbf{E} = 70°24'$ ligne D. Miers (cristaux de Tojowa).
$76°30'$ ligne C.

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule $As^2 S^3$ est la suivante :

S.....	39,0
As.....	61,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé l'orpiment fond, se volatilise et se sublime (voir pour les autres réactions à *réalgar*). Soluble dans l'eau régale et dans les alcalis.

Diagnostic. Les caractères extérieurs permettent aisément de distinguer l'orpiment des autres minéraux du groupe ; la forme, la couleur, la densité sont également distinctifs d'avec le réalgar.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Dans les gisements français, l'orpiment se trouve dans les conditions suivantes :

1° Dans les solfatares;
2° Dans les houillères embrasées;
3° Dans les sources thermales;
4° Dans des filons exclusivement arsenicaux.

1° *Dans les solfatares.*

Antilles. — *Guadeloupe*. L'orpiment se trouve parfois à l'état d'enduits dans les solfatares, où il accompagne le soufre et le réalgar.

Les cristaux de réalgar décrits p. 442 reposent sur des géodes tapissées de petites aiguilles d'orpiment d'un jaune un peu verdâtre, qui, au premier abord, rappellent certaines pyromorphites. Il n'est pas possible d'en extraire des cristaux distincts.

2° *Dans les houillères embrasées.*

C'est également associé au soufre et au réalgar que se trouve l'orpiment dans les produits de sublimation des incendies spontanés des houillères de l'*Aveyron*, de la *Loire* et de *Saône-et-Loire*. Ce minéral n'est pas rare à Aubin et dans les environs de Saint-Étienne (la Ricamarie), à Perrecy-les-Forges, à Montceau-les-Mines. Il n'y forme que des enduits ou colore en jaune des enduits et des cristaux de salmiac.

3° *Dans des filons exclusivement arsénicaux.*

Alpes. — *Alpes-Maritimes*. Le seul gisement français ayant fourni de beaux échantillons d'orpiment est celui de Luceram. Ce minéral y a été trouvé en magnifiques masses laminaires à la base du cénomanien; une tentative d'exploitation a même été faite sur ce gisement, aujourd'hui abandonné. L'orpiment est englobé par de la barytine et de la calcite lamellaires.

Corse. — L'orpiment en petites masses cristallines accompagne le réalgar de Matra près Moïta, voir p. 442.

Dans l'échantillon que M. Nentien a bien voulu me donner, la masse est creusée de géodes remplies de calcite et renfermant des sphérolites d'orpiment, associés à des cristaux nets de réalgar.

4° *Dans les sources thermales.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les sources thermales de Saint-Nectaire-le-Haut qui sont très connues par les incrustations calcaires, utilisées par l'industrie (voir à *calcite*), ont autrefois laissé déposer des produits d'une tout autre nature. On observe ces derniers dans deux gisements distincts.

L'un, signalé en 1831 par Lecoq, se trouve sur le bord de la route de Saint-Nectaire-Bas à Saint-Nectaire-Haut; il est constitué par un amas d'opale résinite d'un gris brunâtre de 13 mètres de longueur sur 15 mètres de profondeur et 1 mètre d'épaisseur; il repose sur une couche de grains de sable, elle-même en contact avec le granite. Cette opale enveloppe une grande quantité de roseaux (*Arundo phragmites*) silicifiés ; sa pâte est riche en diatomées (*Pinnularia*, *Cocconema*, *Odontidium*); elle renferme des cristaux de quartz et des granules d'orpiment.

Le second gisement se trouve dans les fentes du granite. L'opale y forme des croûtes très adhérentes à la roche ancienne. Cette opale a été souvent rencontrée dans les travaux de captage de sources. Les très nombreux échantillons que j'ai étudiés ont été recueillis par M. des Cloizeaux, lors de travaux effectués en 1877, à quelques centaines de mètres au-dessous de l'établissement thermal du mont Cornadore (*Assoc. franç. avanc. des sciences*, 552. 1878). L'opale est tantôt translucide, et tantôt colorée en jaune orange foncé, elle est alors identique à la *forchérite* de Knittelfeld en Styrie.

Cette forchérite exposée à l'air devient terne et s'altère rapidement, mais elle se conserve bien dans les collections. Les échantillons recueillis au contact de l'eau sont transformés en masses coralliformes perforées en tous sens ou en masses spongieuses et légères. Ils sont recouverts par une sorte de glairine renfermant de l'orpiment. Il est probable du reste que la précipitation du sulfure d'arsenic est liée à l'existence de bactériacées (voir p. 370).

L'examen microscopique de la forchérite montre qu'elle englobe quelques diatomées beaucoup moins abondantes que dans les dépôts de roseaux. L'orpiment est distribué au milieu de cette opale sous la forme de grains pulvérulents ou de petites aiguilles (voir à *opale*).

Cette formation d'orpiment est à comparer à celle du même minéral dans les geysers du Yellowstone-Park.

La collection du Muséum renferme un échantillon de forchérite dont toutes les cavités sont remplies par de l'aragonite bacillaire qui est de formation postérieure, car il ne renferme pas trace du minéral arsenical.

Gisement incertain.

Vosges. — [*Lorraine*]. M. Jacquot a signalé l'existence de l'orpiment dans un filon d'hématite des environs de Creutzwald (*Descr. géol. et min. du dép^t de la Moselle*. 411. 1868). Le bel échantillon qu'il a eu entre les mains n'avait pas été recueilli par lui et l'authenticité de ce gisement n'est pas établie d'une façon définitive.

STIBINE

$Sb^3\ S^2$

Orthorhombique : $mm = 90°26'$

$b:h = 1000 : 722{,}428$. D $= 709{,}739$. $d = 704{,}465$.

$[a:b:c = 0.99257 : 1 : 1.01788$ (Dana)]

Formes observées. m (110), h^1 (100), g^1 (010), h^3 (210), g^2 (130); $b^{1/2}$ (111), $b^{3/2}$ (113); $\tau = (d^1 b^{1/7} g^{1/3})$ (343), $\psi = (d^{1/3} b^{1/5} g^{1/6})$ (146).

Les angles suivants ont été mesurés sur des cristaux de la Haute-Loire et du Cantal.

	Angles calculés	Angles mesurés
mm	90°26′	90°25′
mh^1	135°13′	135°14′
mh^3	153°31′30″	153°34′
mg^2	153°21′	153°25′
mg^1	134°47′	134°46′
h^3h^3	127°13′	
h^1h^3	161°41′30″	
g^2g^2 (sur g^1)	142°52′	
g^1g^2	161°26′	161°20′
$a^2\ a^2$	125°43′	
$b^{3/2}b^{3/2}$ sur p	128°34′	128°30′
$b^{3/2}m$	115°43′	

	Angles calculés	Angles mesurés
$b^{1/2}b^{1/2}$ sur p	69°22′	69°20′
$b^{1/2}m$	145°19′	
$\tau\tau$ sur p	60°54′	60°46′
$b^{3/2}b^{3/2}$	148°42′	148°39′
$g^1b^{3/2}$ avant	105°35′	
$b^{1/2}b^{1/2}$ avant	109°12′	109°10′
$g^1b^{1/2}$	125°24′	
$\tau\tau$ avant	93° 5′	93°
$g^1\tau$	133°27°30″	

	Angles calculés	Angles mesurés
$b^{3/2}b^{3/2}$ côté	144° 7′30″	144°21′
$h^1b^{3/2}$	107°56′	
$b^{1/2}b^{1/2}$ côté	108°35′30″	108°37′
$h^1b^{1/2}$	125°42′	
$\tau\tau$ côté	117°23′	117°17′
$h^1\tau$	121°19′	
$\psi\psi$ côté	163°64′	163°5

Faciès. Les cristaux de stibine sont toujours très allongés suivant l'axe vertical, parfois un peu aplatis suivant g^1, face parallèle au clivage parfait. Il n'est pas rare, dans les gisements indiqués plus loin, de trou-

ver des groupements enchevêtrés d'aiguilles, mais leurs sommets sont rarement distincts ; les faces de la zone verticale, fortement striées ou cannelées sont, d'ordinaire, seules distinctes.

La stibine se trouve aussi en masses lamellaires, fibrolamellaires, fibreuses (avec ou sans structure bacillaire), ou même compactes.

Déformation. Les cristaux de stibine sont fréquemment tordus, pliés, présentant des aspects curieux, dont quelques-uns sont reproduits par la figure 8.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait, h^1 (100), m (110) imparfaits ; plans de séparation suivant p (001) se manifestant sur le clivage g^1 par des stries perpendiculaires à l'axe vertical. Cassure un peu conchoïdale.

Dureté. 2. Les cristaux sont un peu flexibles et sectiles.

Densité. 4.52 à 4.62.

Coloration et éclat. Gris de plomb, gris d'acier. Éclat métallique.

Composition chimique. La formule Sb^2S^3 correspond à la composition suivante :

S.....	28,6
Sb.....	71,4
	100,0

Quelques variétés sont ferrifères, argentifères ou aurifères.

Essais pyrognostiques. Fusible à la flamme d'une bougie en colorant la flamme en bleu verdâtre. Dans le tube ouvert, dégage des vapeurs sulfureuses et donne un sublimé blanc non volatil d'acide antimonieux.

Sur le charbon, dégage de l'acide sulfureux, fond en jaillissant et couvre le charbon d'un enduit d'acide antimonieux qui, au feu réducteur, se volatilise en colorant la flamme en bleu verdâtre. Soluble dans l'acide chlorhydrique. Décomposée par l'acide azotique avec résidu blanc d'acide antimonique.

Altérations. La stibine s'altère avec la plus grande facilité : ses cristaux se ternissent à l'air et deviennent noirs, puis le minéral se transforme souvent en kermès rouge, en valentinite et enfin en stibiconite. Ces produits conservent la forme de la stibine et sont généralement compacts ou terreux ; ils se trouvent cependant parfois en cristaux distincts dans des cavités. Ces altérations sont constantes aux affleurements des gisements de stibine.

Diagnostic. Voir à *zinkenite* et à *berthiérite*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La stibine est un minéral très répandu en France ; il n'est exploité actuellement que dans quelques mines seulement. La production du minerai extrait s'est élevée en 1889 à 2.230 tonnes. On la trouve :

1° Dans des filons ;

2° Dans des formations sédimentaires.

1° *Dans les filons.*

Les gisements filoniens de stibine sont les plus fréquents. Ce minéral a généralement pour gangue le quartz, la barytine, parfois (Algérie) la calcite. Il est associé à de la pyrite, de la blende, de la galène, du cinabre, du réalgar, etc.; il est alors le minerai dominant des filons, mais il existe aussi comme minéral accidentel dans quelques gisements cuprifères ou plombifères. On a vu plus haut que la stibine à ses affleurements est très fréquemment altérée en stibiconite ou en kermésite.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* La stibine en masses fibrolamellaires se trouve dans un filon de quartz à Martigné-Ferchaud (avec mispickel) et dans le filon de galène de la Touche, près Pontpéan.

Morbihan. Des travaux effectués, il y a une trentaine d'années, près de la citadelle de Belle-Ile-en-mer, ont mis à découvert des rognons de stibine fibrolamellaire dont le gisement exact n'a pas été étudié.

Loire-Inférieure. C'est également sous forme fibrolamellaire que la stibine se rencontre dans les filons quartzeux du Cellier, des allées de la Couterie en Couffé et enfin au bourg de Batz. M. Baret m'a montré des lames de 10^{cm} de longueur qu'il a recueillies à Batz dans des filons traversant la granulite. La stibine de ces gisements est recouverte des enduits habituels de kermésite et de stibiconite ; elle ne se présente pas en cristaux distincts.

Vendée. — D'assez nombreux filons de stibine existent en Vendée. Les uns n'ont pas été reconnus d'une façon suffisante et leur existence n'est décélée que par des blocs de minerai recueillis à la surface du sol (Mouchamps, Petit Chaillou entre le Boupère et la Pierre de Crau), les autres, au contraire, ont été exploités autrefois avec activité : c'est le cas des gisements de la Pierre de Crau et surtout de la Ramée en le Bou-

père. La gangue de ces filons est le quartz. La collection du Muséum renferme un bel échantillon de la stibine de ce dernier gisement; elle est fibreuse et l'on y distingue des baguettes enchevêtrées avec formes distinctes m (110), g^1 (010), $b^{1/2}$ (111), (fig. 1) et quelquefois h^1 (100).

Deux-Sèvres. La stibine a été signalée aux environs de Châtillon.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* J. de Charpentier a signalé (*op. cit.*, 365) l'existence de la stibine aciculaire dans une druse quartzeuse du filon de Berg-op-zoom des mines aujourd'hui abandonnées de Baigorry (voir à *panabase*) : le même minéral se rencontre accidentellement dans le filon de Saint-Martin d'Arrosa avec sidérose, galène, blende, et plus rarement barytine.

Hautes-Pyrénées. La stibine a été indiquée à la Courette.

Haute-Garonne. Des recherches ont été faites récemment sur des filons de stibine à Jurvielle et à la montagne de Poubeau dans la vallée de Larboust près Luchon : les filons se trouvent dans le permocarbonifère.

Corbières. — *Aude.* La stibine en masses fibrolamellaires a été trouvée dans divers gisements de l'Aude et notamment à Palairac, Quintillan, Cascatel et à la mine de la Scorbe près Maisons. J'ai trouvé dans plusieurs vieilles collections des échantillons de ce gisement inexactement étiquetés *zinkénite*; peut-être sont-ce des échantillons de ce genre qui sont indiqués dans la collection de Strasbourg (Groth. *Mineral. Samml.* 227) comme provenant de Corbières (*Aude*) à moins qu'il n'y ait eu erreur de département et qu'ils ne proviennent de Corbières (*Aveyron*) à la limite de l'*Hérault*?

Cévennes. — *Gard.* Des filons de stibine sont connus à Clauzel (masses fibrolamellaires), aux environs d'Uzès. Quelques filons de stibine se trouvent à Saint-Paul Lacoste. Les filons de Malbosc (Ardèche) se prolongent sur le territoire du Gard.

Plateau Central. — Il existe un assez grand nombre de filons de stibine à gangue quartzeuse dans le Plateau Central et ses dépendances. Ils paraissent être souvent en relation avec des roches acides (granulites et microgranulites). Quelques-uns d'entre eux sont aujourd'hui exploités; la plupart de ceux qui étaient en exploitation au siècle dernier ne le sont plus actuellement.

Lozère. Dans son étude sur les gisements métallifères de la Lozère Lan a cité (*A. M.* VI. 492. 1864) toute une série de filons de stibine dont les principaux sont ceux de Vieljouve, de Moissac, de Saint-Germain de Calberte, de Saint-Étienne-Vallée-française (la Coupette), du Collet de Dèze, etc. C'est de ce dernier gisement que provient un échantillon de stibine fibreuse que j'ai trouvé dans la collection du Muséum avec la dénomination de *zinkénite*.

Ardèche. Le gisement antimonifère de Malbosc a fait l'objet de nombreux mémoires (voir notamment E. de Beaumont. *Explic. de la carte géologique.* 1841. 173). La stibine en masses fibrolamellaires, et parfois en très fines aiguilles soyeuses, est distribuée très inégalement avec calcite et barytine dans des filons qui coupent les micaschistes.

La stibine a fait aussi l'objet de recherches à Lagarde en Rompon.

Haute-Loire. A Langeac, des filons de stibine se trouvent dans le micaschiste ; les cristaux nets sont rares ; ils sont associés à de la blende, du quartz hyalin.

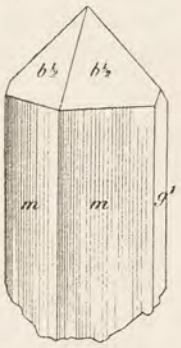


Fig. 1
Stibine (forme commune).

De la stibine a été en outre trouvée à Saint-Ilpize, Blesle, Ally, Fromenit, Pinols, Lavoûte-Chilhac, Saint-Austremoine, Chastel et Vieille Brioude, Freycenet, Chazelles Haut, Mercœur (La Licourne, Montel, Valadou). Ces trois derniers gisements sont exploités.

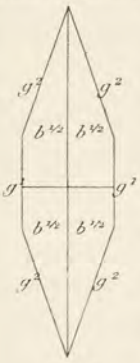


Fig. 2.
Stibine de Lubilhac. (Projection sur la base.)

Le gisement le plus remarquable de cette région au point de vue minéralogique se trouve à la frontière du Cantal et non loin de Massiac, à Lubilhac. Les anciennes mines de cette localité ont fourni de magnifiques cristaux de stibine ; ils atteignent plusieurs décimètres de longueur et sont souvent groupés en belles masses bacillaires se terminant dans des géodes par des cristaux ou pointements distincts. La collection du Muséum possède notamment plusieurs groupes de cristaux recueillis au siècle dernier et atteignant 15^{cm} de longueur sur 3^{cm} d'épaisseur ; ils sont uniformément terminés par la pyramide $b^{1/2}$ (111) et présentent dans la zone verticale de nombreuses faces striées m (110), g^1 (010), (fig. 1), h^3 (210), g^2 (130) (fig. 2). Ces cristaux, conservés depuis plus de cent ans dans les vitrines sont devenus superficiellement noirs et ternes, ils sont

en partie recouverts d'un enduit de cristaux de quartz hyalin (fig. 4) supportant eux-mêmes de la blende brune.

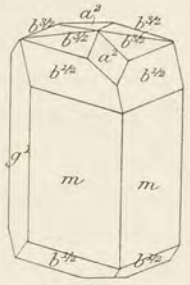


Fig. 3.
Stibine de Lubilhac.

La fig. 3 empruntée à Lévy (*op. cit.*) représente un cristal de Lubilhac offrant une combinaison de formes que je n'ai pas observée dans ce gisement. Dans la même mine on a trouvé aussi de magnifiques masses à grandes lames.



Fig. 4.
Stibine de Lubilhac recouverte de quartz. (Photographie avec réduction des 2/3 environ.)

La petite mine du Dahu (Daü) en Lubilhac m'a fourni des géodes d'où j'ai extrait quelques cristaux. Leur caractéristique réside dans leur pointement τ (343), (fig.5) parfois accompagné par ψ (146). Les faces de la zone verticale sont variées : m (110), g^1 (010), h^1 (100), h^3 (210), g^2 (120) (fig. 6.)



Fig. 5.
Stibine du Dahu.

Ces géodes renferment parfois de petites aiguilles remarquablement contournées. La fig. 8 représente quelques-unes d'entre elles détachées d'un échantillon recueilli par M. Bouhard.



Fig. 6.
Stibine du Dahu. (Projection sur la base.)

Cantal. La région de Massiac est riche en filons de stibine traversant les micaschistes ; en outre de ceux de Lubilhac situés dans la Haute-Loire et dont il vient d'être question, il faut citer ceux d'Ouches en Massiac, de Vieillespèce, de Bonnac et surtout de Saint-Mary-le-Plain. Les géodes y sont fréquentes ; les cristaux de stibine longs et souvent plissés sont d'ordinaire intimement mélangés avec du quartz cristallisé. Ils offrent des forme différentes de ceux

de Lubilhac, et ils sont de plus petite taille, dépassant rarement 5^{cm} de plus grande dimension. Les cristaux que j'ai examinés sont terminés par $b^{3/2}$ (113) (fig. 7) : ils présentent aussi parfois de nombreuses facettes que je n'ai pu mesurer par suite de leur peu d'éclat. Je dois à M. Bouhard des groupes de cristaux de cette même localité dont tous les intervalles sont remplis par de la kaolinite en petites lamelles dont la cristallinité se distingue nettement à l'œil nu. Des filons de stibine se trouvent aussi près de Saint-Poncy et à Moulergue près Pinols.

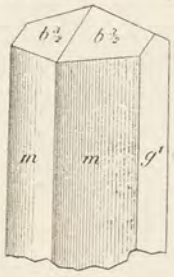


Fig. 7.
Stibine de Saint-Mary-le-Plain.


Fig. 8.
Aiguilles de stibine déformées, extraites d'une géode quartzeuse de la mine du Dahu. (Photographie avec un grossissement d'environ deux fois.)

Corrèze. Des recherches ont été faites sur des filons de stibine à Labbé près Ussel, à Argentat et à Ayen (avec galène), à Ségur (avec chalcopyrite).

Enfin une véritable exploitation a eu lieu à Channac à 10 km. au sud de Tulle (Carnot. *A. M.* XIII. 394. 1878) sur des veines de stibine (0^{m} 40 à 0^{m} 70 d'épaisseur), encaissées dans des schistes argileux noirâtres. Les échantillons de ce gisement que j'ai eu l'occasion d'étudier sont constitués par une stibine compacte ou finement fibreuse qui est fréquemment mélangée d'une façon intime à de la kermésite fibreuse.

Haute-Vienne. Il existe d'assez nombreux filons de quartz et de stibine dans ce département. Grüner, qui les a étudiés, les considère comme en relation avec la granulite. On peut citer notamment les gisements suivants : Saint-Priest Ligoure, château des Biards près Saint-Yriex-la-Perche, Glandon, Coussac-Bonneval. Ils ont été exploités au siècle dernier; les produits d'altération y sont fréquents (kermésite, stibiconite, etc.)

Des filons du même genre ont été trouvés à Limoges [au N.-O. vers Montjovis, où on les a trouvés lors de la percée du tunnel des Charentes ; au S.-E. vers le nouveau pont]. M. Barret cite encore Rilhac-Lastours, Isle près Limoges.

D'après Grüner, le filon de stibine de la forêt de Biaz en Glandon se

trouve au centre d'un filon de granulite épais d'un mètre, il est lui-même constitué par deux bandes quartzeuses renfermant des mouches de stibine et entourant une veine de stibine pure de 1 à 2 centimètres d'épaisseur.

Charente. La stibine s'est rencontrée dans un filon près du hameau de Lussac à l'est d'Estagnat; elle y est accompagnée d'enduits de valentinite et de kermésite. Elle a fait autrefois l'objet d'une exploitation; le même minéral est cité par Coquand en rognons près de Villechaise, au sud de Confolens.

Creuse. Des gisements de stibine existent à Anglar, à Villerange en Sussac, à Drux en Reterre, à Chirade en Mainsat, à Crocq, à Merinchal et à Blaudeix. Ce dernier gisement a été exploité il y a quelques années (Barret. *Géol. du Limousin.* 188.)

Le filon de Villerange est intéressant au point de vue géologique, car il coupe nettement les grauwackes du culm. Celui d'Anglar renferme en outre de la berthiérite (voir plus loin).

Puy-de-Dôme. La stibine a été signalée dans de nombreux gisements de ce département. Mazoires, Apchat, Chassagne, Courgoul, Lévaux près Champeix, puy de Clugel (avec galène), Chaumadoux en Messeix, Montsoupy, Angle-Haut et Angle-Bas en Rochefort, Tauves, Taravant en Perpezat, Montaigut en Combrailles, Malroche près l'étang de Péchadoire (stibine cuprifère), Saint-Sauve, etc.

C'est peut-être de l'un de ces gisements que provient l'échantillon de la collection de Strasbourg dans lequel M. Groth signale des cristaux nets $b^{1/2}$ (111), h^3 (210), g^1 (010) et m (110). Il est indiqué comme provenant de Pontgibaud où ce minéral n'a pas été trouvé à ma connaissance.

Rhône. Un filon quartzeux avec stibine et pyrite se trouve au moulin de Verrières à Boucivre près Tarare, à Grandris (stibine fibreuse et laminaire).

Loire. D'assez nombreux filons de stibine se trouvent dans la Loire; beaucoup d'entre eux furent exploités au siècle dernier : Chagnon, Bussières, Montmin en Sainte-Colombe, Néronde (avec kermésite et stibiconite). Ce dernier filon, d'après Grüner, coupe les schistes et les calcaires anthracifères, souvent eux-mêmes imprégnés par la stibine (*A. M.* XIX. 88. 1841); à Valfleury, des filons de stibine sont, d'après le même auteur, en relations avec la granulite; ils se trouvent dans le gneiss.

Allier. Des tentatives d'exploitation ont été faites sur des filons de stibine à gangue quartzeuse dans diverses localités de ce département et notamment à Nades (à 1 km. à l'ouest du bourg), à Montmalard en Bresnay et à Montignat en Petite Marche. Ces deux derniers ont été exploités au siècle dernier et c'est sans doute de l'un de ces gisements que provenait la stibine de l'Allier analysée par Vauquelin et indiquée par lui comme particulièrement pure.

Saône-et-Loire. L'existence de stibine fibreuse à Chauffailles est signalée par Drian (*op. cit.*).

Vosges. — [*Alsace*]. La stibine est peu abondante dans les Vosges. Daubrée (*Descr. géol. du Bas-Rhin*. 303. 1852) l'a signalée aux hameaux de Charbes et de Honilgoutte en Lalaye. Ces filons antimonifères se trouvent au nord de ceux d'Urbeis; la stibine y forme de petites aiguilles et des masses fibrolamellaires accompagnées de kermésite et de stibiconite avec quartz, pyrite, sidérose et à Honilgoutte de berthiérite.

La stibine s'est trouvée aussi comme accident dans les mines de plomb et de cuivre d'Urbeis et du Kalberhugel près Dambach, dans la mine d'hématite de Terlingoute à Framont.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute Savoie*. Des filons de stibine ont été autrefois reconnus dans la montagne de Pormenaz.

Savoie. Dans les mines et galeries de Pesey près Moutiers, on a trouvé des géodes quartzeuses, remplies de très fines aiguilles capillaires et noires de stibine.

Isère. La stibine a été signalée dans les filons quartzeux aurifères de la Gardette dont il a été question page 422. Un filon du même minéral a été aussi indiqué à l'Infernet dans la vallée de la Romanche, en amont du bourg d'Oisans.

Gueymard a trouvé, au moment du creusement de la grande galerie du Freney d'Oisans destinée au passage de la route de Briançon, des filonnets de stibine en aiguilles capillaires fort longues. Ces filonnets traversaient les schistes cristallins (*Statist. minér. Isère*. 447. 1844).

Elle n'a été trouvée qu'accidentellement en forme de rognons ou de masses fibrolamellaires dans la mine des Chalanches où l'antimoine existe surtout à l'état d'antimoine natif, d'allemontite et de valentinite.

Au-dessus d'Auris, sur la rive droite de la Romanche, il existe un

filon peu important de stibine aurifère, accompagnée de galène, de blende, etc.

Enfin, j'ai observé de petites aiguilles capillaires et noires de stibine dans les géodes de la mine du Grand-Lac de Laffrey, dont il sera question dans l'étude de la blende. Elles recouvrent la galène et la blende dont les cristaux renferment parfois assez de ce minéral pour être colorés en noir.

Maures. — *Var.* Des filons de stibine se trouvent au Pas du Cerf, dans la concession de la Ricille en Collobrières près Hyères; le même minéral accompagne aussi d'autres sulfures (blende, galène, chalcopyrite, etc.) dans plusieurs filons de cette même concession.

Corse. — Les filons de stibine sont nombreux et activement exploités à l'extrémité nord du cap Corse, dans les mines de Luri, de Méria et d'Ersa, qui fournissent près de la moitié de la production actuelle de l'antimoine en France.



Fig. 9.
Stibine fibrobacillaire du Cap Corse.
(Photographie un peu grossie).

Ces filons se trouvent dans les schistes sériciteux de la base de la formation schisteuse constituant tout le nord-est de l'île. Ils sont généralement dépourvus de gangue ou pauvres en quartz (notamment dans le gîte de Pastina en Méria) et formés par de la stibine pure, parfois accompagnée de pyrite, de blende, de soufre et de cinabre qui forme une gaine régulière autour des cristaux de stibine, comme dans les gisements algériens qui vont être étudiés plus loin.

La stibine du cap Corse ne se trouve pas seulement en masses fibrolamellaires; elle se rencontre aussi en beaux échantillons drusiques formés par l'enchevêtrement de cristaux qui, d'après les spécimens que je dois à M. Nentien, sont tantôt longs et gros atteignant plusieurs centimètres de longueur (fig. 9), tantôt formés par de petites aiguilles éclatantes d'un noir de fer. Les groupements de ce genre sont d'une délicatesse et

d'une fragilité extrêmes. L'enchevêtrement de ces cristaux est tel qu'il est difficile de les isoler pour avoir des pointements distincts. Les faces de la zone verticale sont nombreuses, mais tellement striées que les mesures précises ne sont guère possibles.

La stibine forme fréquemment entre les feuillets des schistes de la mine de Luri des rosaces régulières ayant environ 3 centimètres de diamètre : elles ne constituent qu'un mince plissage inexploitable qui explique le nom de *fioracce* (mauvaise fleur) que leur donnent les mineurs corses.

Algérie. — C'est peut-être à des imprégnations de calcaire plutôt qu'à des filons proprement dits qu'il y a lieu de rapporter tous les gisements algériens à gangue calcaire. Ils sont d'un âge plus récent que ceux de la France continentale puisqu'ils percent nettement le jurassique et le crétacé.

Constantine. Le gisement antimonifère du Djebel Hamimat, à 30 km. sud-ouest d'Aïn-Beida, est célèbre par les cristaux de *senarmontite* qu'il renferme. Le minerai forme des amas sans gangue dans des marnes et des calcaires que M. Blayac a récemment déterminées comme appartenant au gault ; le minéral est essentiellement constitué par des oxydes (voir à *senarmontite*). J'ai observé de très jolies aiguilles de stibine implantées sur des octaèdres de senarmontite et sur les sphérolites de calcite qui recouvrent ces derniers. La stibine est à Hamimat un accident minéralogique rare.

A Sanza (Sensa), à 4 km. à l'ouest d'Hamimat, près Aïn-Bebbouch, se trouve dans les mêmes conditions un gisement antimonifère. La collection du Muséum possède un échantillon de cette localité donné autrefois par de Senarmont à Daubrée et qui est fort intéressant ; il rappelle ceux fournis par la mine de Guelma. Il est constitué par de grandes baguettes de stibiconite provenant de la transformation de cristaux cannelés de stibine. Chacun de ceux-ci est entouré par une gaine de cinabre.

La mine du Djebel-Taya près Hammam-Meskoutine, située non loin des célèbres grottes du Taya, se trouve au milieu de calcaires jurassiques à *Diceras*, d'après les renseignements qu'a bien voulu me fournir M. Blayac. La stibine est le minéral exploité ; elle est en partie transformée en oxyde et associée à des mouches de cinabre et de galène. C'est ce dernier minéral qui a été autrefois exploité à la

période romaine ; la gangue est quartzeuse, calcaire et un peu barytique. La stibine se trouve dans les joints de stratification et les fissures verticales des calcaires ; elle se rencontre aussi en boules radiées au contact du calcaire et des marnes.

Dans l'Ouled-Ali (non loin d'Enchir-Saïd), à 16 km. N.-N.-O. de Guelma, des veines de stibine en partie oxydées, recouvertes d'enduits de cinabre, se trouvent dans les calcaires à *Inocérames* du sénonien.

Aux environs de Guelma, la stibine se rencontre encore dans les amas calaminaires d'El-Guelaa (Djebel-Debar), avec cinabre dans une gangue de quartz et de barytine, et à Bou-Zitoun avec barytine.

Nouvelle-Calédonie. — De beaux échantillons de stibine fibrolamellaire ont été recueillis dans les mines de Nakéty. J'ai eu entre les mains une géode quartzeuse de ce gisement renfermant de larges aiguilles de stibine pliées qui indiquent que de bons cristaux y pourraient être trouvés.

On a vu, page 443, que dans ce gisement la stibine est parfois accompagnée de réalgar, comme en Hongrie.

Tonkin. — Des gisements de stibine ont été indiqués au Tonkin. Je n'ai sur eux aucun renseignement précis.

2° *Dans les formations sédimentaires.*

Bretagne et Anjou. — *Loire-Inférieure et Maine-et-Loire.* Les calcaires dévoniens de la Loire-Inférieure et de l'Anjou renferment des veinules ou des amas de stibine englobés dans la calcite lamellaire et fréquemment recouverts d'enduits rouges de kermésite. Il y a lieu de citer notamment à cet égard les carrières de calcaire d'Erbray (*Loire-Inférieure*) et d'Angers (*Maine-et-Loire*). La stibine y forme, soit de longues baguettes, distinctes dans la calcite ou groupées en masses lamellaires, soit des masses fibrolamellaires de grande taille.

Plateau Central. — *Ardèche.* Les dolomies triasiques des environs de Charmes, qui recouvrent le granite, ont été imprégnées de produits quartzeux et de stibine. Ce minéral se rencontre en amas irréguliers à gangue de silex brun et de barytine ; il forme parfois des veinules et des nodules à structure radiée ; il est associé à des mouches pyriteuses.

Jura. — La stibine aciculaire a été rencontrée (Ogérien, *Hist. nat. du Jura*. I. 273) dans les cloisons d'une ammonite jurassique au Pontet près Saint-Claude, et aux Piards.

Algérie. — Voir plus haut.

BISMUTHINITE

$Bi^2 S^3$

Orthorhombique : $m\,m = 91°52'$.

$b : h = 1000 : 707{,}767$. D $= 718{,}546$. $d = 695{,}480$

$[a : b : c = 0.9679 : 1 : 0.9850$ (Groth)].

Faciès. La bismuthinite ne se trouve que rarement en cristaux toujours aciculaires ; le plus souvent on la rencontre en masses fibreuses, lamelleuses ou compactes.

Clivages. Clivages g^1 (010) parfait, h^1 (100) et m (110) imparfaits.

Dureté. 2. Faiblement sectile.

Densité. 6,4 à 6,6. 6,60 (Meymac, M. Carnot).

Coloration et éclat. Gris de plomb à blanc d'argent ; le minéral se ternit à l'air ou devient jaunâtre en prenant de belles couleurs irisées. Éclat métallique. Poussière de même couleur que le minéral. Opaque.

Composition chimique. La composition correspondant à la formule $Bi^2 S^3$ est donnée en *a*).

b) Analyse de la bismuthinite de Meymac (Corrèze) par M. Carnot (*C. R.* LXXIX. 303. 1874).

	a)	*b*)
S	18,8	14,25
As	»	3,10
Sb	»	0,85
Bi	81,2	78,40
Pb	»	0,75
Cu	»	0,40
Fe	»	0,53
Co	»	traces
Gangue	»	0,90
	100,0	99,18

Propriétés pyrognostiques. Fusible à la flamme d'une bougie. Dans

le tube ouvert, dégage de l'acide sulfureux et dégage un sublimé blanc qui, au chalumeau, fond en donnant des gouttes brunes à chaud et jaunes à froid.

Au chalumeau, dégage de l'acide sulfureux, puis fond en jaillissant et donne un enduit jaune d'oxyde de bismuth. Fondue avec de l'iodure de potassium, donne un enduit jaune d'iodure de bismuth.

Soluble dans l'acide azotique ; la solution par addition d'eau dépose un précipité blanc de sous-nitrate de bismuth.

Altérations. La bismuthinite se transforme par altération en bismite, bismuthite, etc.

Diagnostic. La bismuthinite offre souvent une grande analogie de caractères extérieurs avec la stibine. Ses réactions au chalumeau, sa dissolution sans résidu blanc dans l'acide azotique et les caractères de cette dissolution permettent de distinguer facilement ces deux minéraux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La bismuthinite, associée parfois à d'autres minéraux bismuthifères, à des minerais d'argent ou de cobalt, se trouve dans les deux catégories de gisements suivants :

1° Dans les filons métallifères ;

2° Dans les houillères embrasées.

1° *Dans les filons métallifères.*

Pyrénées. — [Aragon]. Picot de Lapeyrouse a signalé la bismuthinite associée au bismuth natif (*in* Charpentier, *op. cit.*, 368) dans les filons cobaltifères de Saint-Jean-de-Gistain, non loin de la frontière franco-aragonaise (voir à *smaltine*).

Plateau Central. — *Corrèze.* La bismuthinite semble avoir originellement constitué le principal minerai bismuthifère du filon de Meymac. Elle y est associée au bismuth natif, au wolfram, à la scheelite (voir à *bismuth*, page 387). La bismuthinite de ce gisement offre un aspect un peu spécial ; elle est d'un gris de plomb bleuâtre, rappelant la stibine ; elle forme des masses fibrolamelleuses, parfois rayonnées à grands éléments. Elle est généralement transformée en bismite

et en bismuthite qui constituaient la plus grande partie des matières qui y ont été exploitées.

Saône-et-Loire. De petites mouches de bismuthinite lamellaire se trouvent dans le quartz filonien des Champs-Carrés près Cluny. Elles y constituent une rareté minéralogique.

2° *Dans les houillères embrasées.*

Plateau Central. — *Loire.* La bismuthinite en aiguilles très brillantes a été rencontrée par M. Mayençon (*C. R.* XCII. 854. 1881) parmi les produits de sublimation des houillères embrasées des environs de Saint-Étienne. Il est probable qu'elle a la même origine que la galène qui l'accompagne et qui provient, sans aucun doute, de la volatilisation de sulfures existant en petite quantité dans la houille. On sait que les galènes sont parfois faiblement bismuthifères et c'est là sans doute qu'il faut chercher l'origine première de ce sulfure de bismuth plutôt que dans l'existence de bismuthinite, antérieurement formée dans les gisements houillers.

Gisement incertain.

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* Picot de Lapeyrouse a signalé (*J. P.* XXVI. 438. 1785) l'existence de la bismuthinite dans le quartier de Montagne de Raitz, à Melles, ce minéral y formerait des masses lamellaires ayant l'aspect de la galène. C'est le minéral de ce gisement qui est signalé par Romé de l'Isle avec la mention « dans les Pyrénées ; sans indication plus précise (*Cristall.* III. 117. 1783) » je n'ai pu recueillir aucun autre renseignement sur lui.

MOLYBDÉNITE

$Mo\ S^2$

Hexagonale?

Formes et faciès. La molybdénite se présente en lames ou en cristaux hexagonaux, analogues à ceux des micas et du graphite. Il existe parfois une pyramide $px = 105°$ (Dana). Les faces prismatiques sont

striées parallèlement à leur intersection avec la base. En général, le minéral forme des lames, des écailles contournées, il est plus rarement grenu.

Clivages. Clivage a^1 (0001) micacé, donnant des lames très flexibles, mais non élastiques. Sectile.

Dureté. 1 à 1.5. Toucher gras.

Densité. 4.7 à 4.8.

Coloration et éclat. Gris de plomb bleuâtre. Le minéral donne sur la porcelaine une trace verdâtre et sur le papier une trace bleuâtre.

Composition chimique. La composition théorique correspondant à la formule MoS^2 est la suivante :

S.....	40.0
Mo.....	60.0
	100,0

Ce minéral est généralement très pur.

Essais pyrognostiques. Dans le tube ouvert, la molybdénite donne des vapeurs sulfureuses et un sublimé d'acide molybdique jaune pâle. Infusible au chalumeau, mais colore la flamme en vert jaunâtre. Sur le charbon, le minéral peut être grillé, il donne alors un enduit d'acide molybdique jaune à chaud (rouge de cuivre près de l'essai) et blanc à froid; en se volatilisant, celui-ci colore la flamme en bleu azur (feu réducteur).

Décomposée par l'acide azotique avec résidu blanc d'acide molybdique qui se dissout aisément dans l'ammoniaque. La solution ammoniacale, acidifiée à nouveau par l'acide azotique, donne un précipité jaune citron par addition d'un fragment de phosphate de soude.

Altérations. La molybdénite est souvent recouverte d'enduits jaune citron de molybdite formée à ses dépens (Voy. tome III).

Diagnostic. Les réactions pyrognostiques permettent de distinguer la molybdénite du graphite, le seul minéral dont l'aspect extérieur se rapproche de celui de la molybdénite. La couleur laissée sur le papier ou la porcelaine n'est pas la même pour les deux minéraux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La molybdénite se rencontre comme élément constitutif de quelques

roches éruptives anciennes (granite, granulite, syénite néphélinique), des gneiss, des cipolins; plus rarement on la trouve dans des filons métallifères.

1° *Dans les roches granitiques et les schistes cristallins.*

Iles anglo-normandes. — [*Jersey.*] Des filons de quartz des Handois ont fourni de beaux échantillons de molybdénite lamellaire.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* La molybdénite se rencontre dans les pegmatites riches en biotite et en muscovite des carrières de Miséri près Nantes. Elle y accompagne le béryl, la löllingite, la chalcopyrite, etc.

Le même minéral a été rencontré dans le gneiss amphibolique de la carrière de Coteaux à la Martinière, près le Pellerin.

Plateau Central. — *Rhône.* De beaux échantillons de molybdénite lamellaire ont été trouvés par Héricart de Thury à Chessy dans la granulite et dans les filons pyriteux au contact des cornes vertes. Le même minéral se rencontre aux environs de Beaujeu dans une granulite rouge à grains fins (Coll. du Muséum).

Allier. J'ai trouvé la molybdénite en petites lamelles contournées, irrégulièrement distribuées dans une granulite rouge sans micas, exploitée à Droiturier près Lapalisse et employée à Clermont pour le pavage des rues.

Vosges. — La molybdénite a été rencontrée dans les filons de quartz de Thillot, dans la granulite de Remiremont.

Haute-Saône. Le même minéral se trouve à Faucogney dans une granulite à feldspath rouge.

Alpes. — *Haute-Savoie. Massif du mont Blanc.* La molybdénite n'est pas rare dans la protogine ou dans des filonnets de quartz qui la traversent. On peut citer notamment les localités suivantes : le Talèfre, le glacier de l'Argentière, les Courtes, la Mer de glace, les Charmoz, les glaciers de Miage, de la Brenva, la Chapelle d'Orny, l'Aiguille du Midi, la Bérarde. Elle a été trouvée pour la première fois par de Saussure au col du Géant du côté de Courmayeur.

Hautes-Alpes. De très beaux échantillons de molybdénite se trouvent dans la granulite, ou en filonnets au milieu d'elle, au glacier de la Meije

près La Grave. La molybdénite y tapisse parfois des surfaces de plusieurs décimètres carrés. Elle est superficiellement recouverte d'un enduit jaune de molybdite.

Corse. — La molybdénite a été trouvée associée à de la molybdite dans des filons de quartz entre Calvi et Argentella.

Nouvelle-Calédonie. — L'exposition des colonies renferme un échantillon de molybdénite engagée dans du quartz avec pyrite : il vient de la Nouvelle-Calédonie, mais les conditions de son gisement ne sont pas indiquées.

2° *Dans les filons métallifères.*

Plateau Central. — *Aveyron.* La molybdénite a été rencontrée comme accident dans les filons cuprifères et plombifères de Corbières, à la limite du département de l'*Hérault.*

Haute-Vienne. La molybdénite est l'un des nombreux minéraux accompagnant la cassitérite dans les filons stannifères de Vaulry ; elle s'y rencontre dans le quartz et aussi dans le gneiss. Elle existe dans les mêmes conditions à Cieux et dans les filons quartzeux wolframifères de Moudelisse entre Saint-Léonard et Limoges.

Rhône. Voir plus haut.

Vosges. — Les filons cuprifères de Château-Lambert ont fourni comme accident des échantillons de molybdénite : ce minéral y est englobé dans du quartz avec de la pyrite.

CARBURES, SULFURES, PHOSPHURES, ARSÉNIURES, ANTIMONIURES DES MÉTAUX

SÉRIE BASIQUE

DISCRASITE

$Ag^n\ Sb^m$

Orthorhombique : $mm = 119°59'$.
$b : h = 1000 : 581{,}756$. D $= 865{,}988$. $d = 500{,}097$.
[$a : b : c = 0.5775 : 1 : 0.6718$ (Haussmann)]

Macles. Macle suivant m (110) conduisant à des formes pseudo-hexagonales.

Formes observées. p (001), m (110), g^1 (010).

Faciès des cristaux. Les cristaux sont prismatiques ; les faces p (001) sont striées parallèlement à l'arête ph^1 (001) (100). Les cristaux nets sont rares ; le minéral se présente le plus souvent sous forme dendritique, lamellaire, grenue ou compacte.

Clivages. Clivages p (001) et e^1 (011) assez nets, imparfaits suivant m (110). Cassure inégale. Sectile.

Dureté. 3.5 à 4.

Densité. 9.44 à 9.85.

Coloration et éclat. Blanc d'argent à blanc d'étain, se ternissant à l'air en jaunissant ou en noircissant. Éclat métallique. Opaque.

Composition chimique. La composition est discutée et semble osciller entre les deux formules Ag^3Sb (composition *a*) et Ag^6Sb (composition *b*).

	a)	*b*)
Ag.....	72,9	84,3
Sb.....	27,1	15,7
	100,0	100,0

Il existe souvent un peu d'arsenic.

Propriétés pyrognostiques. Au chalumeau, fond en un globule (qui finit par être formé d'argent pur), avec auréole d'acide antimonieux. Insoluble dans l'acide chlorhydrique, ce qui permet de l'isoler de ses gangues calcaires. Soluble dans l'acide azotique avec résidu blanc d'acide antimonique.

Diagnostic. Les clivages faciles, les réactions pyrognostiques et le résidu d'acide antimonique laissé après attaque par l'acide azotique, constituent les caractères différentiels de la dyscrasite et de l'argent natif.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La dyscrasite est un minéral des filons argentifères et particulièrement de ceux à gangue calcaire.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Le filon de blende de la mine d'Ar près des Eaux-Bonnes, dont il sera question à l'article *arite* est traversé par des filonnets minces de calcaire renfermant de l'arite, del'ullmannite, de la blende et parfois des minéraux argentifères qui, à de nombreuses reprises, ont fait l'objet de tentatives malheureuses d'exploitation. L'argent natif y a été signalé, mais il est probable que ce minéral y est rare et remplacé par de la dyscrasite dont j'ai étudié un bon échantillon, grâce à l'obligeance de M. Braly. Il est constitué par de petites masses ramuleuses, faciles à dégager du calcaire par l'acide chlorhydrique ; on y voit de rares cristaux prismatiques, allongés suivant l'axe vertical et généralement groupés en grand nombre, à axes parallèles pour former des masses columnaires.

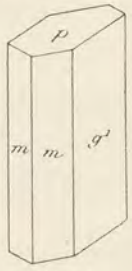


Fig. 1.
Dyscrasite de Sainte-Marie-aux-Mines.

Vosges. — [*Alsace*]. La collection du Muséum possède un bel échantillon de dyscrasite indiqué comme provenant de la mine de Saint-Jacob dans le Rauenthal, à Sainte-Marie-aux-Mines. C'est un calcaire lamellaire dans lequel sont engagés des cristaux de dyscrasite atteignant 1^{cm} de plus grande dimension. Ils sont allongés suivant l'axe vertical et sont creusés de cavités irrégulières remplies par de la calcite. Ils présentent les faces : p (001), m (110), g^1 (010) (fig. 1).

Alpes. — *Isère*. La dyscrasite était l'un des minéraux argentifères de la mine des Chalanches près Allemont. Elle s'y est présentée en petites masses grenues, dépourvues de cristaux distincts.

GROUPE DE LA RHABDITE

Ce groupe renferme des phosphures de fer nickelifères que l'on rencontre dans les holosidères.

Le nom de *rhabdite* a été plus particulièrement donné à ceux qui se trouvent en aiguilles et celui de *schreibersite* à celui que l'on rencontre en lamelles ou en grains : il n'y a peut-être entre eux qu'une différence de structure.

Dans ce groupe, se range un minéral cristallisé trouvé dans les houillères embrasées du Plateau central et qui est une forme exclusivement ferrifère de ce groupe : c'est lui qui me servira de type.

RHABDITE

$$Fe^7 P^2$$

Quadratique.

$$b : h = 1000 : 345{,}068. \quad D = 707{,}107.$$

$$[a : c = 1 : 0{,}4880 \text{ (Mallard)}].$$

Formes observées. h^1 (100), m (110) ; a^1 (101).

Les angles suivants ont été mesurés par Mallard sur les cristaux de Commentry :

	Angles calculé.	mesuré.		Angles calculé.	mesuré.
$p\ a^1$	153°59″	$^*m\ a^1$ 180°4′	$a^1\ a^1$ adj.	143°52″	143°42′

Faciès. La rhabdite de Commentry se trouve en masses cristallines dans les fentes desquelles se rencontrent parfois des cristaux prismatiques groupés en éventail : les pointements distincts sont rares.

Clivages. Pas de clivages. Cassure grenue, le minéral est aigre.

Dureté. Difficilement rayée par l'acier.

Densité. 7,14.

Coloration et éclat. Gris d'acier très brillant. Irisée superficiellement. Éclat métallique. Opaque.

Propriétés magnétiques. Très magnétique.

Composition chimique. Le nom de rhabdite a été donné à un phosphure de fer et de nickel trouvé par G. Rose dans l'holosidère de Braunau (Bohême). Mallard en a rapproché le phosphure de Commentry dont il est question ici.

La composition théorique correspondant à la formule $Fe^7 P^2$ est don-

née en *a* ; elle se rapproche de celle du minéral de Commentry [analyse *b* par M. Carnot (*B. S. M.* IV. 230. 1881) si l'on suppose le soufre comme combiné au fer sous forme de FeS].

La schreibersite des holosidères paraît correspondre plutôt à la formule $(Fe, Ni)^6 P^2$, correspondant à l'analyse *c*.

	a)	*b*)	*c*)
P.....	13,7	12,10	15,4
As.....	»	1,65	»
S.....	»	1,75	»
C.....	»	traces	»
Fe.....	86,3	84,28	55,5
Ni.....	»	»	29,1
	100,0	99,78	100,0

Propriétés pyrognostiques. Quand on attaque le minéral de Commentry par l'acide chlorhydrique, le sulfure de fer est d'abord décomposé et ce n'est qu'ensuite que la rhabdite s'attaque à son tour : il se dégage d'abord de l'hydrogène sulfuré, puis de l'hydrogène phosphoré.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les minéraux de ce groupe se rencontrent dans les deux conditions suivantes :

1° Dans les météorites pierreuses et dans les holosidères.

2° Dans les houillères embrasées.

1° *Dans les météorites pierreuses et dans les holosidères.*

Les types nickelifères se trouvent exclusivement dans ce genre de gisement. La variété grenue ou écailleuse (*schreibersite*) est la plus répandue; la rhabdite aciculaire ne se trouve guère que dans quelques fers à structure cubique, elle est parfois régulièrement orientée, suivant les axes quaternaires de ceux-ci (fer de Braunau). Ces minéraux sont toujours de petites dimensions; cela est notamment le cas pour la schreibersite du fer de Caille (*Var*), qui n'y existe qu'en faible quantité.

La schreibersite n'est pas localisée dans les holosidères, on la trouve aussi dans les divers types de météorites pierreuses. Il est possible de mettre en évidence ces minéraux en traitant à l'ébullition le mélange de fer nickelé, de schreibersite et de troïlite de celles-ci par une dissolution de chlorure de cuivre, jusqu'à disparition du fer nickelé : la schreibersite est ensuite débarrassée du cuivre réduit par l'acide azotique, de la troïlite par un traitement rapide à l'acide chlorhydrique.

2° *Dans les houillères embrasées.*

Plateau Central. — *Allier.* La rhabdite de Commentry a été trouvée par M. Fayol et étudiée par Mallard (*B. S. M.* IV. 230. 1881); elle se trouvait dans une roche à faciès basaltique, essentiellement constituée par de l'anorthite et de l'augite et résultant de la fusion sur place de roches schisteuses houillères. (Voir tome I, p. 531).

Dans cette roche, le minéral est disséminé en petits globules sphériques, en masses de quelques centimètres de diamètre, à contours irréguliers, moulés par la matière fondue, ou enfin en masses irrégulières atteignant la grosseur du poing. Elles sont cristallines et leurs cavités sont parfois tapissées par des aiguilles à formes nettes. Quelques rares échantillons se sont montrés sous forme de belles baguettes quadratiques, parfois disposées en masses bacillaires. Lorsqu'il y a cinq ans, j'ai visité la mine de Commentry, la rhabdite y était peu abondante et je n'ai pu y recueillir que des échantillons de petites dimensions.

Ce minéral s'est évidemment formé grâce à la réduction par le charbon des éléments ferrugineux phosphorés contenus dans les schistes. C'est aux dépens de cette rhabdite que se sont ensuite produits les cristaux de vivianite qui seront étudiés longuement dans le tome III.

Aveyron. Les houillères embrasées de Cransac ont fourni des échantillons de rhabdite et de vivianite identiques à ceux de Commentry.

COHENITE?

M. Weinschenk a décrit sous le nom de *cohenite* des carbures de fer qui se trouvent dans divers fers nickelés ; les uns sont représentés par la formule $(Fe\ Ni)^3\ C$ (fers de Magura et de Bendego)[1], les autres par la formule $(Fe\ Ni)^4\ C$ (fers du comté de Wichita).

C'est à ce groupe qu'il y a lieu de rapporter un fer métallique qui a été trouvé en 1804 par Mossier dans les schistes houillers fondus par les incendies souterrains de Commentry (La Bouiche), si toutefois l'analyse donnée plus bas est exacte. D'après la description qu'en a faite Cocq (*J. M.* XIX. 430. 1806), ce fer constituait un bloc pesant

1. Cette *cohenite* est par suite un type nickelé de la *cémentite* ($Fe^3\ C$), le carbure en aiguilles brillantes qui constitue l'un des éléments constitutifs des aciers industriels (voir p. 394).

environ 8 kilogrammes ; il avait une forme tabulaire et renfermait quelques bulles à sa partie inférieure qui adhérait à des fragments de schistes fondus scoriacés et de houille en partie brûlée. Le minéral rayait l'acier trempé dont il avait l'aspect. Sa densité était de 7,4417.

L'analyse faite par Godon de Saint-Memin (*J. P.* LX. 340. 1805) a donné les résultats suivants consignés en *a*.

	a)	*b*)
C.....	4,3	4,14
P.....	1,2	»
Fe.....	94,5	95,86
	100,0	100,00

La composition donnée en *b* est celle qui correspond à la formule Fe^5C.

Lorsque deux ans après la découverte de Mossier, Cocq se rendit sur les lieux, il ne put retrouver le bloc en question, mais il rencontra de petits globules d'une substance analogue dans les alvéoles de roches scoriacées ; ces globules étaient accompagnés de vivianite : c'était probablement la rhabdite décrite plus haut.

Ce minéral a été désigné sous le nom d'*acier natif de la Bouiche* dans les Traités de minéralogie publiés depuis le commencement du siècle.

C'est dans le même gisement et exactement dans les mêmes conditions que 77 ans plus tard, M. Fayol a trouvé la rhabdite.

Ces deux minéraux paraissent avoir une grande analogie de caractères extérieurs. Ils diffèrent cependant par leur composition et par leur densité. Il ne serait pas extraordinaire de trouver, dans le même gisement, et dans les mêmes conditions, des composés présentant de semblables différences de composition. J'ai fait voir, en effet (voir tome I, p. 531), que les roches fondues et recristallisées de Commentry présentent des différences de composition minéralogique importantes à quelques décimètres de distance ; cela s'explique du reste, puisqu'elles résultent de la fusion et de la recristallisation sur place, sans brassage, de roches originairement clastiques et par suite hétérogènes. La teneur en acide phosphorique de semblables roches sédimentaires est variable d'un lit à l'autre, de même que celle des éléments ferrugineux dont la réduction a donné naissance aux produits qui nous occupent ici. Je n'ai trouvé de traces de l'échantillon étudié par Mossier dans aucune collection.

MONOSULFURES

GROUPE DE LA GALÈNE

Le groupe de la galène est formé par de nombreux minéraux; tous ceux qui sont connus en cristaux sont cubiques et holoédriques.

Galène.....	Pb S
**Altaïte*.....	Pb Te
**Clausthalite*...	Pb Se
**Naumannite*. .	(Ag^2, Pb) Se
Argyrite.....	Ag^2 S
**Hessite*.....	Ag^2 Te
**Petzite*	$(Ag, Au)^2$ Te
**Berzelianite*...	Cu^2 Se
**Lehrbachite*...	(Pb, Hg) Se
**Eucairite*.....	$(Cu, Ag)^2$ Se
**Zorgite*	(Pb, Cu^2, Ag^2) Se
**Crookesite*. ..	$(Cu, Tl, Ag)^2$ Se

La galène et l'argyrite seules se rencontrent dans les gisements qui vont être passés en revue.

GALÈNE

Pb S

Cubique.

Macles. 1° Macle très fréquente suivant a^1 (111) (macle des spinelles), se produisant soit par accolement (fig. 13), soit par pénétration (fig. 14). Cette macle est parfois répétée.

2° Macles suivant a^3 (311), $a^{1/5}$ (441), $a^{1/3}$ (331) se manifestant par des lamelles polysynthétiques et des stries sur les clivages cubiques. Ces macles paraissent secondaires et dues à la pression.

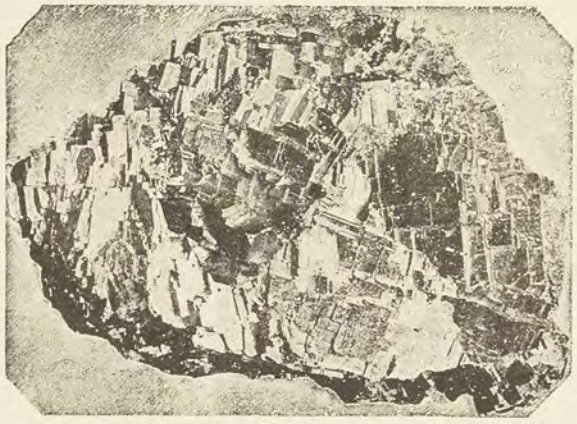


Fig. 1.

Galène à larges clivages cubiques (Bartèque, *Basses-Pyrénées*). (*Photographie réduite du tiers environ.*)

Formes observées. p (001), a^1 (111); b^1 (110), b^2 (210); $a^{7/2}$ (722), $a^{1/2}$ (221); a^{40} (40. 1. 1), a^2 (211); pb^2 153°26′ $pa^{7/2}$ 133°53′ $a^{7/2}$, a^1 156°10′, a^{40} a^1 127°17′, a^{40} a^{40} sur b 177°8′.

Faciès des cristaux. Suivant les gisements, la forme dominante est le cube, le cubo-octaèdre, ou l'octaèdre, imprimant aux cristaux un cachet caractéristique. Les cristaux de galène présentent parfois des développements anormaux, allongements suivant un axe quaternaire (fig. 16), ou un axe binaire (fig. 5 et 6). Leurs faces sont quelquefois arrondies, ou présentent des particularités étudiées plus loin.

Le plus souvent, la galène se trouve en masses clivables (fig. 1) dont les éléments peuvent varier depuis plus de 10 cm de côté jusqu'à une fraction de millimètre. Elle se trouve aussi en masses finement fibreuses, parfois compactes. Une variété très compacte, fragile, d'un gris bleuâtre foncé qui se trouve parfois dans des galènes à plus gros grains et dont la compacité paraît due à des actions mécaniques.

Groupements avec d'autres minéraux. On verra à l'article *pyrrhotite* de curieuses pseudomorphoses de ce minéral en galène, présentant une disposition géométrique remarquable.

Clivages. Clivage parfait suivant p (fig. 1), rarement suivant a^1 (galène bismuthifère). Ce clivage disparaît après chauffage à 200 ou 300°, il est remplacé par le clivage cubique. Cassure subconchoïdale ou inégale.

Dureté. 2,5 à 2,75.

Densité. 7,4 à 7,6; 7,67 galène bismuthifère du mont Blanc (M. Brun).

Coloration et éclat. Gris de plomb. Poussière également grise. Éclat métallique. Opaque.

Propriétés électriques. Thermoélectrique + ou — suivant les localités.

Composition chimique. La formule PbS correspond à la composition :

S.....	13,4
Pb.....	86,6
	100,0

La galène renferme presque toujours de l'argent qui peut varier de plus de 1 %, à quelques millièmes ou même à zéro. Aucun caractère extérieur ne permet de distinguer les galènes très argentifères de celles qui ne le sont pas; dans certains gisements, les galènes à éléments fins sont plus riches en argent que celles à grandes lames, mais ce fait n'est pas général. Les galènes argentifères sont de véritables minerais d'argent. On trouvera plus loin, aux articles locaux, la teneur en argent des galènes de quelques gisements français ; elle est souvent très variable, du reste, même dans un filon déterminé.

Les galènes pauvres en argent (*alquifoux*) sont parfois exploitées pour faire du vernis de poterie.

Il existe parfois aussi dans la galène de petites quantités de sélenium, de zinc, de cadmium, d'antimoine, de bismuth, de cuivre, et, peut-être même de platine (galène de la Charente, de Roudouhir en Hanvec (*Finistère*) (Bertrand-Geslin. *B. S. G.* IV. 164. 1833) et de l'Isère).

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube ouvert, donne des vapeurs sulfureuses. Au chalumeau, sur le charbon, fond en dégageant de l'acide sulfureux, puis couvre le bord de l'essai d'un enduit de massicot (Pb O) et à quelque distance d'un enduit blanc de céruse, enfin donne un globule malléable de plomb. Décomposée par l'acide azotique concentré, avec dépôt de soufre et de sulfate de plomb.

Altérations. La galène est très altérable par les agents atmosphériques, aussi les parties superficielles des filons plombifères sont-elles le lieu d'élection de nombreux minéraux oxydés. Dans les gisements fran-

çais, la *pyromorphite*, la *mimétite*, la *cérusite*, plus rarement la *wulfénite*, l'*anglésite*, la *lanarkite*, la *linarite* (dans les gisements plumbocuprifères) sont les espèces que l'on trouve le plus souvent dans de semblables conditions. Elles se rencontrent en général au voisinage et souvent même à la place de la galène, aux dépens de laquelle elles se sont formées.

Ces minéraux sont parfois aussi enveloppés dans de la limonite caverneuse, résultant de la décomposition de la pyrite qui accompagne la galène, ou associés à la smithsonite et à la calamine produites par la décomposition de la blende. La fréquence de la limonite dans les parties oxydées de ces filons leur a fait donner depuis longtemps le nom de *chapeau de fer*.

L'argent mis en liberté par la décomposition de la galène argentifère s'isole parfois à l'état d'argent natif, de cérargyrite ou de bromyrite dans le chapeau de fer des filons plombifères (Huelgoat).

La transformation presque totale d'un gisement de galène en anglésite est un phénomène beaucoup plus rare et dont un seul exemple a été observé en France, à Pallières (*Gard*).

Il y a lieu de signaler en outre la présence assez fréquente de soufre natif formé dans les clivages de galène et particulièrement dans celle qui a séjourné longtemps à l'air sur des vieilles haldes de mines ; la galène ainsi altérée renferme naturellement un excès de soufre. Le nom de *johnstonite* a été donné autrefois à ces galènes sursulfurées.

Dans les gisements où la galène est associée à des minéraux cuprifères, il se produit souvent, à la surface des clivages de galène, des enduits bleus de covelline.

La galène forme parfois des pseudomorphoses de pyromorphite. Breithaupt les a désignées sous le nom de *plumbéine*, les considérant comme une espèce distincte. De magnifiques pseudomorphoses de ce genre dans tous les stades de leur formation étaient abondantes autrefois à Huelgoat.

Diagnostic. Les clivages, l'éclat, les réactions pyrognostiques ne permettent de confondre la galène avec aucun autre sulfure ; les réactions particulières du tellure et du sélénium différencient aisément le minéral d'avec les tellurures et séléniures de plomb isomorphes.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La galène est un des sulfures métalliques les plus abondamment répandus dans la nature. Elle se rencontre dans les conditions les plus variées ; je la considérerai successivement :

1° Dans les gisements métallifères ;
2° Dans les roches sédimentaires ;
3° Dans les fentes des roches éruptives ;
4° Dans les cipolins et les calcaires métamorphiques ;
5° Dans les sources thermales ;
6° Dans les houillères embrasées ;
7° Dans les produits métallurgiques.

La blende, la pyrite, la chalcopyrite, le quartz, la calcite, la barytine, la fluorine sont ses compagnons les plus habituels, la limonite, la panabase se rencontrent souvent aussi avec elles ; il s'y joint les minéraux oxydés dont il a été question plus haut, qui proviennent de sa décomposition.

1° *Dans les gisements métallifères.*

Je désigne sous ce titre général tous les gisements dans lesquels la galène se rencontre seule ou associée à d'autres minéraux métalliques pour constituer de véritables minerais.

Je diviserai ces gisements en deux catégories : la première comprend tous les filons à gangue quartzeuse ; la seconde les filons à gangue calcaire et les amas d'imprégnation, dans lesquels la galène est associée le plus souvent à des minéraux zincifères ; ces amas sont par suite analogues ou identiques aux gisements calaminaires (voir à *smithsonite*), ils établissent souvent le passage aux gisements d'origine sédimentaire.

Cette distinction est intéressante au point de vue minéralogique à cause de l'abondance de certains minéraux secondaires plus grande dans l'une de ces catégories que dans l'autre.

Il y a lieu de faire remarquer que les filons plombifères proprement

dits se trouvent dans les terrains peu attaquables, tels que les roches éruptives, les gneiss, les schistes et quartzites sédimentaires, alors que les amas calaminaires constituent des gîtes de substitution dans les calcaires seulement.

L'influence de la roche encaissante sur la richesse des filons est mise en évidence dans quelques gisements français où la galène est particulièrement abondante quand les filons sont en relation avec des roches éruptives (voir à Pontgibaud et Pontpéan).

Dans tous les gisements qui vont être passés en revue, le minéral plombifère originel est toujours la galène, et c'est exclusivement à ses dépens que se sont produits les minéraux plombifères oxydés, souvent assez abondants pour être exploités.

L'association de la pyrite et de la galène est fréquente, souvent en relation avec un enrichissement du minerai en argent. Aux affleurements, cette pyrite est altérée, transformée en limonite plus ou moins caverneuse. On a vu plus haut que c'est dans ce *chapeau de fer* des filons concrétionnés que l'on trouve en abondance les minéraux oxydés : *cérusite*, *anglésite*, *pyromorphite*, *mimétite*, *wulfénite*, etc. Ces derniers minéraux paraissent, au moins dans les gisements étudiés plus loin, beaucoup plus abondants dans les filons à gangue quartzeuse que dans ceux à gangue calcaire. C'est également dans cette limonite d'oxydation que se concentre souvent, à l'état natif, l'argent contenu dans la pyrite (Huelgoat, Nouvelle-Calédonie, etc.); l'argent s'y trouve aussi quelquefois à l'état de chlorure ou de bromure (Huelgoat).

α) *Dans les filons à gangue quartzeuse.*

Les filons à gangue quartzeuse peuvent être considérés comme le type des filons concrétionnés, ils sont de beaucoup les plus abondants, tantôt isolés,et tantôt groupés. Enfin, parfois, ils s'entre-croisent en grand nombre (Champs de fracture) (Vialas, etc), ou enfin se trouvent en veinules éparpillées dans les schistes (Pesey, etc).

La barytine et la fluorine sont souvent associées au quartz comme gangue; quand la barytine domine, le minerai est généralement pauvre (*alquifoux*). Fréquemment des filons presque exclusivement barytiques aux affleurements, deviennent très quartzeux et plus riches en profondeur (*Haute-Loire*).

Il existe une grande variété dans la disposition des matières minérales dans les filons plombifères. Tantôt elles se sont déposées le long de leurs parois (épontes), en produisant des zones alternatives de composition différente plus ou moins symétriquement distribuées par rapport à un plan longitudinal, tantôt le remplissage du filon est irrégulier et en partie constitué par des fragments de roches tombées des parois. Ces fragments sont souvent très altérés, transformés plus ou moins complètement en argile et cimentés par les sulfures qui forment quelquefois des enveloppes régulières autour d'eux. Les mines de Pontgibaud fournissent de bons exemples de ces filons bréchiformes. Le plus généralement, la blende est postérieure à la galène ; elle est elle-même recouverte par de la pyrite et de la marcasite (Pontpéan).

La galène et les autres sulfures sont inégalement distribués dans les filons ; parfois ils y forment des filets continus, le plus souvent ils constituent des amas, des mouches, ou enfin des colonnes riches, plus ou moins inclinées dans le plan du filon : à Pontpéan, par exemple, la galène est surtout abondante au mur du filon, les autres minerais à son toit.

Les filons concrétionnés quartzifères sont riches en cavités que tapissent de fort beaux cristaux des minéraux constituant les gangues (quartz, fluorine, barytine, etc.), les minerais (galène, blende, pyrite, chalcopyrite, etc.), et aux affleurements de cristaux des produits oxydés.

Les filons de galène des gisements français se rencontrent dans les diverses roches éruptives anciennes, dans les schistes cristallins, dans les formations paléozoïques, et l'on en connaît qui sont certainement postjurassiques ; les filons algériens sont plus récents encore.

La dissémination en France des filons plombifères est extrême. Il m'a paru inutile de faire le dénombrement complet de tous ceux qui ont été recherchés, cette énumération n'offrant aucun intérêt général en l'absence de documents minéralogiques spéciaux. Je ne m'occuperai que des gisements ayant fourni des cristaux étudiables, quelques particularités intéressantes, ou un intérêt économique réel.

Le lecteur qui serait intéressé par cette catégorie de filons trouvera des documents sur les gîtes exploités avant la Révolution dans les ouvrages suivants : Gobet, *Les anciens minéralogistes de France*, 1779 ; de Gensanne, *Hist. natur. du Languedoc*, 1776-79; de Dietrich, *Descr.*

des gîtes de minerais des Pyrénées et de l'Alsace, etc., 1786, et enfin pour les exploitations de ce siècle dans la partie administrative du *Journal des Mines* et des *Annales des Mines* qui lui font suite. J'ai, en outre, dans mon texte, renvoyé à quelques monographies spéciales, plus intéressantes, du reste, au point de vue de l'ingénieur qu'à celui du minéralogiste.

Normandie. — *Manche*. Un gisement de galène peu argentifère a été exploité à Pierreville. D'après les anciennes descriptions (*J. M.* II. 8. 1795), il semble que cette mine ait fourni de très beaux échantillons ; la galène y forme des amas au contact du calcaire et des schistes paléozoïques, la variété la plus commune est à grandes facettes, parfois fibrolamellaires. Des cristaux p, a^1, $p\,a^1$ y ont été trouvés, associés à de la blende brune, de la pyrite, de la smithsonite.

Ille-et-Vilaine. La mine de Pontpéan en Bruz, à 10 km. de Rennes, encore aujourd'hui exploitée, a été découverte en 1730.

Les filons à gangue quartzoargileuse coupent les schistes siluriens et sont en relation avec une diorite. Les minerais sont la galène, la blende, et des sulfures de fer (marcasite et pyrite).

La galène se trouve surtout en incrustations au mur du filon dont elle est séparée par une salbande argileuse ; la blende et la marcasite, au contraire, sont surtout abondantes au toit. La galène se trouve aussi en rognons au milieu du filon, englobant fréquemment des fragments des parois encaissantes.

Dans les échantillons que j'ai étudiés et que je dois, pour la plupart, à M. l'intendant militaire Pavot, la galène est fréquemment à grandes lames dépassant 5 centimètres d'arête : elle est souvent enveloppée par de la blende fibreuse (voir la fig. 4 de la page 526), ou enfin par une croûte de marcasite ; ses formes les plus habituelles sont a^1, $p\,a^1$ (fig. 2). Les variétés fibreuses et finement grenues sont rares à Pontpéan.

Romé de l'Isle a décrit autrefois des cristaux de galène provenant de ce gisement et ayant leurs angles arrondis comme par fusion ; M. Pavot m'a communiqué un échantillon de ce genre recouvert de petits cristaux de blende noire.

Il semble probable que cette mine a fourni, à un moment donné, des minerais d'argent. MM. Fuchs et de Launay ont fait remarquer, en

effet (*Traité gîtes miner.* II. 498), que la richesse en argent du minerai n'est pas constante et varie parfois en raison inverse de la teneur en plomb.

On verra plus loin la description des intéressantes pseudomorphoses de pyrrhotite en marcasite, en pyrite provenant de cette mine et dans quelques-unes desquelles lagalène prend une disposition régulière des plus remarquables.

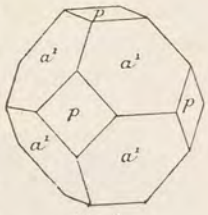


Fig. 2.
Galène (forme commune).

La mine de la Touche près Vieuxvy, voisine de celle de Pontpéan, renferme une galène pauvre en argent avec de la blende, de la stibine et beaucoup de pyrite (ou marcasite). D'après M. Lodin, le filon serait pauvre quand il est encaissé par le granite et très minéralisé quand il suit la granulite.

Côtes-du-Nord. Des recherches ont été faites sur des filons de galène et de chalcopyrite à Carnoët et Plusquellet à l'est des mines du Huelgoat.

Les anciennes mines de Châtelaudren ont fourni surtout de la galène, parfois intimement mélangée à de la chalcopyrite, de la pyrite. On y a trouvé de beaux cristaux de galène (*p* et *p* a^1), des variétés fibreuses de ce minéral, de la smaltine, etc.

Finistère. Les mines de Huelgoat et de Poullaouen voisines l'une de l'autre, déjà exploitées sous Louis XIII, ont eu une grande célébrité au commencement de ce siècle ; elles sont malheureusement aujourd'hui abandonnées. Huelgoat compte parmi les gisements français les plus intéressants au point de vue minéralogique.

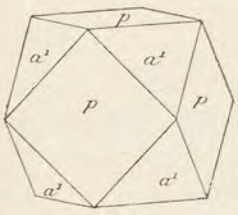


Fig. 3.
Galène (forme commune).

A Poullaouen, la galène se trouve dans des filons quartzeux traversant les schistes et grauwackes dévoniennes. Elle contient de 2 à 5 millièmes d'argent. La blende accompagnait toujours la galène, mais la proportion de ces deux minéraux était en raison inverse l'une de l'autre. Les types cubiques (fig. 3) et octaédriques (fig.2) de galène y ont été trouvés.

La collection Romé de l'Isle renferme un cubo-octaèdre constitué par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus de même forme. Un autre échantillon de même origine est constitué

également par des cubo-octaèdres groupés à axes parallèles, mais ils présentent en outre la particularité de supporter à chacun de leurs angles octaédriques un cristal plus petit p a^1, très aplati suivant une face octaédrique. Ces petits cristaux ont la même orientation que le cristal central (fig. 4).

On a trouvé aussi à Poullaouen d'énormes cristaux aplatis suivant a^1 : ils constituent de larges lames gondolées à bords déchiquetés.



Fig. 4.
Groupement régulier de cristaux de galène de Poullaouen. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Fort peu de minéraux secondaires (pyromorphite, cérusite) ont été trouvés dans cette mine (galerie Carnot), contrairement à ce qui a lieu à Huelgoat, distant seulement d'environ 4 kilomètres, 5.

A Huelgoat, les filons de quartz, coupant le granite, la granulite, les schistes dévoniens et carbonifères, s'enrichissent dans les roches dures, s'appauvrissent dans les schistes. Ils sont riches en géodes tapissées de gros cristaux de quartz. La galène est en général à grains moyens, tenant en moyenne 1 à 2 millièmes d'argent. La blende est moins abondante qu'à Poullaouen. Dans les filons, on a trouvé des moules en creux de cristaux de calcite, limités par du quartz, et souvent recouverts de blende fibreuse ou lamellaire, de pyromorphite, etc. La pyrite et la marcasite sont très abondantes, postérieures à tous les autres produits.

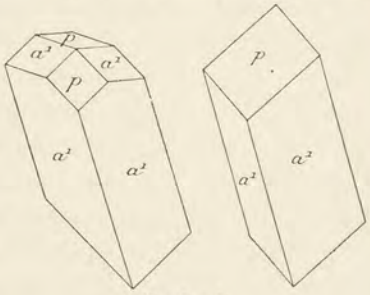


Fig. 5 et 6.
Cristaux de galène de Huelgoat, allongés suivant un axe binaire. Ils sont limités à leur partie inférieure par un clivage cubique et ont été dessinés à l'aide d'axes cubiques.

C'est particulièrement aux affleurements et au voisinage des failles que l'on a rencontré les terres rouges (oxydes de fer) très argentifères, contenant des cristaux d'argent natif, de bromyrite, de cérargyrite ainsi que la plumbogummite et les magnifiques cristaux de pyromorphite, qui ornent toutes les collections.

On a vu page 345 que c'est à Huelgoat que la laumontite a été découverte dans des schistes calcaires coupés par les travaux de recherche de la mine.

Des détails intéressants sur cette vieille mine depuis longtemps inexploitée se trouvent dans les *Annales des mines* (Perdonnet. X. 253. 1846).

Les combinaisons de formes les plus habituelles des cristaux de galène de ce gisement sont p, a^1, $p\ a^1$. Les cristaux atteignent plusieurs centimètres. Les octaèdres sont quelquefois aplatis suivant une de leurs faces. Ils sont plus rarement allongés suivant un axe binaire et présentent alors une apparence orthorhombique (fig. 5), ou même monoclinique (fig. 6), par suite de la disparition d'une partie des faces devant exister normalement [1].



Fig. 7.
Galène en octaèdres arrondis de Huelgoat.
(*Photographie réduite d'environ* 1/3.)

On a trouvé aussi à Huelgoat des cubo-octaèdres maclés par accolement et allongés suivant un axe binaire.

La fig. 7 est la reproduction d'une photographie d'un échantillon de galène du Huelgoat (collection du Muséum) supportant de gros cristaux (pa^1) déformés et à faces arrondies par suite de l'existence de trioctaèdres très surbaissés ; il est possible que ces faces se soient produites par corrosion et dissolution partielle des cristaux qui les présentent.



Fig. 8.
Prismes hexagonaux de pyromorphite épigénisés par de la galène, Huelgoat. (*Photographie grandeur naturelle.*)

La mine du Huelgoat, si riche en magnifiques cristaux de pyromorphite atteignant parfois plusieurs centimètres de longueur, a fourni de très belles pseudomor-

1. L'existence de semblables cristaux de galène pseudorhombique peut être un argument en faveur d'une interprétation semblable de l'acanthite, regardée comme dimorphe de l'argyrite.

phoses en galène de ce minéral (fig. 8). Tantôt le prisme hexagonal de pyromorphite est entièrement remplacé par de la galène grenue, tantôt il a été seulement recouvert d'un enduit de galène, puis il a été postérieurement dissous, de telle sorte que la pseudomorphose est creuse (voir à *pyromorphite*). Les échantillons de ce genre sont généralement associés à de la pyrite ou de la marcasite dont la décomposition a sans doute joué un rôle actif dans la production de ces épigénies.

La galène de Roudouhir en Hanvec est platinifère, d'après des essais faits autrefois à Huelgoat.

Morbihan. Des filons quartzeux renfermant de la galène ont été explorés sans succès à Saint-Maudez près Baud ; des filons analogues se trouvent aux environs de Sarzeau et de Pluméliau.

Des mouches de galène ont été rencontrées dans les filons stannifères de la Villeder (voir à *cassitérite*).

Loire-Inférieure. Les filons de galène de la Loire-Inférieure sont peu abondants et inexploités. On peut citer ceux du Crossac et du Pouliguen qui ont fourni de la galène à grandes lames.

Poitou. — *Vendée.* Des filons de galène à gangue quartzeuse ont été exploités en 1780 à l'Essart-en-Saint-Hilaire-de-Talmont.

Deux-Sèvres. Des filonnets de galène à grandes lames ont été exploités autrefois à Melle (Montagne de Saint-Pierre) ; ils sont à gangue quartzeuse et barytique et se trouvent dans les calcaires liasiques à *Pecten æquivalvis*.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Des filons de galène se trouvent à Saint-Pé (galène, blende et pyrite), à Héas, Gèdre, Gavarnie (concession de Coumély) (galène peu argentifère dans une gangue quartzeuse et barytique), à la Géla en Aragnouet sur la frontière espagnole.

Je signalerai comme document l'existence de filons plombifères dans le massif de Néouvielle, à quelques kilomètres au sud de la Piquette déras lids, car c'est là que Picot de Lapeyrouse a trouvé non seulement de la pyromorphite, mais encore l'harmotome décrite page 312.

Haute-Garonne. Des filons de galène ont été exploités à Pal de Raz ; la galène y est associée à de la blende, au lac glacé d'Oo (rives N. et N.-O. du lac). Dufrénoy signale une galène à clivages palmés de Bagnères-de-Luchon : cette structure est due sans doute à des macles secondaires.

Ariège. De très nombreux filons de galène se rencontrent dans les vallées du Salat et de ses affluents. Leur étude a été faite par M. Mussy (*Bull. Industr. min.* X. 1864). Ils se trouvent presque tous au voisinage du granite : je ne citerai que les suivants :

Dans la vallée du Garbet près d'Aulus, les mines des Argentières et de Laquorre se trouvent dans les calcaires paléozoïques ou à leur contact avec des schistes métamorphisés par le granite. Le gîte de Laquorre est remarquable par l'abondance de la cérusite et par l'existence de la lanarkite (voir tome III), minéraux qu'il a fournis autrefois. On ne trouve plus aujourd'hui sur les haldes que de rares fragments de galène grenue, de blende, de calamine et de smithsonite.

Ces gisements, qui sont voisins des filons à gangue calcaire de Pouech (voir p. 499), ont été exploités dès l'époque romaine et ont fait aux siècles derniers l'objet de travaux très actifs. Ils jouissaient autrefois d'une très grande réputation qui a fait qualifier la vallée d'Aulus d'Indes françaises (Malus in Gobet. *Anciens minéralogistes*. I. 129).

Les filons de Carbouère, dans la vallée d'Ustou, se trouvent dans les schistes siluriens, ils renferment de la galène, de la blende, de la smithsonite dans une gangue quartzeuse.

Pyrénées-Orientales. La galène, la blende argentifère, la chalcopyrite et divers autres minéraux argentifères se trouvent dans des filons quartzeux barytiques, riches en sidérose, à Lamanère. La collection de l'École des Mines renferme, sous l'indication Prades, une galène imprégnée de schalenblende et ressemblant beaucoup aux échantillons de Welkenraedt (voir à *blende*).

Corbières et Montagne Noire. — *Aude*. La galène a été rencontrée dans les localités suivantes sur lesquelles je n'ai pas de renseiments précis : Padern, Montgaillard, Cascastel,Lascombes, Escouloubre, Massac-Cédeillan, Duilhac, Embres, Davéjean, Les Costeils (près Maisons), las Corbes (ruisseau de Courtillon), le Cardou, Saint-Pancrasse, la Caunette, Villeneuve-les-Chanoines, Cabrespine.

Hérault. Des filons de galène se trouvent dans les localités suivantes : Rongas, Riols, Villeveyrac, Lamalou, Colombière, Le Pradal, Cazillac (environs de Ceilhes). Dans le catalogue de la collection de Strasbourg, des cristaux sont indiqués comme provenant de Ceilhes et comme présentant les formes $a^1\ a^{1/2}\ p$.

Tarn. A Lacabarède, se rencontrent des filons de galène, blende et

pyrite, remarquables par leur stérilité dans le gneiss et leur minéralisation au contact de la granulite.

Aveyron. L'Aveyron renferme un grand nombre de filons de galène à gangue quartzeuse; ils ont fait l'objet d'un mémoire de M. Boisse (*A. M.* II. 467. 1852) auquel je renvoie pour plus de détails.

Dans les nombreux filons du district de Villefranche, la galène est à éléments très fins, souvent intimement mélangée à la gangue quartzeuse et barytique; elle est parfois accompagnée de bournonite (filon de Cantagrel), de nickelite (Gourniès, La Baume), de panabase, plus souvent de chalcopyrite, de pyrite; la teneur en argent est souvent élevée et atteint 0,445 % à Penavayre. Une autre série de filons se trouve aux environs d'Asprières et de Peyrusse, la galène n'y est accompagnée que par un peu de pyrite et de chalcopyrite, de blende dans une gangue quartzobarytique. D'autres filons existent au Minier du Tarn et à Creissels; ils sont souvent riches en minéraux cuprifères (chalcopyrite, bournonite, cuprite, etc.).

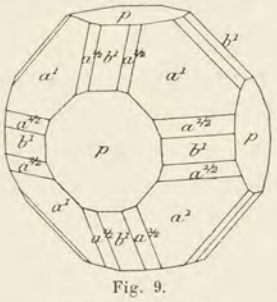


Fig. 9.
Galène de Mercoirol.

Gard. Les plus beaux cristaux français de galène que j'ai eu l'occasion d'examiner proviennent des filons de Rouveguère à Mercoirol près Alais; ce sont des octaèdres de 4^{cm} de plus grande dimension, offrant en outre les formes p (100), a^1 (111) et $a^{1/2}$ (221), avec parfois pb^1 (fig. 9).



Fig. 10.
Galène en cubo-octaèdres de Saint-Sauveur. (*Photographie réduite d'environ* 1/3.)

A la frontière de la Lozère se trouvent les mines de Saint-Sauveur-de-Pourcils, au sud de Meyrueis (*Lozère*), activement exploitées au siècle dernier, ce gisement a produit autrefois de beaux cristaux de cérusite.

La fig. 10 représente un groupe de beaux cubo-octaèdres provenant de cette mine : il fait partie de la collection de Sage conservée jus-

qu'en 1825 à l'hôtel de la Monnaie et donnée à cette époque au Muséum.

Lozère. Les filons de galène argentifère à gangue quartzeuse et souvent barytique sont abondants dans la Lozère ; ils se trouvent particulièrement : 1° aux environs de Meyrueis et Gatuzières près de l'Aigoual; 2° sur une ligne E.-O. allant de Cassagnas à Collet de Dèze et Portes (*Gard*) (notamment filon de Bluech-en-Saint-Privat de Vallongue) ; sur une ligne E.-O. allant de Florac à Chamborigaud et Peyremale (*Gard*) en passant par Cocurès, Bédouès, Pont de Montvert, Vialas, c'est-à-dire longeant le revers sud des monts Lozère ; 4° le long d'une ligne reliant Mende et Villefort (revers nord de la Lozère, Mazimbert, Peyrelade).

Pour plus de détails, je renvoie au mémoire de Lan (*A. M.* VI. 428. 1854) qui a montré que dans ces districts miniers, le type dominant de galène était d'un gris d'acier à grains fins, très argentifère (jusqu'à 600 gr. d'argent par 100 kg. de plomb d'œuvre) ; les galènes pauvres en argent augmentent en même temps que la barytine devient plus abondante dans les gangues.

Le même auteur a signalé en outre, dans cette région, un grand nombre de filons de galène à grandes lames (pauvres en argent), fréquemment accompagnées de chalcopyrite. Ils sont très riches en barytine.

Je dois à l'obligeance de M. Fabre la communication de très jolis cristaux de galène irisée provenant du Valat de Challonge à Villefort ; ils présentent la forme pa^1, avec faces courbes. Je n'ai vu aucun autre cristal de galène provenant de ces gisements. Les mines de Villefort ont fourni de beaux échantillons de fluorine, de chalcopyrite. On verra plus loin que les filons de Vialas renfermant la galène riche en argent sont à gangue calcaire, alors que les filons à gangue quartzeuse qu'ils accompagnent ne renferment que de la galène pauvre.

Ardèche. Il existe dans l'Ardèche de nombreux filons de galène; les principaux sont les suivants : le Désert en Mayres (avec barytine), Mandonne en Jaujac galène à grandes facettes (avec barytine); Brossain (avec chalcopyrite, pyrite, blende, barytine) ; Lavaud en Vinzieux, Souiller en Savas, Balais en Talencieux, Gravières, le filon de l'Échalette Thines (cristaux pa^1, avec blende), Sainte-Marguerite, Lafigère, les Nonières, le Creux de Layre, le Pouzat, Rompon près les bains de Celles, etc.

Les filons de Notre-Dame de Laval et de Largentière se trouvent dans les calcaires du trias, ceux de Rouverge dans les micaschistes; ce dernier gisement a fourni de beaux cristaux dans lesquels la forme dominante était, paraît-il, le rhombododécaèdre.

A la limite de la Loire, La Combe de Roussin est une arête granitique allant de Saint-Marcel d'Annonay à Saint-Pierre-le-Bœuf, elle a une longueur d'une dizaine de kilomètres. Elle renferme de nombreux filons de galène (filons de la Pause, d'Etheize, des Égats, etc.), exploités au siècle dernier. Ils renferment de la galène, de la blende et de la pyrite très inégalement distribuées dans une gangue de quartz, de barytine et de fluorine. Ces filons font partie de la concession de Saint-Julien-Molin-Molette (*Loire*). (Pour l'historique de ces mines, voir Grüner. *Descr. géol. Loire*. 210).

Haute-Loire. Les environs de Brioude, Brassac et Langeac renferment de nombreux filons quartzeux barytiques et plombifères qui ont été décrits par Dorlhac (*Bull. Soc. Industr. minér.* VIII. 1862) au mémoire duquel je renvoie. Ils renferment parfois de la fluorine (Aurouze et Allègre) et ont souvent été exploités pour la barytine. Les filons d'Aurouze près Paulhaguet présentent la particularité d'avoir aux affleurements une gangue presque exclusivement barytique qui devient quartzeuse en profondeur; ils sont stériles au point de vue de la galène, quand la gangue n'est pas quartzeuse. Le seul échantillon cristallisé de cette région, que j'ai eu entre les mains, provient de Lavoûte-sur-Loire près Langeac; il est constitué par les formes $p\,a^1$.

Cantal. La galène de Casaret près Saint-Santin Cantalès est à petits grains; elle est mélangée d'un peu de pyrite, de chalcopyrite et de blende. Elle est riche en argent, d'après les essais de Berthier (*A. M.* IX. 534. 1836), elle contient, en effet, jusqu'à 0,0116 % d'argent; suivant Becquerel, elle serait même aurifère.

Corrèze. La galène s'est rencontrée en octaèdres dans les fentes de la granulite à deux micas coupée près d'Ussel par le chemin de fer de Tulle à Clermont. Elle est enveloppée dans une argile grise.

Les filons de galène de Chabrignac ont une gangue quartzeuse et calcaire; ils coupent les schistes cristallins, le houiller, les grès permiens ou triasiques qu'ils ont imprégnés de galène et de pyrite. Ce gisement établit le passage entre les filons proprement dits et les gîtes sédimentaires. La galène de Chabrignac est pauvre en argent,

elle n'en renferme que 8 gr. à 30 gr. par 100 kg. de plomb d'œuvre.

De nombreux autres gisements ont été fouillés, sans grand succès du reste, à Argentat, Auriac, Ayen, Mercœur, Monestier du Port-Dieu, Meilhac, Nonards, Ribeyrol, etc.

Haute-Vienne. D'assez nombreux gisements de galène se trouvent dans le Limousin, notamment entre Glanges et Vicq (Cibœuf, Fargeas), etc. (voir : Barret. *Géol. du Limousin.* 180. 1892).

Charente. Aux environs de Confolens, se trouvent les mines de Chelonies et d'Alloue dans lesquelles la galène s'observe en filons dans le jurassique et les arkoses triasiques; il existe en outre de la blende brune, de la cérusite argentifère. A Alloue, on rencontre de la smithsonite; les cristaux de galène sont des cubes, des cubo-octaèdres ou des octaèdres. La gangue est une roche siliceuse noire. A Chelonies, la gangue est un jaspe rouge, mélangé d'une sorte de montmorillonite; la galène est à grandes facettes. Tous ces gisements sont voisins du granite, il en est de même de ceux du Menet, de Montbron, etc.

Lot. A Combecave près Figeac, il existe dans les calcaires liasiques des filonnets de quartz et de barytine contenant de la galène et de la smithsonite.

Creuse. Un filon quartzeux de galène avec calcite, pyrite, cérusite a été recherché à Mornat près Ahun (0,0015 à 0,002 d'argent), et dans quelques autres localités de ce département (Bellegarde, Babonneix, Bosmoreau).

Puy-de-Dôme. La principale région plombifère du Puy-de-Dôme est située aux environs de Pontgibaud. Les mines forment deux groupes, le premier, à environ 5 km. au-dessus de la ville, comprend les mines de Roure, de Rosiers, de la Brousse et enfin de la Goutelle. Le second à la même distance de Pontgibaud, mais au-dessous, est constitué par les exploitations de Barbecot, de Pranal et les anciennes exploitations de Chalusset et des Combres. M. Lodin, qui a décrit ces mines en détail (*A. M.* I. 389. 1892), a montré que leurs filons sont toujours stériles quand ils sont encaissés dans les gneiss ou les micaschistes et qu'ils deviennent riches dans la microgranulite et la granulite. La galène s'y trouve en cristaux et en masses lamellaires ou grenues.

Les cristaux sont des cubes à Chalusset ; à Pranal, la forme dominante est l'octaèdre régulier a^1 (111) souvent associé à p, b^1, $a^{1/2}$ (221).

Les octaèdres de Pranal présentent très fréquemment la macle du spinelle par accolement ou par pénétration. (fig. 14). Ils tapissent souvent des géodes de grande dimension et fournissent de beaux échantillons de collection à faces très réfléchissantes. La fig. 15 représente la photographie d'un groupe de ces macles.

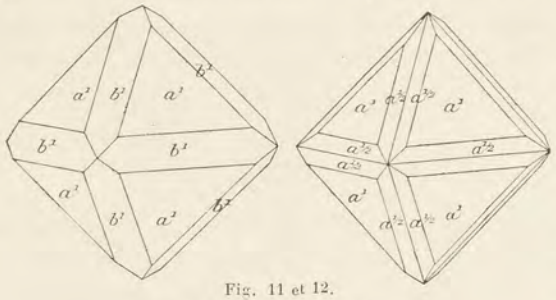


Fig. 11 et 12.
Galène de Pontgibaud.

Des pseudomorphoses de pyromorphite en galène ont été trouvées à Pranal.

La galène est plus ou moins argentifère suivant les filons; 0,1587 % à Roure, 0,22 ‰ à la Brousse; 0,1325 ‰ à Barbecot (Gonnard, *op. cit.*, 132); certains échantillons donnent jusqu'à 0,8 % d'argent.

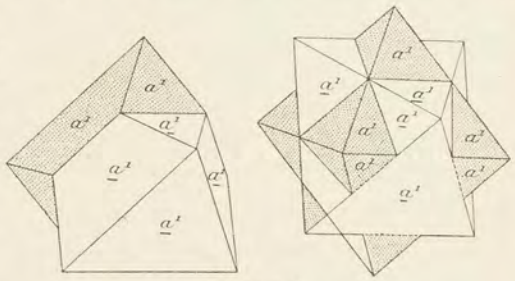


Fig. 13 et 14.
Macles suivant a^1, par accolement (fig. 13), par pénétration (fig. 14).

Les principales gangues sont le quartz, la barytine. On trouve aussi de la pyrite à Roure, de la cérusite, de la pyromorphite, de la mimétite à la Brousse, de la panabase et de la bournonite à Pranal; la blende est abondante à Barbecot et à Pranal, etc.

De nombreux autres filons de galène existent dans le département : Saint-Amand-Roche-Savine, Auzelles, Montnebout, Joursat en Singles, Surlandes près Jumeaux, Courgoul, Sauriers, Voissières en Chambon, ravins de la Miouze en Banson (avec chalcopyrite), La Rochette, Masboutin et Youx près Montaigut, etc.

Loire. Les filons de Saint-Julien-Molin-Molette (Combe-Noire, Revoire, etc.), se trouvent sur le prolongement de ceux de la Combe-de-Roussin (voir à Ardèche, page 486) et dans la même concession.

Ils présentent les mêmes particularités. Je n'ai examiné qu'un échantillon de ce gisement : il est constitué par des cubo-octaèdres de galène associés à des cubes de fluorine jaunâtre.

Grüner (*Descr. géol. Loire.* 454) a examiné de très nombreux filons de galène existant dans ce département : ils renferment, pour la plupart, de la blende et de la chalcopyrite. Ils se trouvent aux environs de Roanne dans les vallées de l'Aix (Saint-Martin-la-Sauveté, etc.), de Saint-Thurin et de la Loire. Leur gangue est le quartz et la barytine ; ils ne présentent rien d'intéressant au point de vue minéralogique et sont inexploités aujourd'hui.

Drian signale des cristaux p et $p\,a^1$ recouverts de quartz dans le filon de Pont-la-Terrasse près Doizieux.



Fig. 15.

Photographie d'un échantillon de quartz de Pontgibaud supportant des octaèdres de galène maclés par pénétration. (*Grossissement d'environ deux fois.*)

Enfin une mention spéciale est due au gisement de la Pacaudière, malheureusement abandonné. Il consiste en un puissant filon quartzeux et barytique traversant la microgranulite ; la galène y est associée à divers minerais cuivreux ; chalcosine, érubescite, chalcopyrite. Le chapeau de fer du filon était particulièrement intéressant, à cause de l'abondance de la cérusite, de la chrysocole, parfois imprégnées d'argent natif. Les échantillons que j'ai étudiés m'ont été obligeamment communiqués par M. Manhès.

Rhône. De nombreux filons plombifères se rencontrent dans le Beaujolais et notamment dons les localités suivantes : les Ardillats, Monsols, Chenelette (la Nuissière), Claveysolles (Longefay), Poule, Propières, Saint-Didier près Beaujeu, Vernay, Quincié, Monchamps, Vaux, etc. La gangue est le quartz, associé, soit à de la barytine, soit enfin à de la fluorine. A Montchonay en les Ardillats, la galène est accompagnée par beaucoup de panabase, par de la chalcopyrite, de l'argent natif, de la chalcosine, etc.

Les gisements de cette région que j'ai beaucoup étudiés depuis l'abandon de leur exploitation sont surtout remarquables par l'abondance des minéraux oxydés, pyromorphite, campylite, plumbogummite, wulfénite, cérusite, etc., qui seront étudiés à leurs articles respectifs. La galène s'y est présentée tantôt sous forme finement grenue, tantôt sous forme de masses largement clivables (5 à 6 centimètres suivant une arête cubique). La teneur en argent dépasse rarement 25 gr. par 100 kilogrammes.

Drian a cité dans ce département d'autres gisements moins importants : le Valetier au S. de Tarare (avec mispickel), la Poya près la Flachères dans la vallée d'Azergues, Chaponost (mouches dans la barytine, etc.). Enfin la galène s'est trouvée comme accident dans la chalcopyrite de Sain-Bel et de Chessy, à Lantigné dans la mine de magnétite, etc.

Saône-et-Loire. Dans l'Autunois, les filons abandonnés de Saint-Prix-sur-Beuvray méritent une mention spéciale à cause des minéraux oxydés (mimétite, cérusite, etc.) que renferment leurs haldes. Les travaux du tunnel du Bois Clair près Cluny ont coupé des filons quartzeux avec galène, pyromorphite, wulfénite, etc.

Allier. Des filons quartzeux renfermant de la barytine et quelquefois de la fluorine, de la galène, se trouvent à la Prugne près de Nizerolles, à Marcillat et aux moulins de Couteliers en Cusset.

Cher. Des filons de galène et de chalcopyrite ont été explorés autrefois à Beaumerle près Château-Meillant et à Urcières ; ils se trouvent dans les micaschistes.

Nièvre. Les filons abandonnés d'Arleuf ont fourni en abondance des minéraux oxydés intéressants, pyromorphite, wulfénite, que j'ai pu examiner, grâce à l'obligeance de M. Bougier. D'autres filons de galène existent à Chitry, Saint-Frangy, etc.

Vosges. — [*Lorraine*]. La galène a été trouvée en petite quantité avec blende dans les filons d'hématite de Creutzwald.

[*Alsace*]. La galène fait partie constituante des filons d'Urbeis, de Lalaye, d'Orschwiller et du Katzenthal près Lembach. Ce dernier, qui traverse les grès des Vosges était exclusivement ferrugineux aux affleurements ; ce n'est qu'en profondeur que l'on a rencontré des minerais plombifères, surtout constitués par de la cérusite argentifère et de la pyromorphite, de la barytine, de la calamine, avec un peu de galène, etc.

Vosges. La galène était le principal minéral exploité à la Croix-aux-Mines ; les variétés grenues à grands et à petits éléments s'y sont rencontrées mélangées à de la blende, de la panabase, de la pyrite, de la chalcopyrite, de la chloanthite, de la sidérose, de la dolomie, de la calcite. Les cristaux nets sont constitués par des cubes ou des cubo-

octaèdres parfois allongés suivant un axe quaternaire (fig. 16); les mines de la Croix sont célèbres par leurs cristaux de cérusite et de pyromorphite qui seront décrits dans le tome III : la collection d'Haüy renferme un octaèdre isolé provenant de ce gisement.

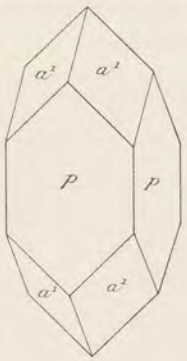


Fig. 16.

Galène allongée, suivant un axe quaternaire (La Croix-aux-Mines).

Des cristaux cubiques nets de galène se trouvent à Lusse dans une gangue de barytine et de limonite.

Haute-Saône. Les filons de Plancher-les-Mines renferment de la galène dans une gangue de quartz et de fluorine. De forts beaux cristaux cubiques y ont été trouvés jadis, associés à des cubes de fluorine, de la pyrite et de la calcite. Le même minéral a été trouvé à Ternuay, Fresse, Saint-Bresson, Faucogney.

Belfort. Les filons de Giromagny et d'Auxelles-Haut sont riches en galène argentifère, associée à de la chalcopyrite, de la pyrite, de la blende et de la fluorine. De beaux cristaux $p\,a^1$ ont été rencontrés, notamment dans les mines de Saint-Daniel, à Giromagny ainsi qu'à Lepuix.

Dans les recherches récentes d'Auxelles, on a trouvé des cristaux de galène cristallitiques, implantés sur du quartz et offrant la



Fig. 17.

Médaille frappée en 1806 avec l'argent de la mine de Pesey.

plus grande ressemblance avec ceux qui sont décrits, page 501. Ils en diffèrent cependant en ce que les cavités des trémies sont vides et ne renferment ni blende, ni smithsonite.

M. Meyer a trouvé sur les haldes du Solgat (Giromagny) de la galène altérée riche en soufre libre.

Alpes, *Massif du Mont Blanc*. — *Haute-Savoie*. De très beaux cristaux cubiques de galène ont été trouvés avec argyrite, bournonite,

chalcopyrite, etc., dans les mines de Roissy ; le même minéral accompagnait, en rhombododécaèdres b^1 (110), la panabase, la sidérose et la barytine dans la mine de Pormenaz près Servoz (voir à *bournonite*).

La galène s'est rencontrée avec blende et pyrite aurifère dans le filon quartzeux de Vaudagne, au S.-O. de Servoz, ainsi qu'à Sainte-Marie-aux-Fouilly.

Les schistes cristallins du massif du Brévent sont traversés par des filons contenant de la galène, de la blende, de la panabase, de la bournonite, de la chalcopyrite dans une gangue de quartz, de barytine et de calcite. Le minerai brut renferme 160 gr. d'argent à la tonne.

Savoie. La plus célèbre des mines savoyardes est celle de Pesey en Tarentaise. Découverte en 1714, elle a été exploitée jusqu'en 1812.

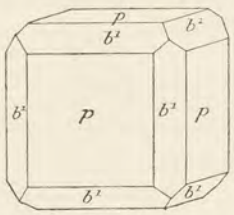


Fig. 18.
Galène de Pesey.

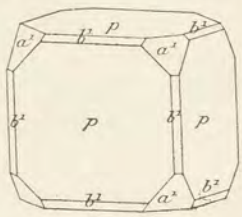


Fig 19.
Galène de Pesey.

L'an 10 (1802), on eut l'idée originale d'y installer une école des mines dont le directeur fut Schreiber. Mais l'école ne fut établie qu'à 20 kilomètres en aval, à Moutiers, le gisement de Pesey se trouve en effet à 1580^m d'altitude, au pied du glacier de Pepin.

La fig. 17 est la reproduction d'une médaille frappée à la Monnaie de Paris en 1806, avec l'argent de la mine de Pesey et offerte à Napoléon Ier par le Conseil des Mines au nom de l'École des Mines du Mont-Blanc. La mine de Pesey a été ouverte sur un filon couche, situé dans le permien. La galène à grains fins (ayant jusqu'à 210 gr. d'argent pour 100 kg. de plomb), imprègne une gangue schisteuse dans laquelle elle forme aussi des filets et des nids.

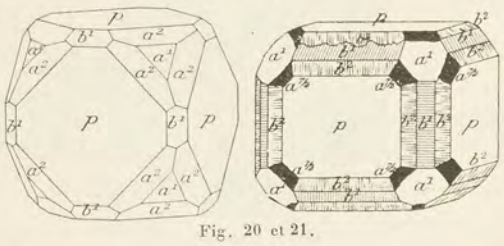


Fig. 20 et 21.
Galène de Pesey.

Cette mine a fourni de belles géodes, tapissées de magnifiques cristaux de galène, de barytine, de gypse, de bournonite, de quartz, de dolomie, d'albite, de gypse. On a trouvé, en outre, dans ce gise-

ment, de l'anhydrite, de la proustite. Je renvoie pour la description de ces minéraux à leurs articles respectifs.

J'ai eu entre les mains de beaux cristaux de galène de Pesey atteignant 4 cm d'arête (collection Haüy) ; les formes dominantes sont p (100), souvent avec b^1 (110), a^1 (111), a^2 (211) (fig. 18 à 20) ; ils sont implantés dans des géodes avec des cristaux de quartz, de dolomie, de gypse.

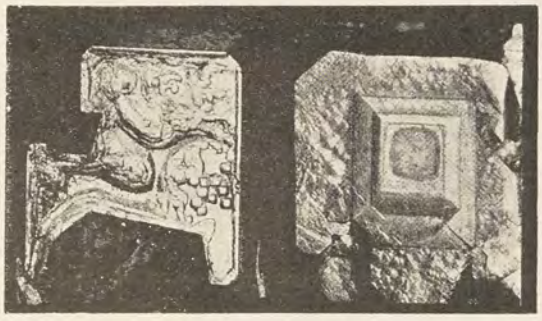


Fig. 22 et 23.

Photographies d'une face p de la galène de Pesey (fig. 22), et du Derbyshire (fig. 23), montrant des empreintes en relief correspondant à un trioctaèdre (fig. 22) et à un cube pyramidé (fig. 23) très surbaissés : la figure 23 doit être tournée de 45° pour occuper la même orientation que la figure 2.

Je dois à l'obligeance de M. Seligmann la communication d'intéressants cristaux isolés de galène de ce gisement. L'un présente la forme b^2 (210), associée au cube, ses faces sont irrégulières et portent des stries profondes, perpendiculaires à leur intersection avec b^1 (110) ; les faces de cette dernière forme présentent des stries analogues, mais plus fines : il existe aussi des faces a^1, largement développées et irrégulièrement bordées par des faces arrondies plus voisines de $a^{7/2}$ (722), que de a^3 (311) (fig. 21).

Un cristal du même gisement est à faces octaédriques brillantes, tandis que les faces cubiques sont ternes et creuses ; elles montrent des bosselures irrégulières et des figures nettes constituées par des trioctaèdres très surbaissés. La fig. 22 est la reproduction d'une photographie d'une face cubique de ce cristal grossie deux fois. A droite (fig. 23) se trouve la photographie d'une face cubique d'un cristal de plus grande taille (à faces p dominantes avec de petites troncatures a^1), offrant des accidents analogues, mais dont les figures en relief correspondent à des cubes pyramidés : cet échantillon vient du Derbyshire.

Quand la mine de Pesey fut épuisée, Schreiber attaqua celle de Macot près Aime, située à environ 10 km. de la première ; cette mine n'a été fermée qu'en 1866. Les filons se trouvent dans les schistes lustrés ; la galène est à petites facettes, elle est mélangée à du quartz, de la barytine et parfois à de la panabase ; les cristaux de galène de Macot présentent les formes p, b^1 et $p\,a^1$.

Les mines de Largentière, dans les quartzites de la gorge du Fournel, ont une gangue quartzeuse et barytique ; la galène est à grains fins et renferme 0,003 d'argent.

La mine de Sarrazin, au-dessous de Modane, sur la montagne de N.-D. Charmeix près les Fourneaux, a fourni une galène à petites facettes (0,0012 d'argent) avec chalcopyrite et panabase, quartz, calcite, blende. Il existe en Savoie diverses autres mines notamment aux environs de Saint-Jean-de-Maurienne (Bonvillard, etc.), pour lesquelles je renvoie au mémoire de Lelivec (*J. M.* XX. 460. 1806).

Isère. Des galènes aurifères ont été signalées (Gueymard. *Statis. minér. Isère.* 1844.) dans différents gisements de l'Isère. Voici les principaux : filon de Pontraut au-dessus d'Oz et de Vaujany (244 gr. 572 d'argent et 2 gr. 884 d'or par 100 kg. de plomb) ; filon du Molard en Allemont, exploité en 1785 (122 gr. 286 d'argent et 2 gr. 254 d'or par 100 kg. de plomb).

Le filon aurifère de la Gardette renferme de la galène en très grandes lames qui est parfois absolument imprégnée d'or natif et contient des aiguilles de polycrase (voir page 422).

D'après Gueymard, la galène de Montjean, au-dessus de Vaulnaveys, est platinifère.

Les filons d'Oulles ou de l'Infernet renferment un peu de barytine dans un quartz peu cristallin ; la galène à petites facettes y est accompagnée de cristaux de panabase.

La collection du Muséum possède un échantillon de galène pa^1, associée à des cristaux de pyrite et à du quartz, et provenant d'un filon situé à Fresney d'Oisans.

Des filons plombifères ont encore été signalés à la Fare, entre le Buisson et Allemont, aux mines de Séchilienne (avec blende et panabase argentifère), au mas des Ramiettes et de la Genevaisa en Theys, et aux différentes mines des environs d'Huez (avec sidérose et blende).

Les grès houillers de Peychagnard sont traversés par de petites veines de quartz et de dolomie renfermant de magnifiques cristaux de galène ($p\ a^1$), associés à la bournonite qui sera décrite plus loin.

Au Pey et au Grand-Tarmet en Lavaldens, la gangue de la galène est surtout barytique ; à la Combe de l'Ours en Livet et en Gavet

ainsi qu'à la Combe du Lac et au ravin d'Entraigues la galène est associée à de la chalcopyrite.

Enfin je citerai, en terminant, le gisement de Laffrey (la Longerolle, la Peyrère, le Grand Lac) dans lesquels le minéral principal est la blende (voir à *blende*). Des filons à gangue quartzeuse s'y observent dans les calcaires liasiques ; ils renferment de la galène, de la blende, de la panabase, de la sidérose, quelquefois de la chalcopyrite (La Fayolle) ; ces minéraux se présentent en cristaux très nets, directement implantés sur le calcaire et associés à des cristaux de dolomie, de calcite, de quartz. Le type dominant dans les cristaux, parfois fort beaux, de galène est l'octaèdre régulier avec ou sans p et b^1. Ils sont associés à des cristaux transparents de blende, parfois des aiguilles de stibine, et constituent de magnifiques échantillons de collection. Le Muséum possède une superbe géode de ce genre provenant du Grand Lac. A côté de cristaux brillants de galène, se trouve un octaèdre du même minéral à faces ternes, couvert de cristaux de cérusite. C'est probablement de l'un de ces gisements que provient l'échantillon représenté par la figure 24 (collection de l'École des Mines), c'est une galène à grandes lames montrant une pegmatite de galène dans galène. Les clivages p contigus des deux individus font entre eux un angle de 150° environ.



Fig. 24.

Photographie d'un clivage de galène des environs de Vizille, montrant une pegmatite de galène dans galène. L'un des individus est éclairé, l'autre éteint.

De nombreux filons de galène, généralement associés à de la blende, dans une gangue quartzeuse et barytique, ont été exploités à diverses reprises aux environs de Vienne (filons de la Poype, de Saint-Just, de Saint-Christ, etc.). A la Poype, de gros cristaux de galène ($p\ a^4$) sont parfois recouverts de cristaux de quartz ; la blende est plus abondante que la galène.

Hautes-Alpes. Les mines de Grand-Clos près la Grave (filons de

Pisse-Noire, de Grande-Balme, de l'Escarcelle, de Javanelle, de Colombier, etc.), sont célèbres par leur situation. Les filons, coupés par la Romanche, se dressent en effet avec une régularité schématique sur une falaise de micaschistes qui n'a pas moins de 800 m de hauteur. La galène argentifère est engagée dans une gangue quartzeuse. Les explorations abandonnées en 1880 ont fourni de magnifiques groupes de cristaux cubiques (avec ou sans a^1). Au Chazelet près La Grave, les calcaires liasiques sont traversés par des filonnets de quartz et de calcaire avec fluorine, et galène argentifère, renfermant, d'après Gueymard, 9 % de cobalt : la présence de ce métal paraît due à un mélange de cobaltine.

Dans la haute vallée de la Durance, se trouvent les mines de Château-Voux et de l'Argentière. Cette dernière est dans les quartzites triasiques; elle a été exploitée, pour la dernière fois en 1870, elle avait été explorée dès 1127. Je n'ai eu aucun échantillon provenant de ce gisement.

Dans le Valgodemar, au sud de la Chapelle (vallon de Navette), est situé le filon de galène du Pendillon ; ceux du village de Rip-du-Sap, à gangue de quartz et de barytine et ceux du Clot (filons Chanvetane et de la Touisse) se trouvent dans les gneiss.

Var. La galène a été exploitée à la mine de Vancroy près la Garde-Freinet, et à celles de Faucon l'Argentière près Cogolin (avec blende, fluorine, barytine, quartz); à la mine des Bormettes près Hyères (avec blende, bournonite, chalcopyrite), à celle de Rieille en Collobrières (avec blende dominante, bournonite, sidérose, chalcopyrite); dans les filons barytiques des Mayons de Luc, de Notre-Dame des Miramas (entre Grimaud et la Garde-Freinet) (avec blende), etc. Aux Bormettes la galène assez abondante à la surface, diminue en profondeur et devient en même temps pauvre en argent (1 kilogramme d'argent à la tonne de plomb d'œuvre au lieu de 1500 grammes), (voir à *blende*); elle forme des mouches ou des veinules dans la blende.

Corse. — Les filons d'Argentella se trouvent dans le granite. Les galènes les plus argentifères (490 à 815 gr. par 100 kg. de plomb d'œuvre) sont à grandes lames; elles sont localement (Ogliastrone) accompagnées de blende et de pyrite. Ces filons ont été exploités autrefois par les Génois.

A l'île Rousse, la galène est engagée dans une gangue de quartz et de fluorine. Le même minéral se trouve aussi dans les vallées du Tartaggine et de la Navaccia.

Algérie. — *Constantine*. Aux environs de Philippeville (Ouled-el-Hadj, Oued-Oudina, Oued-Bibi, El Monader), des filons de galène avec blende se trouvent dans le terrain cristallophyllien. Je n'ai pas de renseignements précis sur ces gisements que je place ici par analogie avec des gisements connus.

Oran. Les mines de Ghar Rouban (30 km. S. 7° O. de Lalla-Maghnia et de Sidi-Aramon), déjà exploitées à la période romaine, se trouvent principalement dans les schistes paléozoïques. La galène à grandes lames accompagnée de blende, parfois de chalcopyrite, est contenue dans une gangue de quartz et de fluorine. On rencontre parfois des cristaux nets ($p\,a^1$).

C'est dans les mêmes conditions que se présente le gîte d'El-Ary, à 20 km. E.-N. de Nemours.

Congo. Il existe au Congo des filons de galène ; je rappellerai ici que la dioptase de Mindouli (voir tome I) paraît se trouver au chapeau d'oxydation d'un filon contenant en profondeur, à la fois de la galène et des sulfures de cuivre : elle est du reste accompagnée de cérusite, de mimétite, etc.

Madagascar. Des filons de galène ont été indiqués dans le massif central de l'île, je n'ai pu recueillir sur eux aucun renseignement précis.

Nouvelle-Calédonie. — Dans la partie nord de l'île (vallée du Diahot) se trouvent d'épais amas, constitués par un mélange de galène argentifère, de blende et de pyrite. On observe aussi la galène en veinules dans les filons cuprifères (voir à *chalcopyrite*) de la même région.

Le gisement le plus intéressant à citer est la mine Meretrice ; dans les échantillons que j'ai eus entre les mains, je n'ai observé que des masses clivables à grains de dimensions variées, mais cette mine fournit aux affleurements de nombreux minéraux oxydés, souvent très bien cristallisés, tels que cérusite, anglésite, pyromorphite, et même en outre de l'argent natif, etc., englobés dans de la limonite terreuse ou scoriacée.

Tonkin. Des filons de galène à gangue quartzeuse ont été reconnus

dans diverses régions du Tonkin, les seuls échantillons que j'ai vus sont constitués par des galènes à grands clivages ou à grains fins sans forme cristalline distincte.

b) *Filons à gangue de carbonates.*

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Les mines d'Anglas, au-dessus de Gourette près les Eaux-Bonnes et celles d'Ar (Arre) ont été exploitées dans les calcaires dévoniens; on y trouve de la galène et de la blende (voir à *blende*). Je n'ai pas vu de cristaux de galène dans ce gisement abandonné aujourd'hui.

Des filons analogues à ceux d'Anglas se trouvent à Bartèque, au S.-O. de Laruns : leur remplissage est surtout formé par de la blende, de la chalcopyrite et de la pyrite; mais on y trouve aussi de la galène à grandes lames (fig. 1).

La galène et la blende se trouvent en quantité plus ou moins grande dans tous les filons de sidérose exploités à la limite des Basses-Pyrénées et de l'Espagne (vallées de la Nive et de la Bidassoa) [la Bayonnette, Saint-Martin d'Arossa, Ainhoa, Baigorry] (voir à *sidérose*).

Hautes-Pyrénées. Les mines de Pierrefitte (ou de Courtes), au-dessus de la route de Cauterets et celles d'Estaing, sur le versant ouest de la même montagne, sont plus riches en blende qu'en galène et renferment un peu de barytine, il y existe aussi de la chalcopyrite : à Pierrefitte on trouve assez fréquemment une galène très finement fibreuse.

Haute-Garonne. De nombreux filons de galène avec blende dominante ont été exploités à la Coume-de-Ger, à Uls, à Melles, à Argut : ils appartiennent au même champ de filons que ceux des mines de Sentein (*Ariège*) et que ceux qui se trouvent en Espagne dans le *Val d'Aran*, notamment à Canejau (vallée du Toran) et au voisinage du port d'Urets ; toutes se trouvent dans les mêmes conditions géologiques.

Ariège. Le gisement de Sentein est exploité au quartier de Bentaillou, à une altitude de 1900 mètres; il se trouve au contact de calcaires et de schistes siluriens, les calcaires formant le mur. Il est creusé de poches remplies de blende, de galène, de calamine, etc. Les sulfures sont souvent engagés en amas ou en rognons dans des terres carbonatées renfermant en moyenne 35 % de plomb, avec souvent une assez grande teneur en argent. Au contact du calcaire, se trouve de la

smithsonite ou de l'hydrozincite mamelonnée. C'est dans des poches de ce genre qu'ont été trouvées autrefois de magnifiques stalactites de cérusite à structure fibreuse.

Dans la vallée d'Aulus, non loin des filons à gangue quartzeuse indiqués p. 483, se trouvent, sur les bords du Garbet de nombreux filons à gangue calcaire, filons de Lauqueille (Castelminier) et de Pouech-de-Guaff, renfermant parfois aussi de la sidérose, de la blende. Des travaux considérables ont été faits jadis sur ces filons.

Le filon de galène et de blende de Cadarcet (Moncoustant) se trouve dans les schistes dévoniens, au contact d'un trachyte (orthophyre). La galène est à très grandes lames ; elle est plus rarement fibreuse ; les solides de clivage atteignent 5 ^{cm} de plus grande dimension. Les cristaux nets sont rares et de grande dimension (pa^1), parfois superficiellement corrodés et recouverts de quelques petits cristaux de cérusite et de pyromorphite mamelonnée. La galène est fréquemment enveloppée par la blende. Les gangues sont constituées par de la calcite, de la dolomie (ankérite), de la sidérose, etc.; il existe aussi un peu de barytine et fort peu de pyrite.

La galène et la blende forment parfois de petits amas avec sidérose dans le gîte d'hématite de Rancié près Vicdessos.

Pyrénées-Orientales. C'est dans des conditions identiques que l'on trouve parfois la galène dans les gisements ferrifères des Pyrénées-Orientales.

Montagne Noire. — *Aude.* Les mines de la Caunette, à 14 km. de Carcassonne, dans la vallée de l'Orbiel (environs de Mas-Cabardès) sont ouvertes sur une série de filons dont les épais chapeaux de fer d'oxydation sont enchevêtrés et ont été longtemps exploités pour le fer. Ils se rencontrent dans les calcaires paléozoïques et ont une structure bréchiforme (Bernard. *A. M.* X. 597. 1897). Les plus récents sont riches en galène, mélangée à des oxydes de fer argentifères, à de la blende, de la pyrite, de la chalcopyrite. La galène à grains fins, ou compacte et rubannée, atteint 3 kg. 320 d'argent (aurifère) à la tonne de plomb. Ces filons à gangue de calcite et de sidérose sont orientés N. 20° O. Ils coupent des filons E.-O. remplis, les uns par de la blende, de la sidérose, de la calcite, de la chalcopyrite, les autres par de la sidérose blanche, avec quartz, panabase, argent rouge, etc. Les oxydes de fer du chapeau de ces filons sont très argentifères, et peuvent être comparés à ceux de Huelgoat.

Cévennes. — *Gard*, *Ardèche*. Dans les départements de l'Ardèche, de la Drôme et surtout du Gard, se trouve une série de gisements zincifères, situés au milieu d'assises sédimentaires, entre le trias et l'oxfordien. Ils sont essentiellement constitués par de la smithsonite, associée à de la galène, de la blende et de la pyrite.

Dans quelques-uns d'entre eux, l'exploitation a eu lieu d'abord sur la galène, qui n'y constitue plus actuellement qu'un minerai accessoire. Il faut citer, dans l'*Ardèche* : Saint-Cierge ; dans le *Gard* : les environs de Saint-Félix de Pallières, de Saint-Laurent-le-Minier, Les Malines, Fons, Avinière, et surtout Coste-Durfort. Dans ce dernier gisement, situé dans le lias, il existe des amas de galène à grandes facettes avec calamine, quelques mouches de blende blonde et beaucoup de fluorine blanche, rose ou violette.

Les mines de Saint-Félix de Pallières offrent une particularité remarquable, signalée par M. Parran (*A. M.* XV. 47. 1859) ; la partie supérieure de l'amas est constituée par de la pyrite, superficiellement transformée en oxyde de fer. La pyrite est remplacée en profondeur par de la galène. Au contact des deux sulfures, se trouve une zone épaisse dans laquelle la galène est transformée en anglésite compacte, mélangée à une terre jaune ; celle-ci est constituée par de la *pastréite* (voir tome III), avec du gypse, des grains de quartz, etc. A la mine Saint-Félix, la galène renferme des géodes de beaux cristaux d'anglésite et de cérusite. C'est cette même mine qui a fourni autrefois la *fibroferrite*. La galène de Saint Félix contient environ 130 gr. d'argent à la tonne de plomb d'œuvre ; l'anglésite est plus riche.

Lozère. L'étude approfondie du champ de filons de Vialas près Genolhac a montré à Rivot (*A. M.* VI. 1863) que dans ce remarquable gisement, aujourd'hui à peine exploité, il existait des filons de galène riches en argent (la teneur en argent atteint 0,70 %) à gangue de calcite et de barytine rose, qui sont postérieurs aux filons quartzeux ou barytiques de la même région, dans lesquels la galène est toujours pauvre en argent.

Les mines de Vialas ont fourni de très beaux cristaux de calcite et de barytine et plus rarement de galène : dans ceux-ci l'octaèdre domine, avec ou sans petites faces cubiques. La mine de Villaret faisant partie de ce district a produit accidentellement les cristaux d'harmotome décrits p. 312.

Les filons de Vialas renferment, en outre, de la pyrite, de la blende, etc.

Tarn. La mine de Peyrebrune (ou du Dadou) est située à quelques kilomètres de Réalmont. D'anciennes galeries ont été creusées sur la rive gauche du Dadou (affluent de l'Agnet), sur le territoire de Montredon; celles qui sont actuellement exploitées se trouvent sur la rive droite de la rivière dans la commune de Lieux-la-Fenasse.

La galène est intimement mélangée à de la blende ferrifère. Le remplissage du filon est formé par de la calcite, de la dolomie rosée, de la sidérose (très abondante) et de la fluorine. On rencontre de très beaux échantillons montrant bien la nature concrétionnée du filon. Les couches concentriques ont, en général, la composition suivante, en partant de la paroi du filon : calcite avec zone de blende, de galène et de sidérose, puis sidérose, fluorine, pyrite, et enfin calcite en cristaux nets dans les géodes. Celles-ci sont aussi tapissées de cristaux de fluorine (voir à *fluorine*), de quartz, etc.



Fig. 25.

Photographie d'un clivage de galène de la mine de Peyrebrune. (Grandeur naturelle.)

La galène est surtout à très grands éléments : les solides de clivage de 5 centimètres d'arête ne sont pas rares ; ils ont souvent une surface palmée due à des macles secondaires de la zone pa^1; les bandes sont trop plissées pour que des mesures précises soient possibles (fig. 25). Les cristaux géodiques ne sont pas fréquents ; tous ceux que j'y ai recueillis sont des octaèdres réguliers avec de petites facettes p (100), b^1 (110) et $a^{1/2}$ (211) et plus rarement a^2 (211) ; enfin pour quelques-uns d'entre eux, les faces p sont remplacées par un trapézoèdre très surbaissé a^{40} (40. 1. 1) (fig. 26) ; ils ne dépassent pas $0^{cm},5$ suivant un axe quaternaire.

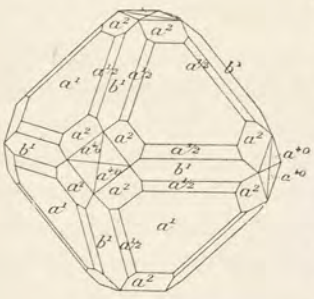


Fig. 26.

Galène de Peyrebrune.

Il existe aussi à Peyrebrune une variété de galène très compacte d'un bleu foncé. Enfin j'ai rapporté de cette mine des échantillons constitués par des cubes de galène entièrement cristallitiques, offrant les apparences curieuses des cristaux de sel gemme figurés plus

loin. Tous leurs intervalles sont remplis par de la blende concrétionnée superficiellement, transformée en smithsonite (voir à *blende*).

Les filons de Peyrebrune se trouvent au milieu des schistes siluriens ; ceux-ci sont traversés par des filons de diabase et des dykes de microgranulite.

Vosges. — [*Alsace*]. La galène est très fréquente dans les filons argentifères de Sainte-Marie-aux-Mines ; elle est souvent cristallisée et le plus généralement en cubo-octaèdres à faces irisées. J'ai aussi observé de petits cristaux de la forme a^1 b^1 $a^{1/2}$. La gangue la plus habituelle est la calcite ; à Surlatte, elle est formée par une roche argiloschisteuse riche en graphite.

Alpes. — *Isère*. La galène très argentifère a été rencontrée en masses granulaires, laminaires ou compactes dans la mine des Chalanches. Les cristaux y ont été parfois nets et variés de forme (p, $p\,a^1$, a^1) ; leur surface est souvent irisée. Les minéraux oxydés (cérusite, wulfénite, mimétite, pyromorphite) sont peu abondants dans ce gisement.

De jolis cristaux à faces brillantes de galène ($p\,a^1$), associés à de la blende lamellaire jaune ou verte, se rencontrent dans la sidérose de Saint-Pierre d'Allevard.

Hautes-Alpes. Des filons de galène à grains fins et à gangue calcaire se trouvent près de Champoléon (filon de Barbe noire).

Basses-Alpes. Ce département renferme dans le jurassique quelques filons de galène à gangue de calcite et de barytine, ils sont généralement fort irréguliers et pauvres en argent. Plusieurs d'entre eux ont été exploités au siècle dernier ; tous sont actuellement abandonnés. On peut citer les suivants : Naux en Saint-Geniez au N.-E. de Sisteron, et plus au S.-E. Auribeau ; Neyrac en Piegu, Barles, Curbans au pied de la montagne Aujarde, etc. Des filons analogues ont été trouvés dans le calcaire nummulitique à la Malune près Mourjuan (entre Allos et Barcelonnette).

Drôme. Il existe dans la Drôme des filons de galène fort analogues à ceux des Basses-Alpes et se prêtant aux mêmes observations ; on peut citer les suivants : le Rouet en Condorcet, Merylan, la Jalaye entre le Buis et Propiac (avec blende), les environs de Châtillon, etc. Le gisement de Condorcet est remarquable par une gangue riche en célestine (voir à *célestine*). Il renferme de la blende.

Algérie. — Il existe en Algérie un grand nombre de gisements de galène, à noter surtout à cause de leur âge ; tous les gisements métallifères de cette région sont, en effet, récents, souvent même tertiaires.

Aucun des gisements exploités n'a fourni, à ma connaissance, de galène intéressante au point de vue minéralogique. Les localités citées plus loin n'ont donc qu'un intérêt de statistique; leur liste est extraite de la notice minéralogique publiée en 1889 par le service des mines d'Algérie, on trouvera dans celle-ci l'indication d'un plus grand nombre de gisements ; je ne cite ici que les plus importants. Les renseignements contenus dans cette notice sont insuffisants pour me permettre de classer avec sûreté la plupart des gisements algériens dans les divisions adoptées dans mon livre. Je donne ici ceux qui sont sûrement ou probablement dans une gangue calcaire en faisant cependant, pour quelques-uns d'entre eux, des réserves sur la nature exacte de cette dernière.

Constantine. Au Djebel-Youssef (S. de Sétif), un gisement de galène se trouve dans l'aptien avec traces de cinabre et de chalcopyrite ; à Cavallo (ouest de Djidjelli), un filon de galène avec blende et pyrite a été exploité pendant quelque temps ; à Kandek-Chaou (21 km. S. de Collo), la galène, la blende et des traces de chalcopyrite se trouvent dans le nummulitique supérieur.

Les gisements du Djebel-Taya près Guelma sont dans les calcaires jurassiques, ceux des environs de Souk-Ahras (Ras-el-Arous) dans le pliocène, celui de Kef-Kanouna (avec calamine et cérusite, dans le sénonien, celui du Djebel-Frina, dans l'éocène inférieur et enfin ceux de Meslouba (à 37 km. 5° N.-E. d'Aïn-Beïda) (avec bournonite) dans l'aptien. Les filons de Sidi-Kambez près Philippeville paraissent avoir pour gangue de la sidérose et de la barytine, d'après les échantillons que j'ai eus entre les mains.

Alger. Il n'existe pas de gisement de galène important dans la province d'Alger; je citerai seulement l'Oued-Rehane (contact d'une rhyolite et du gault) et Zaccar-R'harbi (dans le néocomien) près Milianah ; l'Oued-Beni-Aza près Blidah (avec blende et chalcopyrite) dans les marnes cénomaniennes. La galène est associée à la smithsonite, la calamine, etc., au Djebel-Ouarsenis. Enfin au Belloua près Tizi-Ouzou, la galène associée à la blende et à la chalcopyrite, se rencontre en veinules dans les dolomies cristallophylliennes.

De jolis cristaux de galène (pa^1) ont été rencontrés dans les mines de cuivre de la région de Tenès (Oued-Allelah) au milieu de géodes de dolomie et de sidérose en même temps que les beaux cristaux de chalcopyrite qui seront décrits plus loin.

Oran. La galène est disséminée dans les calcaires et dolomies jurassiques de Tazouat près Saint-Cloud, dans les dolomies bathoniennes des environs de Saïda et de Kselna (à 28 km. N.-O. de Frenda). Des amas de galène ont été exploités dans les amas calaminaires du Mazis (ouest de Lalla-Maghnia) et du Djebel Filhaoucen (au S.-E. de Nemours).

Tunisie. — D'après les renseignements que m'a fournis M. de Fage, la galène se trouve en boules ou en veinules irrégulières comme accident dans les diverses mines calaminaires de la Tunisie énumérées plus loin (voir à *blende*), et notamment dans celles du Djebel-Reças [montagne de plomb] (dans le jurassique), du Djebel-Bou-Yuber et de Djebel-Slata (dans l'urgo-aptien), du Khanghuet-Kef-Tout et de Sidi-Youssef. Tous ces gisements ont été exploités pour la galène par les Romains qui laissaient la smithsonite dans les déblais.

2° *Dans les roches sédimentaires.*

a) *Dans les assises paléozoïques.*

La galène existe à l'état d'accident minéralogique associée à de la pyrite dans quelques gisements paléozoïques et souvent dans des gisements houillers ; c'est certainement là qu'il faut chercher l'origine de la galène sublimée citée p. 507 dans les produits de l'inflammation des houillères de la Ricamarie.

Flandre. — *Nord.* Des cubes de galène ont été rencontrés dans des géodes ou dans la masse du calcaire frasnien de la carrière du Château-Guillard en Trélon. Dans les géodes, ce minéral est associé à de la blende et à de la pyrite (Cayeux. *Ann. Soc. géol. du Nord*, XIX. 89. 1891). M. Gosselet m'a signalé le même minéral dans des roches carbonifères de Givet.

Bretagne. — *Mayenne.* De petits cubes de galène ont été observés par M. Kerforne dans les fentes des grès siluriens de Chaffenu au nord de Saint-Jean de Mayenne.

Anjou. — *Maine-et-Loire.* La galène se trouve en petite quantité dans le calcaire anthracifère de Montjean, dans les veinules à calcite, stibine et blende des calcaires dévoniens des environs d'Angers.

Pyrénées. — [*Aragon*]. La collection du Muséum possède un curieux échantillon étiqueté Bielle (*Pyrénées*), qui provient probablement des environs de Bielsa, dans la vallée de la Cinca, c'est un grès (grès rouge?) dont une fente est tapissée par de très jolis petits cristaux de galène en octaèdres ou cubo-octaèdres simples ou maclés et extrêmement aplatis suivant une face octaédrique (fig. 27). Ils ressemblent par suite à des rhomboèdres basés ; ils sont généralement implantés sur leur gangue de telle façon que la face d'aplatissement est plus ou moins perpendiculaire à celle-ci. Il existe bien, dans les Basses-Pyrénées, une mine de Bielle, mais on n'y trouve que de la sidérose, de la chalcopyrite et ces minéraux se trouvent au milieu de calcaires et non de grés.

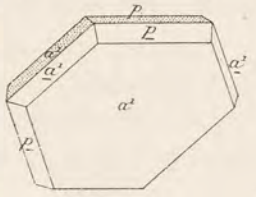


Fig. 27.
Macle suivant a^1 de la galène de Bielsa.

Plateau Central. — *Loire*. La galène a été trouvée accidentellement avec blende et barytine dans les rognons de fer carbonaté des mines du Treuil près Saint-Étienne.

Nièvre. La collection du Muséum renferme un échantillon de houille des mines de Decize à la Machine, contenant de la galène ; les formes dominantes sont p, $p\ a^1$. L'échantillon est très altéré par suite de la présence de pyrite en voie de décomposition.

Vosges. — *Haute-Saône*. La galène a été signalée dans les nodules de fer carbonaté du terrain houiller à Ronchamp et à Champagney.

b) *Dans les assises secondaires.*

La galène se rencontre en abondance dans les fentes des arkoses triasiques du Plateau-Central, avec blende, quartz, fluorine (voir à *fluorine*). On les trouve aussi dans quelques autres gisements.

Maine. — *Sarthe*. Des mouches de galène ont été trouvées dans le calcaire aux environs du Mans (collection du Muséum).

Poitou. — *Vendée*. Les calcaires jurassiques de Foussay, des environs de Fontenay (Fontaines, le Mazeau), ceux des environs de Chantonnay renferment quelquefois de petits nids de galène.

Vienne. Les calcaires jurassiques de Sauxais près Poitiers renferment de petites mouches de galène, associées à de la fluorine cubique.

Deux-Sèvres. Le même minéral a été rencontré dans de semblables conditions à Cours près Champdeniers et aux environs de Coulonges entre Mayné et Gatebourse, dans le lias des environs de Saint-Maixent (avec barytine et fluorine), etc.

Plateau Central. — *Gard*. Dans le gisement de Carnoulès ou de Saint-Sébastien d'Aigrefeuille, la galène imprègne les arkoses triasiques, sur une zone qui a été exploitée sur 5^{cm} d'épaisseur ; elle est associée à de la pyrite.

Nièvre, Saône-et-Loire. Les arkoses triasiques du Morvan et du Mâconnais renferment souvent dans leurs fentes de petits cristaux de galène p ou pa^1, associés à de la blende, de la pyrite, de la fluorine.

A Génelard, j'ai recueilli, dans le lias inférieur, des échantillons ligniteux, imprégnés de calcite à grandes lames, de blende, de galène et de pyrite.

Côte-d'Or. La galène n'est pas rare avec fluorine et barytine dans les arkoses de Sainte-Sabine, Remilly, Montlay, Thostes, Thoisy-la-Berchère, Semur, etc. Le même minéral se trouve avec pyrite dans l'infralias de l'Auxois (Beauregard) ; à Locour-d'Arcenay, on trouve des fossiles transformés en galène, en blende et en barytine.

Vosges. — [*Lorraine*]. La galène existe sous forme de mouches accidentelles dans les marnes du muschelkalk, dans ses dolomies, ainsi que dans l'oolithe ferrugineuse de la Lorraine.

Un gisement plus important, exploité au siècle dernier, se rencontre dans les assises inférieures du grès bigarré au Bleyberg, à Saint-Avold et à Hagarten-les-Mines. La galène argentifère y est disséminée irrégulièrement en nodules, produits par l'imprégnation locale du grès ; il existe aussi dans ces gîtes un peu de cérusite.

3° *Dans les fentes des roches éruptives.*

La galène, souvent associée à la blende, se rencontre dans quelques gisements de roches éruptives en cristaux parfois très nets.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Les fentes de la granulite de Miseri près Nantes, de Chantenay (carrière du petit Saint-Joseph) renferment parfois de très jolis cristaux p (100), a^1 (111) de galène, souvent allon-

gés suivant un axe quaternaire ; ils sont fréquemment accompagnés de blende et de fluorine.

Alpes. Massif du Mont-Blanc. — *Haute-Savoie.* M. Brun a trouvé (*B. S. M.* IV. 260. 1881) dans les fentes de la protogine du pied des Grandes Jorasses, sur le glacier de Leschant, un cristal de galène ($p\,a^1$) associé à du quartz hyalin. Ce cristal, du poids de 15 gr., possède un clivage octaédrique très net, il contient environ 1 % de sulfure de bismuth et une trace de fer.

4° *Dans les cipolins et les calcaires métamorphisés au contact des roches éruptives.*

Les cipolins des gneiss renferment parfois des mouches de galène qui y sont fréquemment associées à de la blende et jouent le même rôle que les micas ou les pyroxènes qui les accompagnent. Les cipolins de Mercus et d'Arignac (*Ariège*) sont particulièrement à noter à cet égard.

Les calcaires paléozoïques métamorphisés par les roches granitiques du pic du Midi de Bigorre (*Hautes-Pyrénées*) m'ont fourni, au-dessous de l'Observatoire, de beaux échantillons lamellaires de galène et de blende, accompagnés de malacolite et de grossulaire.

5° *Dans les sources thermales.*

Plateau Central. — *Allier.* La galène a été trouvée par Daubrée à la surface de tuyaux de plomb immergés dans le puisard romain de Bourbonne-les-Bains (voir à *panabase*) et sur les croûtes de phosgénite, formées par altération de ces mêmes tuyaux. De la cérusite et de l'anglésite ont été rencontrées dans les mêmes conditions.

6° *Dans les houillères embrasées.*

Plateau Central. — *Loire.* Des cristaux de galène ont été recueillis par Mayençon à la Ricamarie près Saint-Étienne dans les fentes des schistes houillers calcinés par les incendies souterrains (voir à *bismuthinite*). L'échantillon que j'ai examiné est constitué par de petits cubes mesurant environ $0^{mm}5$ d'arête: le même minéral s'y est rencontré en trémies.

7° *Dans les fonderies, etc.*

Les fonderies où l'on traite les minerais de plomb présentent parfois de magnifiques échantillons de galène obtenue par fusion ou sublimation. Cette galène se présente généralement en trémies. La fig. 28 représente un échantillon de ce genre, provenant de la fonderie de Couéron près Nantes : on en a trouvé aussi autrefois dans les fonderies de Poullaouen.



Fig. 28.

Trémies cubiques de galène. (Fonderie de Couéron). (Grandeur naturelle).

J'ai examiné des échantillons de la fonderie de Couéron près Nantes, dans lesquels le plomb métallique remplit toutes les cavités des trémies de la galène ; il joue donc le même rôle que la blende et la smithsonite dans les échantillons de Peyrebrune décrits p. 502.

De beaux échantillons analogues aux précédents ont pris naissance il y a quelques années, lors de l'incendie d'une fabrique d'acide sulfurique à Montluçon ; ils ont été produits aux dépens des chambres de plomb de cette usine. Les cristaux, sous forme de trémies, recouvrait de la galène lamellaire ou du plomb métallique.

Enfin, M. Gonnard a trouvé, dans de vieux creusets d'une cristallerie de Lyon, de beaux groupements en trémies de galène dont les interstices sont moulés par de la chalcopyrite (*B. S. M.* II. 186. 1879).

ARGYRITE

$Ag_2 S$

Cubique.

Macles. Macles par pénétration suivant a^1.

Formes observées. p (100), a^1 (111), b^1 (110), a^3 (311), $a^{3/2}$ (322).

$a^{3/2}\ a^{3/2}$ (arête horiz.)	121°58′	pa^3	154°46′	$a^1a^{3/2}$	168°35′
$a^{3/2}\ a^{3/2}$ (arête oblique)	160°15′	$pa^{3/2}$	136°41′	a^1a^3	150°30′

Faciès des cristaux. Les cristaux sont souvent déformés[1], tordus; ils sont aussi associés à axes parallèles formant des groupements réticulés, dendritiques. L'argyrite se présente aussi en masses filiformes ou compactes et en enduits.

Clivages. Trace de clivages suivant a^1 (111) et b^1 (110). Cassure subconchoïdale.

Dureté. 2 à 2,5. Très sectile.

Densité. 7,8 à 7,36.

Coloration et éclat. Gris de plomb noir. Poussière de même couleur. Rayure brillante (*argent vitreux*). Éclat métallique. Opaque.

Composition chimique. La formule Ag^2S correspond à la composition :

S.....	12,9
Ag.....	87,1
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube ouvert, dégage de l'acide sulfureux. Au chalumeau, facilement fusible en se gonflant et en donnant un globule d'argent : il n'est pas nécessaire d'employer une température élevée pour obtenir de l'argent filamenteux aux dépens d'un fragment d'argyrite.

Soluble dans l'acide azotique, avec dépôt de soufre. La solution donne par l'acide chlorhydrique un précipité caillebotté soluble dans l'ammoniaque.

Altérations. L'argent natif se forme quelquefois par réduction de l'argyrite ; le minéral se ternit à l'air et prend un aspect terreux.

1. L'*acanthite*, considérée comme une forme orthorhombique de Ag^2S n'est peut-être que de l'argyrite déformée et allongée suivant un axe binaire.

Diagnostic. L'argyrite se distingue aisément des autres minéraux de ce groupe par sa parfaite sectilité, sa raclure brillante, sa couleur, son éclat et enfin ses propriétés pyrognostiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'argyrite est un minéral fréquent dans les filons argentifères, surtout dans ceux à gangue calcaire ; il accompagne l'argent natif et d'autres minéraux argentifères.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. L'argyrite a été rencontrée en petite quantité avec dyscrasite, etc., dans les filonnets calcaires, à la mine d'Ar près Laruns (voir à *arite*). Elle ne s'y présente pas en cristaux distincts.

J'ai trouvé le même minéral en légers enduits, d'un noir de fer, dans la galène du même gisement.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. L'argyrite semble avoir été trouvée récemment dans les mines de galène de Villevieille près la Goutelle (Pontgibaud).

Vosges. — [*Alsace*]. L'argyrite a été rencontrée en assez grande abondance à Sainte-Marie-aux-Mines et particulièrement dans les mines d'Engelsbourg, de Chrétien et de Saint-Guillaume, dans la vallée de Phaunoux (Rauenthal) et dans quelques-unes de celles du vallon de Fertru. Les cristaux trouvés dans les anciens travaux paraissent avoir été fort beaux ; les formes étaient assez variées p (100), a^1 (111), $p\ a^1$; la fig. 1 représente, d'après Lévy (*Descr. de la collect. Heuland*), un cristal de la forme $p\ a^{3/2}$ (322).

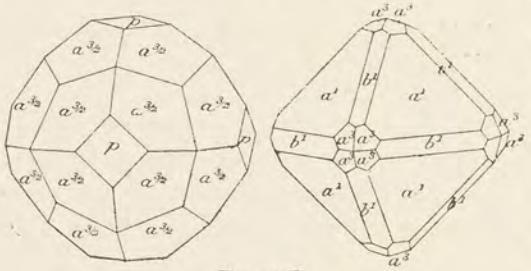


Fig. 1 et 2.
Argyrite de Sainte-Marie-aux-Mines.

J'ai moi-même observé un très beau cristal donné par Daubrée au Muséum et offrant les faces a^1 (111) dominantes, avec b^1 (110), a^3 (311) (fig. 2). Il est associé à de la proustite et à de la calcite [e^2 ($10\bar{1}0$), b^1 ($01\bar{1}2$)].

L'argyrite de Sainte-Marie dans une gangue de calcite ou de barytine est généralement associée à des argents rouges, à de l'argent natif.

Alpes. Massif du mont Blanc. — *Haute-Savoie.* L'argyrite (argent vitreux) a été signalée (*J. M.* I. 39. 1794) avec galène, bournonite, etc., dans la mine de Roissy près Servoz (voir à *bournonite*).

Isère. L'argyrite s'est trouvée abondamment dans les filons des Chalanches. Elle y forme des masses compactes ou lamellaires, engagées dans le calcaire ou dans le mélange d'argent natif, d'asbolane, d'érythrine, de cérargyrite (dont il a été question page 410). J'ai examiné un bel échantillon d'argent natif de ce gisement intimement mélangé à de l'argyrite noire lamellaire. Des cristaux cubiques n'ont été trouvés que très rarement.

Gisement probable.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* La haute teneur en argent de certaines galènes de la mine de Pontpéan fait penser que l'argyrite doit s'y trouver parfois mélangée au minerai de plomb exploité. En effet, non seulement la teneur en argent de ces minerais n'est pas constante, mais encore elle paraît augmenter quand celle du plomb diminue (Fuchs et De Launay. *Traité des gîtes minéraux.* II. 504. 1893).

GROUPE DE LA CHALCOSITE

Ce groupe comprend les deux minéraux orthorhombiques suivants :

Chalcosite.... Cu^2S
Stromeyerite.. $(Cu, Ag)^2S$

auxquels il faut ajouter le suivant :

Acanthite..... Ag^2S

s'il n'est pas de l'argyrite cubique, allongée suivant un axe binaire.

CHALCOSITE.

Orthorhombique : $mm = 119°35'$.

$$b : h = 1000 : 838{,}364.\ D = 864{,}204.\ d = 503{,}140$$
$$[a : b : c : = 0{,}5822 : 1 : 0{,}9701\ \text{(Miller)}]$$

Macles. Macles nombreuses. 1° Macles suivant m (110) conduisant à des groupements pseudohexagonaux ; 2° macles cruciformes suivant $e^{2/3}$ (032) dans lesquelles les deux individus se croisent sous des angles de 110° et 69° ; 3° macles plus rares suivant b^1 (112).

Formes observées. p (001) ; m (110) g^1 (010) ; $b^{3/2}$ (113), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111) ; e^2 (012), $e^{3/2}$ (023), $e^{1/2}$ (021).

Les mesures suivantes ont été prises sur de petits cristaux de Bourbonne-les-Bains ; les zones pg^1 et pm seules donnent des mesures, assez mauvaises du reste, à cause des cannelures des faces.

	Angles calculés	Angles mesurés
$*mm$	119°35′	
mg^1	120°12′30″	
pe^2	154° 7′30″	
$e^2 e^2$ sur p	128°15′	128°
$pe^{3/2}$	147°6′30″	
$e^{3/2} e^{3/2}$	114°13′	114° 1′
pe^1	135°52′	
$e^1 e^1$	91°44′	91° 10′
$pe^{1/2}$	117°16′	
$*e^{1/2} e^{1/2}$	54°32′	54°20′
$pb^{3/2}$	147°16′	147°10′
$b^{3/2} b^{3/2}$ sur p	114°32′	
pb^1	136° 3′	136°15′
$b^1 b^1$ sur p	92° 6′	
$pb^{1/2}$	117°24′30″	117°18′
$b^{1/2} b^{1/2}$ sur p	54°49′	

		Angles calculés
$b^{3/2} b^{3/2}$	avant	148°26′
$b^1 b^1$	avant	139° 8′
$b^{1/2} b^{1/2}$	avant	126°56′30″
$b^{3/2} b^{3/2}$	côté	124°17′
$b^1 b^1$	côté	106°17′
$b^{1/2} b^{1/2}$	côté	79°47′

Faciès. Parmi les gisements décrits plus loin, les sources thermales seules ont fourni des cristaux distincts : ils sont soit allongés suivant l'axe b et très striés parallèlement à cette direction, soit un peu allongés suivant l'axe vertical ; ils ont alors une symétrie pseudohexagonale. Les cristaux sont souvent squelettiformes ou cristallitiques.

La chalcosite de nos autres gisements présente des aspects extérieurs très différents, suivant qu'elle est très cristalline (Urdos, la Garde en Oisans), finement grenue (cap Garonne), compacte (la Pacaudière), ou terreuse (Nouvelle-Calédonie).

Clivages. Clivages m (110) souvent à peine distincts. Cassure conchoïdale.

Dureté. 2,5 à 3. Fragile.

Densité. 5,5 à 5,8.

Coloration et éclat. Gris de plomb noir, le minéral s'irise et devient parfois bleuâtre par exposition à l'air. Poussière d'un gris de plomb noir. Opaque.

Composition chimique. La formule Cu^2S correspond à la composition suivante :

S.....	20,2
Cu	79,8
	100,0

Il existe parfois un peu de fer ou d'argent.

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, la chalcosite reste inaltérée. Dans le tube ouvert, elle donne des vapeurs sulfureuses. Au chalumeau, elle fond tumultueusement en un globule noir.

Le minéral peut être réduit sur le charbon en un globule de cuivre. Soluble dans l'acide azotique.

Altérations. La chalcosite s'altère aisément et se transforme notamment en covellite, puis en malachite, en chessylite, etc. ; le mélange intime de chalcosite et de covellite a été autrefois pris pour une espèce distincte et appelée *digenite* par Breithaupt.

Diagnostic. Voir à *covellite.*

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La chalcosite se rencontre dans les deux catégories suivantes de gisements :

1° Dans les gîtes métallifères ;

2° Dans des sources thermales comme produit récent.

1° *Dans les gîtes métallifères.*

Les gisements cités plus loin sont tous des gîtes filoniens, sauf celui du cap Garonne dans lequel les minéraux cuprifères imprègnent des poudingues triasiques : la chalcosite y a été exploitée comme minerai de cuivre.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* De jolis échantillons de chalcosite ont été rencontrés à la Coussia, au-dessus d'Urdos (vallée d'Aspe). Ce

minéral remplit les fentes de calcaires gris ; il se trouve souvent en masses d'un noir un peu violet offrant les clivages *m* (110) plus faciles que d'ordinaire. Le minéral est accompagné de chalcopyrite, d'érubescite, de malachite, de chessylite, etc.

Corbières. — *Aude*. Les mines de Saint-Pancrasse en Monthoumet ont fourni autrefois de la chalcosite d'un gris noir, associée dans du quartz et de la barytine à un mélange intime de galène, d'érubescite et de chalcopyrite.

Plateau Central. — *Loire*. La chalcosite a été exploitée à la Pacaudière. Les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Manhès sont très compacts et mélangés à de l'érubescite. Ils sont associés à de la chessylite. Ces minéraux sont argentifères (voir p. 489).

Vosges. — [*Alsace*]. Les filons de Framont ont fourni un curieux minerai, essentiellement constitué par de la chalcosite massive intimement mélangée à de l'érubescite à cassure jaune rosée.

De la chalcosite semblable à celle de Framont a été trouvée dans diverses mines de Sainte-Marie-aux-Mines et notamment dans celle de Gabe-Gottes, des Trois, à la Petite-Liepvre.

Belfort. Les mines de Giromagny ont fourni jadis de la chalcosite compacte.

Alpes. — *Isère*. La mine de la Garde en Oisans a donné de la chalcosite. L'échantillon que possède la collection du Muséum est noir, compact, un peu lamellaire et imprégné de malachite.

Maure. — *Var*. La chalcosite finement grenue est l'un des minéraux constituant les imprégnations des poudingues permiens du cap Garonne près Toulon.

Algérie. — *Constantine*. La chalcosite compacte forme, avec la chalcopyrite, des rognons dans les schistes et conglomérats de l'éocène supérieur de l'Oued-Goudi, à 11 km. O.-N.O. de Jemmapes.

Nouvelle-Calédonie. — La chalcosite en masses noires compactes, à cassure d'un gris noir et à éclat métallique, intimement mélangée de mélaconite terreuse, a été l'un des minéraux exploités autrefois dans la mine de Balade près d'Onégou (région du Diahot) ; elle y est accompagnée de chalcopyrite, de cuprite, de cuivre natif et de divers minéraux oxydés. Elle imprègne des micaschistes, parfois riches en cristaux de grenats qui restent englobés au milieu des sulfures.

Le même minéral est associé à la chalcopyrite, l'érubescite, la covellite, etc., à la mine Pilou (voir à *galène*).

2° *Dans les sources thermales ou non.*

La chalcosite formée dans les sources thermales ou dans l'eau douce aux dépens de monnaies romaines, est due à l'action sur le bronze de celles-ci de sulfures solubles, provenant eux-mêmes de la réduction de sulfates effectués par la matière organique (voir à *panabase*).

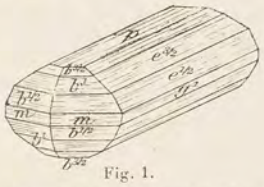


Fig. 1.
Chalcosite de Bourbonne-les-Bains.

Champagne. — *Haute-Marne*. La chalcosite est un des minéraux les mieux cristallisés qui aient été trouvés par Daubrée à la surface des monnaies romaines recueillies dans les griffons de la source thermale de Bourbonne-les-Bains (*A. M.* VIII. 439. 1875).

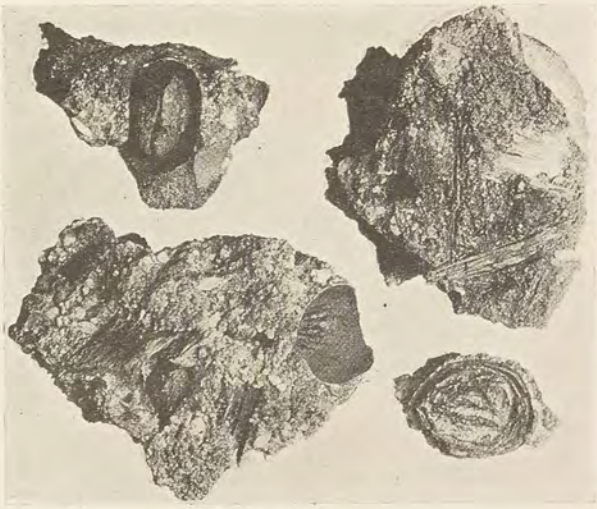


Fig. 2.
Monnaies de bronze transformées en chalcosite qui empâte des grains de sable, des fragments de bois, des noisettes ; celles-ci sont également transformées en chalcosite. (Bourbonne-les-Bains). (*Photographie grandeur naturelle.*)

Elle se présente en petits cristaux ; ceux que j'ai étudiés appartiennent à deux types : l'un est allongé suivant l'axe de zone *b*. Les faces de cette zone sont nombreuses : e^2 (012), $e^{3/2}$ (023), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021),

p (001) ; les cristaux sont terminés par $b^{3/2}$ (113), quelquefois b^1 (112), $b^{1/2}$ (111). Ils sont souvent cristallitiques, leurs faces sont alors très striées ou creuses et irrégulières : ils atteignent très rarement un millimètre. La fig. 1 représente leur aspect qui est celui des cristaux bien connus de Bristol.

Les cristaux du second type ont un aspect pseudohexagonal par suite de l'égal développement des faces m (110) et g^1 (010). J'ai constaté les mêmes formes que dans le premier type ; elles sont en général moins nombreuses, mais plus nettes dans un même cristal.

La figure 2 représente des monnaies de bronze épigénisées en chalcosite qui englobe en outre des fragments de bois intact et des noisettes; celles-ci sont réduites à leurs enveloppes, elles-mêmes transformées en chalcosite.

Vosges. — La chalcosite a été trouvée dans les mêmes conditions qu'à Bourbonne-les-Bains à la surface d'un robinet en bronze romain de la source thermale de Plombières (Daubrée. *A. M.* XII. 294. 1859).

Corse. — C'est probablement à la chalcosite qu'il faut rapporter un sulfure de cuivre signalé par Daubrée en épigénie de monnaies



Fig. 3 et 4.

Monnaies romaines en bronze transformées en chalcosite (Flines-lès-Roches). A la partie inférieure de la figure 3 on voit apparaître la monnaie débarrassée de son enveloppe sulfurée. Dans la fig. 4 des coquilles fluviatiles sont englobées par la chalcosite. (*Photographie grandeur naturelle.*)

romaines de bronze (Hadrien et Étruscilla), trouvées dans la source thermale de Baracci en Olmeto. Des essais qualitatifs seuls ont été faits et ont indiqué l'existence d'une petite quantité d'étain dans ce minéral. S'il y existe réellement à l'état combiné, le minéral pourrait être de la *stannine* (*C. R.* XCII. 92. 57. 1881).

Flandre. — *Nord*. Dans les gisements qui viennent d'être cités, la transformation de monnaies de bronze en chalcosite a été effectuée dans des sources thermales. Le gisement dont il est question ici en diffère ; il se rencontre dans une nappe d'eau limpide située à Flines-lès-Roches, appelée la mer de Flines (Daubrée. *C. R.* 93. XCIII. 572. 1881) ; le niveau de celle-ci est stationnaire sans qu'on aperçoive les sources qui l'alimentent. De nombreux poissons et mollusques y vivent. Cepetit étang ayant 300 m. de diamètre est utilisé pour le rouissage du lin. Des statuettes gauloises et romaines y ont été trouvées, ainsi que les monnaies en bronze qui sont plus ou moins complètement transformées en sulfures cristallisés. Ceux-ci entourent parfois un noyau intact formé par le reste de la monnaie de bronze (fig. 3). Le sulfure dominant est constitué par de la chalcosite en lamelles hexagonales enchevêtrées, très striées et parfois extérieurement recouvertes de chalcopyrite.

Ces épigénies se trouvaient dans une vase noire riche en coquilles qui sont souvent elles-mêmes emprisonnées par les sulfures comme le montre la figure 4. Les espèces de mollusques observés dans ces conditions sont assez nombreuses : *Valvata piscinalis*, *Ancylus fluminalis*, *Lymnæa auriculata*, etc. :

Les photographies données ci-dessus, ainsi que les précédentes ont été faites à l'aide des échantillons légués au Muséum par Daubrée.

STROMEYERITE

$(Ag, Cu)^2 S$

Orthorhombique : $mm = 119° 35'$.

$b : h = 1000 : 835{,}512$. $D = 864{,}204$. $d = 503{,}140$.

[$a : b : c = 0{,}5822 : 1 : 0{,}9668$. (Rose)]

Faciès. La stromeyerite est rare en cristaux à faciès pseudohexagonal, avec macles suivant m (110) ; le plus souvent, elle se rencontre en masses compactes, et c'est le cas pour celle du gisement cité plus loin.

Cassure. Cassure plus ou moins conchoïdale.

Dureté. 2,5 à 3.

Densité. 6,15 à 6,3.

Coloration et éclat. Gris d'acier noir, plus ou moins foncé : poussière de même couleur ; éclat métallique parfois un peu gras : opaque.

Composition chimique. La formule $(Ag, Cu)^2 S$, avec Cu : Ag = 1 : 1, correspond à la composition suivante :

S.....	15,8
Ag....	53,1
Cu ...	31,1
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube fermé, fond aisément sans donner de sublimé. Dans le tube ouvert, dégage des vapeurs sulfureuses. Sur le charbon, fond en un globule un peu malléable qui donne les réactions colorées du cuivre, et fournit par coupellation un bouton d'argent. Soluble dans l'acide azotique avec dépôt de soufre ; la solution donne un précipité de chlorure d'argent par addition d'acide chlorhydrique. Il se dissout dans l'ammoniaque en même temps que la liqueur se colore en bleu intense.

Diagnostic. La stromeyerite se distingue de l'argyrite par sa non sectilité et sa cassure ; de la chalcosite par l'abondance de l'argent. Quelques variétés rappellent la stephanite par leur cassure : elles s'en distinguent par la réaction dans le tube et la dissolution dans l'acide azotique sans résidu blanc.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Vosges. — La stromeyerite se trouve dans quelques gisements argentifères et cuprifères. La collection de l'École des mines renferme, sous le nom d'argent sulfuré de la Croix-aux-Mines, un échantillon d'un minéral répondant à la description donnée plus haut. Sa cassure est conchoïdale, l'éclat est métallique et un peu résineux. Il n'est pas sectile, il est riche en cuivre et en argent. La gangue est calcaire.

M. Lodin a trouvé (*B. S. M.* VI. 178. 1883), sur les haldes de l'ancienne mine du Roux, près de Saint-Maurice dans le Valgodemar (*Hautes-Alpes*), un minéral à structure fibrolamellaire d'un gris bleu foncé. Il est accompagné de chalcopyrite, de blende, de galène et de panabase argentifère dans un filon quartzeux traversant la granulite.

Si l'analyse donnée plus loin a été faite sur une substance réellement

homogène, le minéral de Saint-Maurice constituerait une espèce distincte. N'ayant pas eu entre les mains d'échantillons de ce minéral, je n'ai pu me faire une opinion à cet égard.

Composition chimique. L'analyse *b*), due à M. Lodin, conduit à la formule $2\,Cu^2\,S$, Pb S qui correspond à la composition donnée en *a*),

	a)	*b*)
S.....	17,30	17,54
Cu	45,40	44,52
Pb	37,30	35,87
Ag	»	0,11
Sb.....	»	0,62
As	»	traces
Fe	»	0,79
$Si\,O^2$	»	0,25
	100,00	99,70
Densité	»	6,17

La forme cristalline n'étant pas connue, il n'est pas possible de savoir s'il faut rapprocher ce minéral de la chalcosite ou de la galène, dans le cas où il constituerait une espèce distincte. L'abondance du cuivre m'a engagé à le placer ici. M. Dana (*Syst. of miner.*51. 1892) le range à la suite de la galène avec deux autres produits similaires, la *cuproplumbite* ($Cu^2\,S$, 2 Pb S) et l'*alisonite* ($3\,Cu^2\,S$, Pb S).

Essais pyrognostiques. Fond au chalumeau et recristallise par refroidissement. Donne les réactions du cuivre et du plomb.

GROUPES DE LA BLENDE ET DE LA WURTZITE

Le tableau suivant permet de paralléliser les divers termes de ces deux groupes dans lesquels se trouvent plusieurs types dimorphes.

Système Cubique (tétraédrique).		Système Rhomboédrique ou hexagonal.
Blende	Zn S.....	*Wurtzite* (hexagonale)
»	Cd S.....	*Greenockite* (hémimorphe)
Alabandite	Mn S.....	»
»	(Mn, Zn) S	**Erythrozincite* (hexagonale)
»	Cu S.....	*Covellite* (rhomboédrique)
**Métacinabre*	Hg S.....	*Cinabre* (id.)
**Tiemannite*	Hg Se....	»

Les espèces précédées d'une * ne se trouvent pas dans les gisements français.

GROUPE DE LA BLENDE

BLENDE

Zn S

Cubique, tétraédrique.

Macles. Macles suivant a^1. La face de contact est a^1 (111) ou perpendiculaire à a^1 (111) (fig. 1, 2, 5, 11, 12) : les cristaux de ce genre se rencontrent fréquemment dans les gisements étudiés plus loin. Ces macles sont souvent polysynthétiques et donnent naissance à des lames hémitropes répétées. Plus rarement la macle donne par répétition un assemblage pseudo-hexagonal (fig. 6).

Formes observées : p (100) ; b^1 (110) ; $b^{5/2}$ (520), $b^{12/5}$ (12.5.0), $b^{3/2}$ (320), $b^{9/7}$ (970), $b^{5/4}$ (540) ;

$+ 1/2\ a^1$ [χ (111)], $+ 1/2\ a^{12}$ [χ (12.1.1)], $+ 1/2\ a^{17/2}$ [χ (17.2.2)], $+ 1/2\ a^5$ [χ (511)], $+ 1/2\ a^4$ [χ (411)], $+ 1/2\ a^{7/2}$ [χ (722)], $+ 1/2\ a^3$ [χ (311)], $+ 1/2\ a^{9/4}$ [χ (944)] ;

$- 1/2\ a^1\ \chi$ [($1\bar{1}1$)] ; $- 1/2\ a^{1/2}$ [χ ($2\bar{2}1$)], $- 1/2\ a^{2/5}$ [χ ($5\bar{5}2$), $- 1/2$

$a^{1/3}$ χ [(3$\bar{3}$1)], — 1/2 $a^{1/8}$ [χ($\bar{8}$8$\bar{1}$)] ; — 1/2 a^6 [χ (6$\bar{1}$1)], — 1/2 a^5 [χ (5$\bar{1}$1)], — 1/2 a^4 [χ (4$\bar{1}$1)], — 1/2 $a^{7/2}$ [χ (7$\bar{2}$2)], — 1/2 $a^{5/2}$ [χ (5$\bar{2}$2)], — 1/2 $a^{9/4}$ [χ (9$\bar{4}$4)], — 1/2 a^2 [χ (2$\bar{1}$1)], — 1/2 $a^{3/2}$ [χ (3$\bar{2}$2)].

Les angles calculés suivants sont ceux des zones principales des cristaux décrits plus haut : il n'y a pas à tenir compte du signe des formes hémiédriques.

$p\ a^{1/2}$ adj.	173°17′	$p\ a^{1/3}$	103°16′	$a^{7/2}\ a^1$	147°16′
$p\ a^{17/2}$	170°33′	$p\ a^{1/8}$	95° 3′	$a^3\ a^1$	150°30′
$p\ a^6$	166°44′	$p\ b^1$ sur a^1	90°	$a^{5/2}\ a^1$	154°46′
$p\ a^5$	164°13′	$a^1\ a^{1/2}$ adj	164°13′	$a^{9/4}\ a^1$	157°15′
$p\ a^4$	160°32′	$a^1\ a^{2/5}$	160°32′	$a^2\ a^1$	160°32′
$p\ a^{7/2}$	158°	$a^1\ a^{1/3}$	158°	$a^{3/2}\ a^1$	168°35′
$p\ a^3$	154°46′	$a^1\ a^{1/8}$	149°47′	$p\ b^{5/2}$	158°12′
$p\ a^{5/2}$	150°30′	$a^1\ b^1$	144°44′	$p\ b^{12/5}$	157°23′
$p\ a^{9/4}$	147°51′	$a^1\ a^1$ sur b^1	109°28′	$p\ b^{3/2}$	146°19′
$p\ a^2$	144°44′	$a^{12}\ a^1$ adj.	131°59′	$p\ b^{9/7}$	141° 8′
$p\ a^{3/2}$	136°41′	$a^{7/2}\ a^1$	134°43′	$p\ b^{5/3}$	142°21′
$p\ a^1$	125°16′	$a^6\ a^1$	138°32′	$p\ b^1$	135°
$p\ a^{1/2}$ sur a^1	109°28′	$a^5\ a^1$	141° 4′	$p\ p'$	90°
$p\ a^{2/5}$	105°48′	$a^4\ a^1$	144°44′		

Faciès. Dans les cristaux de blende, on peut distinguer deux types principaux :

1° Type tétraédrique ; ce sont les formes hémièdres qui dominent ; quand le minéral est très ferrifère et noir, il présente parfois une certaine analogie avec la panabase (fig. 7 à 9 et 20) ;

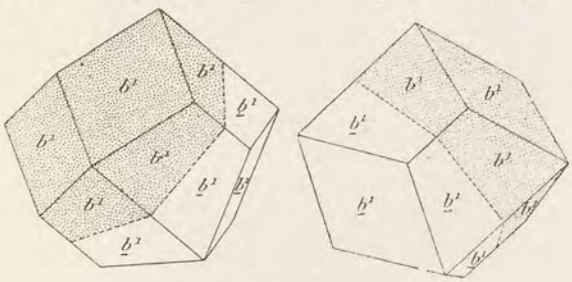


Fig. 1 et 2.

Blende. Macle suivant a^1 (111).

2° Type dodécaédrique ; les cristaux de ce type sont souvent très riches en faces (fig. 16).

Les macles polysynthétiques viennent compliquer beaucoup ces cristaux de blende et particulièrement ceux du type II.

D'après M. Becke, les formes hémièdres + seraient d'une façon générale moins abondantes que les faces — ; les faces des premières sont unies, finement striées ; celles des secondes fréquemment arrondies

et oscillatoires, sans que ces caractères soient suffisamment précis pour permettre de distinguer avec sûreté ces faces les unes des autres. Dans les cristaux des environs de Laffrey qui sont décrits plus haut, j'ai pris pour tétraèdre + celui dont les faces sont unies, il est toujours associé à + 1/2 a^3 [$\varkappa$ (311)] : le tétraèdre — est strié parallèlement à ses côtés. Toutes les formes hémièdres sans distinction de signe ont le plus souvent des faces brillantes.

Les cristaux de blende sont souvent déformés, leurs faces et particulièrement b^1 et a^2 sont arrondies, le cristal prend alors des formes coniques.

Les figures de corrosion sur p et sur + 1/2 a^1 sont, d'après M. Becke, creuses ; celles sur — 1/2 a^1 et b^1 en relief. La forme 1/2 a^3, très fréquente, est d'ordinaire positive.

La blende se trouve sou vent en masses clivables à éléments plus ou moins grands, en masses finement grenues, fibreuses [1], concrétionnées, botroydales ; elle se rencontre rarement à l'état pulvérulent.



Fig. 3.
Blende concrétionnée (schalenblende). (*Photographie réduite de moitié.*)

La *schalenblende* est une variété concrétionnée variant du jaune clair au brun foncé. Sa surface est réniforme ; elle est parfois interstratifiée avec des lits de galène et de marcasite. Souvent aussi, elle est concrétionnée autour de blende lamellaire, de galène ou d'un fragment de gangue. La fig. 3 représente un échantillon de ce genre provenant de Welkenraedt [Belgique]. Des concrétions analogues se rencontrent dans des gisements français, mais elles sont en général moins belles et de plus petite taille.

1. Quelques-uns des sulfures de zinc fibreux sont entièrement constitués par de la wurtzite.

L'examen microscopique montre que ces schalenblendes sont constituées par de la blende cubique, parfois mélangée de wurtzite (Noelting. *Inaugur. Dissertat. Kiel.* 1887).

Clivages. Clivage b^1 (110) parfait. Cassure conchoïdale.

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3,9 à 4,1. 3,919 (Pontpéan).

Coloration et éclat. Très rarement incolore (*cleiophane*), jaune de diverses nuances, rouge (*ruby-blende*), brune, noire, plus rarement verte. L'examen microscopique des blendes colorées montre que fort souvent la coloration est inégale : les zones diversement colorées sont parallèles ou perpendiculaires aux faces b^1 (110) et parfois disposées parallèlement à leurs diagonales. Poussière variant suivant la couleur du minéral, du blanc au jaune pâle et au brun. Transparente à translucide. Dans quelques localités, les cristaux sont absolument limpides.

Éclat résineux à adamantin.

Propriétés optiques. La blende possède un indice de réfraction très élevé $n = 2{,}36923$ (Na) (Ramsay).

Beaucoup de blendes sont monoréfringentes, mais il en est qui présentent des phénomènes de biréfringence très nets ; ils ont été récemment étudiés par M. Brauns (*Preisschrift Jablonowsk. Gesellsch. Leipzig.* 166. 1891). Une lame de clivage b^1 peut présenter des bandes biréfringentes, perpendiculaires à un ou à deux des côtés de la face ; dans ce dernier cas, les deux systèmes de bandes se coupent sous des angles de 120°. Il peut aussi exister des bandes parallèles à la grande diagonale de la face b^1. Quand ces bandes biréfringentes coexistent avec les précédentes, elles sont plus larges qu'elles, leur allongement est tantôt positif, tantôt négatif.

M. Brauns a fait, sur la blende de Pico (Santander), une expérience qui réussit fort bien avec celle des gisements français fournissant des cristaux transparents (Laffrey notamment). Quand on pique avec une aiguille une lame b^1 de blende monoréfringente, on voit apparaître, autour du point attaqué, deux flammes biréfringentes perpendiculaires au côté de la face ; elles sont allongées dans la direction de n_p et persistent après l'enlèvement de la pointe.

Des phénomènes de biréfringence analogues sont déterminés par une pression effectuée perpendiculairement aux côtés de la face b^1.

Propriétés électriques. La blende est pyroélectrique (Friedel).

Phosphorescence. Plusieurs variétés deviennent phosphorescentes sous le choc du briquet, par friction ou par insolation.

Composition chimique. La composition théorique correspondant à la formule Zn S est donnée en *a*. Le plus souvent, le minéral contient du fer, du manganèse, du cadmium, parfois de l'argent, de l'or, (peut-être du platine), du mercure, du plomb, des traces d'iridium, de thallium, etc.

C'est dans la blende des mines de Pierrefitte que M. Lecoq de Boisbaudran a découvert le gallium (*C. R.* LXXXI. 493. 1875).

Les blendes cadmifères ne renferment jamais plus de 5 % de cadmium (*Przibramite*). D'après M. Damour (*A. M.* XII. 245. 1837), celle de Proprières (*Rhône*) en contient 1,136 % : celle de Cheronies (analyse *e*) n'en renferme que des traces, au lieu des 20 % annoncés par Barruel.

Les variétés de blende renfermant plus de 10 % de fer constituent la *marmatite*.

Analyses : *b*) de la blende écailleuse des Pyrénées (Wertheim. *Thèse*, 1851. 78. Paris) ;

c) de la blende de Bagnères-de-Luchon (Berthier. *A. M.* IX. 420. 1824) ;

d) de la blende brune de Cogolin (*Var*) (*ibid.*) ;

e) de la blende de Cheronies, par Lecanu (*J. Pharm.* IX. 257. 1824) ;

f) de la blende fibreuse de Pontpéan par M. Fagu (*Bull. indust. minéral.* VIII. 1862).

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
S.....	33,0	33,4	33,6	30,2	33,5	33,54
Zn.....	67,0	64,3	63,0	50,2	51,0	60,41
Cd.....	»	»	»	»	»	0,39
Fe.....	»	2,3	3,4	10,8	7,9	3,34
Mn.....	»	»	»	»	»	0,05
Pb.....	»	»	»	6,8	»	»
Ag.....	»	»	»	»	»	0,20
Cu.....	»	»	»	»	0,9	»
Perte.....	»	»	»	»	»	1,57
Gangue...	»	»	»	»	»	0,50
	100,0	100,0	100,0	98,0	97,9	100,00

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube ouvert, donne des vapeurs sulfureuses et souvent change de couleur. Sur le charbon, fond difficilement, mais donne un enduit d'oxyde de zinc, jaune clair à chaud et blanc à froid ; celui-ci, humecté avec de l'azotate de cobalt, devient vert quand on le chauffe au feu oxydant. Les variétés cadmifères donnent en outre un enduit brun rouge d'oxyde de cadmium qui se produit au delà de celui d'oxyde de zinc. Après grillage, les variétés ferrifères donnent, avec le borax, les réactions du fer.

Soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement d'hydrogène sulfuré : la blende est décomposée à froid par cet acide plus facilement que la wurtzite.

Altérations. Par altération atmosphérique ou sous l'influence de circulations d'eau au voisinage des affleurements des filons, la blende s'oxyde, donnant du sulfate de zinc soluble (*goslarite*) et le plus souvent de la smithsonite et de la calamine qui cristallise in situ ou à distance (voir à *smithsonite*). Les variétés ferrifères donnent, en outre de la limonite, les variétés cadmifères de la greenockite.

Diagnostic. Les clivages dodécaédriques, l'éclat vitreux, les réactions pyrognostiques rendent facile la distinction de la blende et des minéraux qui lui sont associés. L'examen, en lumière polarisée, permet de différencier les variétés fibreuses de la wurtzite présentant la même structure.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La blende accompagne habituellement la galène ; il est peu de gisements du second de ces minéraux qui ne contiennent le premier. On peut classer ses gisements de la même façon.

1° Dans les gisements métallifères ;
2° Dans les roches sédimentaires ;
3° Dans les roches éruptives ;
4° Dans les roches métamorphiques.

Ces diverses conditions de gisement vont être passées en revue.

1° *Dans les gisements métallifères.*

Je distinguerai deux catégories de gisements métallifères au point de vue particulier qui m'occupe ici. Le premier comprend les filons

proprement dits ; le second les amas calaminaires situés dans les calcaires et dans lesquels la blende n'est qu'un minéral accessoire au milieu de minerais oxydés zincifères (smithsonite et calamine). Je ferai remarquer, du reste, qu'il existe tous les passages entre ces amas calaminaires et les filons d'une part, les gisements sédimentaires d'une autre.

a) *Dans les filons métallifères.*

Il n'est aucun des filons de galène cités plus haut qui ne renferme de la blende en plus ou moins grande abondance ; il me paraît donc inutile de répéter ici une longue liste de gisements. Je renvoie aux pages 478 et suivantes et me contenterai d'indiquer un petit nombre de localités dans lesquelles la blende est particulièrement abondante ou se présente avec des particularités intéressantes.



Fig. 4.
Blende fibreuse entourant de la galène à larges clivages cubiques. Pontpéan. (*Photographie un peu réduite.*)

Normandie. — *Manche*. Les filons de galène de Pierreville ont fourni de la blende, aux dépens de laquelle s'est formée de la smithsonite.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. La mine de galène de Pontpéan en Bruz (voir page 478) renferme de la blende brune cadmifère et ferrifère (analyse *f*). Les cristaux paraissent rares : le minéral se présente le plus souvent en masses fibreuses et plus rarement lamellaires. On verra plus loin qu'une partie des premières est formée par de la wurtzite. La blende est postérieure à la galène ; elle est recouverte par de la pyrrhotite transformée en marcasite. Elle se trouve surtout au toit du filon ou au milieu de celui-ci, englobant avec la galène des fragments de roches tombés des épontes. La figure 4 représente un échantillon de galène à grands clivages cubiques entourée par une croûte de blende fibreuse. Celle-ci est remarquable par sa teneur en argent, atteignant 2500 gr. par 100 kilogrammes de minerai. Elle est plus argentifère que la blende lamellaire.

M. l'intendant militaire Pavot vient de donner au Muséum un remarquable échantillon constitué par un nodule ovoïde de blende ayant environ 0^m25 de plus grand diamètre ; sa structure est fibreuse ; sa périphérie est hérissée de pointes cristallines parmi lesquelles dominent des pointements ternaires de rhombododécaèdre.

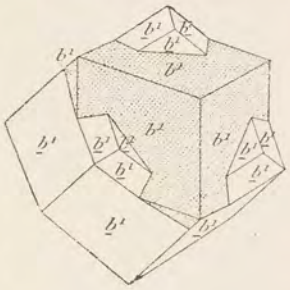


Fig. 5.

Macle suivant a^1 (111). Blende de Pontpéan.

Les cristaux distincts qui recouvrent la galène ou tapissent les fentes du quartz sont noirs, très éclatants : b^1 y domine toujours, souvent accompagné de $+ 1/2\ a^1$, de p, de $+ 1/2\ a^3$, et plus rarement de $+ 1/2\ a^{9/4}$ [χ (944)]. Les macles se rapportent à l'un ou l'autre des types représentés par les figures 1 et 2. J'ai aussi trouvé des cristaux identiques à ceux de Stolberg figurés par Sadebeck ; ils sont parfois plus compliqués par suite de l'existence de p, $+ 1/2\ a^3$, ou $+ 1/2\ a^{9/4}$ disposées sur les arêtes b^1 du cristal indiqué en pointillé dans la figure ci-jointe.

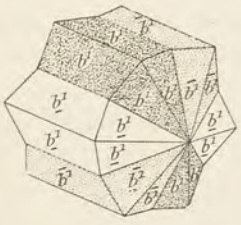


Fig. 6.

Macle de trois individus de blende (Pontpéan).

J'ai observé sur un échantillon de ce gisement et associés à cette macle, de beaux cristaux offrant la macle répétée, représentée par la fig. 6, et qui conduit à un édifice pseudo-hexagonal. Cette macle est identique à celle bien connue dans la sodalite ; je la signalerai plus loin dans le salmiac. Il y a parfois combinaison des figures 5 et 6, le cristal non pointillé dans la fig. 5 étant alors remplacé par une macle semblable à celle que représente la figure 6.

Côtes-du-Nord. A Châtelaudren, la galène est associée à une blende lamellaire transparente jaune ou rouge grenat ; les cristaux que j'ai vus sont peu nets et appartiennent au type dodécaédrique ; ils sont souvent recouverts de calcédoine mamelonnée.

Finistère. Les mines de Poullaouen et de Huelgoat ont fourni de beaux cristaux de blende noire ou d'un brun rouge foncé. Dans l'une et l'autre de ces mines, on a trouvé des cristaux appartenant aux deux types dodécaédrique et tétraédrique. La collection du Muséum renferme de jolis tétraèdres $\pm 1/2\ a^1$ avec parfois p (fig. 7 à 9),

b^1 (fig. 19) isolés ou sur gangue ; leurs faces et leurs angles sont parfois arrondis. Les cristaux dodécaédriques sont souvent très groupés et

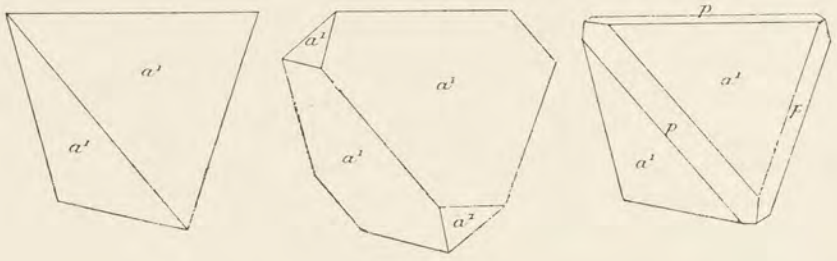


Fig. 7 à 9.
Blende de Poullaouen.

alors d'une interprétation difficile ; les plus nets reposent sur la galène ; ils correspondent aux formes représentées par les figures 1, 2 et 5.



Fig. 10.
Blende lamellaire et quartz concrétionnés. Huelgoat.
(*Photographie réduite de moitié*).

La fig. 10 représente un échantillon concrétionné de blende lamellaire et de quartz de Huelgoat.

Anjou. — *Maine-et-Loire*. La blende en petits tétraèdres bruns se trouve avec fluorine dans les filons de quartz qui traversent les schistes de la Gravelle près Trélazé.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Les filons de galène d'Ar et d'Anglas près des Eaux-Bonnes ont fourni une grande quantité de blende brune lamellaire. (Voir à *galène*).

Des cristaux de blende n'ont été que rarement trouvés dans ce gisement. Grâce à l'obligeance de M. Braly, j'ai pu cependant étudier quelques beaux échantillons de blende noire donnant des clivages qui mesurent jusqu'à 3^{cm} de plus grande dimension ; les gros cristaux présentent toujours des macles extrêmement polysynthétiques avec les formes $\pm$ 1/2 a^1, p b^1 et parfois 1/2 a^3. Quand l'octaèdre seul se rencontre, les cristaux ont la forme de la macle des

spinelles (fig. 11). Ils sont associés dans des géodes à des cristaux de quartz, à de la calcite, de la ripidolite, de l'harmotome. Tous ces minéraux sont contemporains de la blende qui les englobe ou qu'ils recouvrent ; il y a aussi de petits mamelons postérieurs de smithsonite.

Des recherches ont été faites sur un filon de blende situé à Bartèque en Laruns, au milieu de calcaires dévoniens. Son remplissage consiste en calcite, blende et galène ; celle-ci a quelquefois 0 m 40 d'épaisseur alors que, dans d'autres cas, elle forme des rognons dans le calcaire. Il existe des veines de pyrite disséminées dans le calcaire du toit et du mur du filon. On a trouvé aussi des veines de quartz et de panabase.

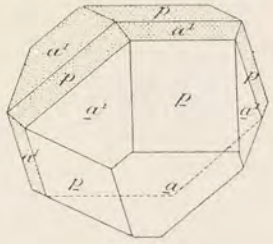


Fig. 11.
Blende. Macle suivant a^1.

La blende en très beaux cristaux transparents jaune citron ou rouge hyacinthe a été trouvée autrefois dans les filons cuprifères de Baigorry et particulièrement dans celui d'Oudarolles (Dietrich. *Descr. gîtes min. Pyrénées*. 489. 1876) ; (Charpentier, *op. cit.*, 365). Elle était accompagnée de panabase, de chalcopyrite et englobée par du quartz. La blende se trouve accessoirement dans les autres mines de la vallée de la Nive et de celles de la Bidassoa (voir à *sidérose*).

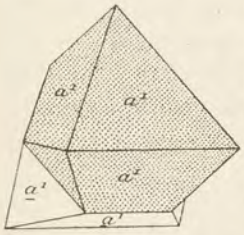


Fig. 12.
Blende. Macle suivant a^1 (111). (*Macle des spinelles*).

Hautes-Pyrénées. Les filons de Pierrefitte (ou de Coutres), sur la route de Cauterets, et ceux d'Estaing, dont il a été question plus haut, sont très riches en blende brune lamellaire ; c'est dans ce minéral que M. Lecoq de Boisbaudran a découvert le gallium. La blende de Pierrefitte est cadmifère, et je décrirai plus loin les beaux échantillons de greenockite que j'ai recueillis sur elle ; je n'ai trouvé aucun cristal distinct dans les mines de cette région. Elles sont abandonnées depuis peu de temps : la blende accompagne la galène dans le filon de Coumélie et dans divers autres filons des vallées d'Héas et de Gavarnie, ainsi que dans ceux de la Géla en Aragnouet.

Haute-Garonne. La blende a été exploitée avec la galène dans les mines de Melles, de Coume de Ger, de Pale de Raz, d'Uls, d'Argut. Je citerai encore la blende cadmifère du filon de fluorine de Cazarilh

de Luchon, qui, par sa décomposition, donne naissance aux enduits de greenockite connus dans ce gisement.

De petits cristaux rouges de blende transparente ont été trouvés (M. Gourdon) dans le quartz de la mine de manganèse d'Adervielle, dans la vallée de Louron.

[*Val d'Aran*]. Dans le Val d'Aran, la blende accompagne la galène des gisements énumérés dans l'étude de la galène.

Ariège. La blende se rencontre dans les mines de l'Ariège (Sentein, vallée d'Aulus, etc.), sans présenter de particularités intéressantes.

Dans la mine de Cadarcet (Montcoustant), elle se trouve en très grandes lames brunes empâtant parfois la galène, et parfois en gros rhombododécaèdres : de beaux cristaux transparents de blende ont été signalés par Mussy dans les filons d'hématite et de pyrite de Ferrières de Foix.

La blende recouverte de greenockite a été trouvée accidentellement avec galène dans des amas de sidérose de la mine de Rancié près Vicdessos.

Corbières. — *Montagne-Noire. Aude. Hérault.* Voir à *galène*. Une seule mine de cette région est intéressante au point de vue de la blende, c'est celle de la Caunette, à 14 kilomètres de Carcassonne (voir page 499); elle se trouve surtout dans les filons cuprifères, elle y renferme de 320 grammes à 1 kilogr. 280 d'argent à la tonne. Elle se rencontre aussi dans les filons plombifères qui coupent les premiers.

Cévennes. — *Gard*. Voir à *galène*.

La collection du Muséum possède un joli échantillon de quartz de Saint-Martin près Alais, supportant de nombreux cristaux rouges transparents de blende. Ils se rapprochent du type dodécaédrique, mais leurs faces sont trop courbes pour pouvoir être mesurées.

Tarn. Les filons à gangue calcaire de Peyrebrune (en Montredon-Labessère et en Lieux-Lafenasse) près Réalmont (voir à *galène*), sont riches en blende ferrifère associée à de la galène. Elle est généralement engagée dans de la calcite ou de la sidérose ; les cristaux sont abondants, généralement très maclés, mais rarement très nets. J'y ai observé les formes suivantes : b^1 (forme dominante, avec ou sans $1/2\ a^1$, p (fig. 1, 2, 11), a^3.

J'ai recueilli dans ce gisement les curieux échantillons de galène en trémies cubiques dont il a été question plus haut. Ils sont empâtés dans de la blende, se transformant en smithsonite jaune. Quand on détermine un clivage cubique de la galène, on voit celle-ci former des groupes cristallitiques au milieu de la blende concrétionnée qui rappelle par sa structure, mais en petit, les échantillons bien connus de Welkenraedt (fig. 13).



Fig. 13.

Blende concrétionnée, englobant des trémies de galène. (*Photographie grossie trois fois*).

Aveyron. La blende se rencontre dans les filons de galène étudiés plus haut. Ceux du district de Villefranche (le filon de la Beaume est seul exploité aujourd'hui) paraissent surtout riches à ce point de vue. Ils fournissent des géodes de blende brune ferrifère dans lesquelles se trouvent quelquefois des cristaux atteignant 1 ^{cm} ; c'est le type dodécaédrique qui y domine avec ou sans p, $\pm 1/2\ a^1$ et $1/2\ a^3$; les macles sont fréquentes.

Lozère. La blende accompagne la galène dans un grand nombre de filons de la Lozère (voir page 485), et notamment dans ceux de Mazimbert près Villefort; elle s'y trouve avec pyrite, chalcopyrite, calcite, barytine, quartz.

Ardèche. Le filon de galène de l'Échelette, à Theys, a fourni d'assez jolis cristaux jaunes transparents de blende (type dodécaédrique) et des masses écailleuses du même minéral associées à des cristaux de galène et à de la barytine.

La mine de Largentière renferme aussi de la blende, associée à de la galène. Son altération donne naissance à des efflorescences de *goslarite*.

Haute-Loire. Voir à *galène*. La blende brune accompagne la stibine dans les filons de Lubilhac ; elle est postérieure à ce minéral et recouvre souvent le quartz dont elle enveloppe les cristaux.

Cantal. Corrèze. Voir à *galène.*

Charente. Sur la bordure du Plateau Central, la blende se trouve en grandes lames ferrugineuses dans les divers gisements de galène des environs de Confolens. La collection du Muséum possède un petit morceau de blende concrétionnée cadmifère (schalenblende), tout à fait identique, comme structure, à l'échantillon représenté par la figure 3. Au Grand Neuville près cette ville, s'observent, dans le granite, des filons de quartz contenant une blende à très grandes lames dans laquelle ont été signalées des traces de platine. A Alloue, ce même minéral se trouve aussi en tétraèdres nets (voir à *galène*).

Puy-de-Dôme. La blende se trouve dans les gisements de galène cités page 487, mais elle est particulièrement abondante à Pranal près Pontgibaud en masses lamellaires ou en cristaux d'un brun rouge. Les cristaux, parfois de grande taille, sont généralement peu nets par suite des groupements irréguliers. J'ai cependant recueilli de petits cristaux nets appartenant au type dodécaédrique et offrant souvent $1/2\ a^1$ avec des macles polysynthétiques.

Loire. Voir page 488. La blende est particulièrement abondante dans les filons de Saint-Julien-Molin-Molette et de Pont-la-Terrasse.

Rhône. Parmi les filons quartzeux plombifères du Beaujolais qui tous renferment de la blende, il y a lieu de faire une mention spéciale pour celle de Poule, de Monsols, de Chenelette, et surtout pour celle de Propières, qui a une teneur élevée en cadmium (voir page 524). Elle forme parfois des dodécaèdres avec ou sans $1/2\ a^1$, mais le plus souvent, elle se rencontre en masses lamellaires d'un jaune brun rougeâtre engagées dans le quartz.

La blende se trouve mélangée à la pyrite et à la chalcopyrite de Sain Bel et Chessy, à la pyrrhotite de Quincié, etc.

Saône-et-Loire, Allier, Cher, Nièvre. Voir à *galène.*

Vosges. — [*Lorraine*]. La blende lamellaire constitue avec la galène un accident minéralogique des filons d'hématite de la plaine de Creutzwald.

[*Alsace*]. Les filons d'Urbeis, de Lalaye, du Katzenthal près Lembach (avec calamine), de Thann (gros cristaux p, $\pm 1/2\ a^1$ avec macles polysynthétiques) peuvent être cités comme gisements de blende, accompagnant la galène.

La blende s'est trouvée accidentellement dans la plupart des filons argentifères de Sainte-Marie-aux-Mines, en masses lamellaires ou en cristaux transparents jaunes ou noirs appartenant au type rhombododécaédrique avec ou sans p, a^1, a^3 (311) ; les macles y sont fréquentes. L'argent natif, la panabase, les argents rouges sont associés à cette blende qui est engagée dans la calcite ou le quartz.

Dans les filons de galène proprement dits, la blende est lamellaire et d'un brun noir.

De la blende en lames jaune citron a été accidentellement trouvée dans le filon d'hématite de Framont.

Haute-Saône. La blende est l'un des minéraux des filons de Plancher-les-Mines et de Château-Lambert.

Alpes. — *Haute-Savoie et Savoie* (voir à *galène*).

Je citerai seulement ici les anciennes mines des environs de Saint-Jean-de-Maurienne, fermées depuis la fin du siècle dernier (La Tannière de l'Ours, Bonvillard, etc.), qui ont fourni de beaux cristaux ($\pm a^1$, b^1, p), associés à de la mésitite, du quartz hyalin, de la fluorine, de la chalcopyrite et de la galène.

Isère. Les gisements français de blende les plus remarquables par la beauté de leurs cristaux sont ceux de Laffrey. Des filons quartzeux y traversent les calcaires du lias. Souvent la gangue manque complètement et la blende, la galène, en magnifiques cristaux, tapissent des cavités du calcaire. Ces géodes contiennent en outre quelquefois des cristaux de quartz, de dolomie, de calcite, etc.

Il y a trois gisements principaux dont les minéraux ont un cachet spécial.

C'est au Grand Lac de Laffrey que se trouvent les plus beaux cristaux de blende ; ils sont transparents, d'un jaune pâle, d'un jaune d'or, d'un jaune rougeâtre, parfois verts ou noirs. Leurs faces sont très brillantes : ils sont associés à des cristaux de galène.

Ce sont les plus beaux spécimens de blende que j'ai eu l'occasion d'étudier. J'y ai trouvé les deux types dodécaédrique et tétraédrique.

J'ai examiné, notamment, un échantillon de calcaire gris dont les fentes supportent de nombreux cristaux de galène et de blende atteignant 1 centimètre de plus grande dimension. Leurs faces sont extrêmement brillantes et donnent de bonnes mesures ; leur couleur superficielle est noirâtre, mais quand on les

examine de près, on constate qu'ils sont verdâtres et translucides ; leur teinte foncée est due à un nombre considérable d'inclusions aciculaires de stibine. La fig. 14 représente la combinaison la plus simple, constituée par b^1 (110) et $+ 1/2\ a^3$ [χ (311)] ; ces deux formes ne manquent jamais, elles sont parfois accompagnées par de très petites facettes $+ 1/2\ a^1$ [χ (111)] et par des faces plus larges $- 1/2\ a^1$ [χ ($1\bar{1}1$)]. Tandis que le tétraèdre positif a des faces lisses et brillantes, les faces du tétraèdre inverse sont plus larges et portent des stries parallèles à leurs côtés, avec parfois une bordure constituée par $- 1/2\ a^{1/2}$ [χ ($2\bar{2}1$)], $- 1/2\ a^{1/3}$ [χ ($3\bar{3}1$)] et plus rarement $- 1/2\ a^{1/8}$ [χ ($8\bar{8}1$)] et $- 1/2\ a^{2/5}$ [($5\bar{5}2$)] ; les faces du cube sont fréquentes (fig. 15). Dans ces cristaux, les hémitrapézoèdres positifs sont assez fréquents et variés $+ 1/2\ a^{12}$ [χ (12. 1. 1)], $1/2\ a^5$ [χ (511)], $+ 1/2\ a^4$ [χ (411)], $+ 1/2\ a^{7/2}$ [χ (722)] ; ils sont réduits à de petites facettes et n'existent presque jamais complets dans un même pointement ternaire ; ils sont souvent indiqués seulement par des stries, situées entre p et l'extrémité contiguë de $1/2\ a^3$; enfin de petites facettes correspondant à des tétrahexaèdres ne sont pas rares : $b^{5/2}$ (520), $b^{12/5}$ (12.5.0), $b^{3/2}$ (320), $b^{9/7}$ (970), $b^{5/4}$ (540) ; eux aussi sont rarement complets autour d'un même pointement quaternaire. La fig. 16 représente une combinaison de ce genre dans laquelle les hémitrioctaèdres et les tétrahexaèdres ont été représentés complets, les hémitropezaèdres ont été indiqués par des stries afin de ne pas compliquer la figure.

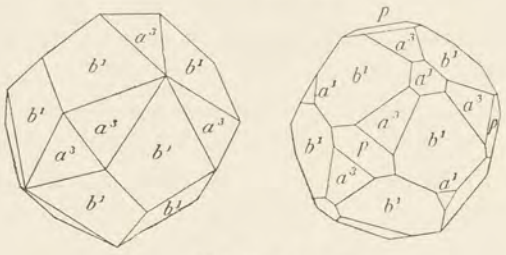


Fig. 14 et 15.

Blende du grand lac de Laffrey.

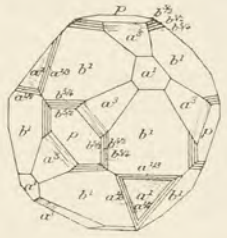


Fig. 16.

Blende du grand lac de Laffrey.

Le type tétraédrique diffère du précédent, qu'il accompagne parfois, par la prédominance du tétraèdre $- 1/2\ a^1$ et par le développement d'hémitrioctaèdres négatifs, alors que les hémitrioctaèdres positifs du type précédent manquent complètement. J'ai observé dans ces cristaux p, b^1, $a^{1/2}$, $- 1/2\ a^1$, quelquefois $+ 1/2\ a^1$; les formes hémiédriques

négatives sont — 1/2 $a^{1/2}$, — 1/2 $a^{1/3}$, plus rarement — 1/2 $a^{3/8}$ [χ ($8\bar{8}\bar{3}$)], — 1/2 $a^{2/5}$ [χ ($5\bar{5}\bar{2}$)] ; 1/2 a^5 [χ ($5\bar{1}1$)], — 1/2 a^4 [χ ($4\bar{1}1$)], — 1/2 $a^{7/2}$ [χ ($7\bar{2}2$)], — 1/2 $a^{9/4}$ [χ ($9\bar{4}4$)], — 1/2 a^2 [χ ($2\bar{1}1$)], — 1/2 $a^{3/2}$ [χ ($3\bar{2}2$)] ; elles sont inégalement distribuées et réduites à de fines facettes striées.

Ces combinaisons se compliquent d'interpénétrations à axes imparfaitement parallèles qui rendent souvent difficile l'interprétation de ces cristaux.

Les deux catégories de cristaux qui viennent d'être décrites présentent des macles fréquentes. Elles sont surtout répétées dans le type tétraédrique et notamment dans des cristaux jaune d'or transparents, englobés souvent seuls dans des géodes de cristaux de calcite en rhomboèdres contournés.

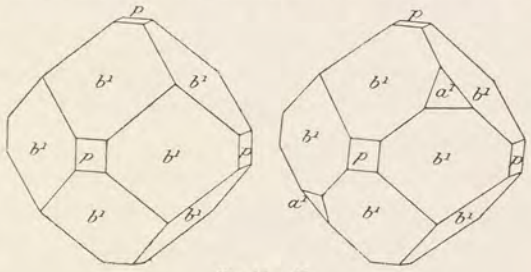


Fig. 17 et 18.
Blende de la Peyrère.

A la Peyrère, les cristaux sont plus gros, d'un jaune pâle : ils sont transparents ou translucides. Le plus souvent une partie au moins de leurs faces sont ternes et recouvertes de smithsonite ; ils sont fréquemment associés à de gros scalénoèdres de calcite laiteuse. Plus rarement, on trouve dans ce gisement des géodes tapissées de rhomboèdres de dolomie avec cristaux de galène, de blende jaune verdâtre recouverts par des aiguilles extrêmement fines de stibine.

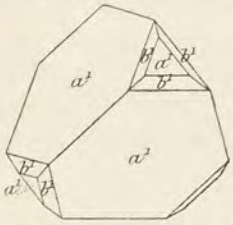


Fig. 19.
Blende de la Peyrère.

Les figures 17 et 18 représentent les formes les plus fréquentes de ces gros cristaux dans lesquels on observe aussi les macles habituelles. J'ai étudié un cristal tétraédrique (fig. 19) ayant plus de 2 centimètres de plus grande dimension.

La collection du Muséum possède un bel échantillon, étiqueté Laffrey, et provenant sans doute de ce gisement, dans lequel les cristaux de blende jaune sont recouverts d'une pellicule de smithsonite mamelonnée, qui n'altère cependant que peu leur forme extérieure. Quand on enlève cette croûte superficielle, on trouve une cavité imparfaitement remplie par la blende corrodée et parfois arrondie : on peut constater que la corrosion se propage le long des clivages dodécaédriques.

Enfin à Longerolle s'est rencontré un filon de blende compacte, finement grenue, jaune d'or ayant l'aspect de résine ; elle se trouve avec galène et bournonite.

La blende se trouve associée à de la smithsonite, à de la panabase, à Saint-Arey et à Prunières (Pellancon).

A la Fayolle en Saint Théoffrey se trouve un filon de blende avec galène, chalcopyrite, limonite, panabase ; il a fourni de jolis cristaux de blende rappelant ceux de Laffrey. Au Grand Roc de Mizoën, il existe un filon de blende à gangue quartzeuse.

De très belles macles clivables de blende transparente jaune d'or ou jaune verdâtre se rencontrent avec cristaux de galène (pa^1) dans les cavités de la sidérose de Saint-Pierre-d'Allevard : je n'y ai pas observé de cristaux distincts.

Dans les mines des environs de Vienne et notamment dans celle de la Poype, la blende est le minéral dominant, engagé dans une gangue de quartz calcédonieux avec galène, barytine, calcite, dolomie, smithsonite. De gros cristaux nets $\pm 1/2\ a^1$ et $b^1(110)$, $+ 1/2\ a^3[\chi\ (311)]$, simples ou maclés, ont été trouvés autrefois dans ce gisement. Drian y a signalé des moules en creux laissés par des tétraèdres de blende, recouverts de quartz et de calcite.

La blende n'a été observée que comme produit accessoire dans les filons argentifères de la montagne des Chalanches. Elle ne s'y trouvait qu'en masses lamellaires rouges, brunes ou verdâtres, accompagnant l'argent natif, la panabase, la galène, etc.

Des cristaux de blende transparents ont été autrefois signalés avec galène dans les mines de Maronne-en-Oisans, dans celles de Theys (avec galène et sidérose), dans celles de Séchilienne (vallée de la Romanche), etc.

Hautes-Alpes. Voir à *galène*.

Drôme. Les filons de Condorcet renferment un peu de blende et de galène associée à de la célestite (voir à *célestite*).

Maures. — *Var*. La blende accompagne la galène, la fluorine, la barytine et le quartz dans la mine de Vaucron près la Garde-Freinet ainsi que dans celle de Faucon l'Argentière près Cogolin (avec fluorine), des Mayons du Luc, de Notre-Dame de Miramas (entre Grimaud et la Garde-Freinet).

La mine des Bormettes, située à l'Argentière, sur le bord de la

mer, non loin d'Hyères, est ouverte sur des filons quartzeux traversant la partie supérieure des schistes cristallins sans pénétrer dans le permien qui les surmonte.

Il existe trois veines inégales souvent accolées, possédant la même minéralisation, mais très irrégulière ; elles sont séparées des épontes par une mince salbande argileuse. (Fonteilles, *Notice sur la mine des Bormettes*, Marseille 1895). Le remplissage est formé par de la blende noire et du quartz avec un peu de galène, de bournonite et de chalcopyrite ; tous ces minéraux sont mélangés entre eux, formant parfois une roche rubanée. La blende, dans les échantillons que je dois à M. Fonteille, est à grandes lames d'un brun noir ; elle renferme de 7 à 8 % de fer et des traces de cadmium.

Les cavités sont extrêmement rares dans ce gisement qui ne fournit pas de cristaux distincts.

Dans le filon exploité à la Rielle en Collobrières, la blende ne renfermant pas plus de 1,14 % de fer est associée à de la galène dominante et à de la bournonite, de la sidérose, de la chalcopyrite.

Algérie. — La blende existe en quantité plus ou moins grande comme élément accessoire d'un certain nombre de filons de galène ou de chalcopyrite d'Algérie cités plus haut. Elle n'y présente d'intérêt minéralogique que dans les gisements suivants :

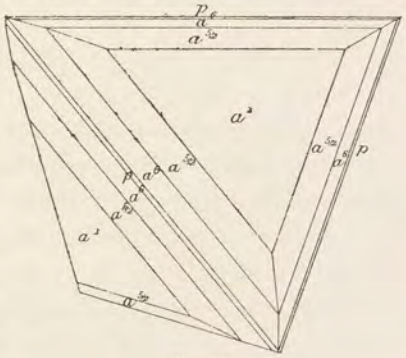


Fig. 20.
Blende d'Aïn Barbar.

Constantine. La mine d'Aïn-Barbar, dans laquelle on exploite la chalcopyrite, a fourni autrefois de magnifiques cristaux de blende noire, atteignant plusieurs centimètres de plus grande dimension ; ils sont constitués par des tétraèdres $1/2\ a^1$, associés aux formes p (100), $1/2\ a^{5/2}$ [χ (522)], $1/2\ a^6$ [χ (611)] et offrant une grande analogie de forme avec la panabase. La fig. 20 empruntée à la description de la collection de Strasbourg par M. Groth représente les formes habituelles de ces remarquables cristaux.

Les mines de Sidi-Kamber (35 kilomètres O., 34°S de Philippeville) ont fourni de beaux échantillons de blende globuleuse, recouverte de

petits cubes de galène. Ils se trouvent dans les cavités de la sidérose avec des cristaux de barytine (*pm*). Ces globules de blende atteignant la grosseur d'une noisette dans les échantillons que j'ai examinés, rappellent en petit les nodules de Pontpéan. Ils en diffèrent par leur structure intérieure qui est lamelleuse et non fibreuse.

Les filons de Kef-Oum-Theboul renferment une très belle blende à grandes lames brunes, parfois associées à une variété fibreuse du même minéral dont j'ai constaté la monoréfringence ; les minéraux qui accompagnent la blende sont la chalcopyrite, la pyrite, la galène, etc.

Alger. De beaux cristaux de blende jaune ou brun clair, transparents ou translucides ont été rencontrés dans les mines des environs de Tenès ; ils recouvrent la chalcopyrite et sont parfois enduits d'un mince vernis doré de ce minéral. Ils présentent surtout les formes $\pm 1/2\,a^1$ et b^1 et sont généralement riches en macles polysynthétiques.

Nouvelle-Calédonie. — La blende accompagne la galène dans les gisements de la vallée du Diahot et notamment à la mine Mérétrice (voir à *galène*). Les échantillons que j'ai eus entre les mains ne présentent aucun cristal distinct, mais sont constitués par des masses lamellaires ou finement grenues.

b) *Amas calaminaires*.

Je place ici toute une série de gisements qui sont intermédiaires entre les filons proprements dits et les gîtes d'imprégnation d'assises sédimentaires. Ils se trouvent, en France, particulièrement dans le lias, mais on les rencontre jusque dans l'oxfordien ; et en Algérie, dans le crétacé. Ils seront décrits en détail à l'article *smithsonite*, ce minéral étant leur substance caractéristique.

Cévennes. — *Gard*. Au nord d'Alais, sur la rive gauche du Gardon, dans les environs de Clairac, des filons de blende brune avec mouches de galène et de smithsonite se trouvent dans les calcaires siliceux du lias. A Clarpon près Bessèges, la blende est mélangée de smithsonite. L'exploitation de toutes ces mines est rendue difficile par l'abondance de la barytine et de la pyrite ; le gisement passe aux gisements pyriteux qui seront décrits plus loin.

A Cendras près Alais, la blende n'est qu'un accident dans un gisement surtout formé par de la calamine : c'est dans cette localité qu'ont

été trouvés autrefois les cristaux de bournonite dont il sera question plus loin.

De nombreux filons se rencontrent près du Mas d'Etzas, non loin de Saint-Félix de Pallières; ils percent les calcaires du lias reposant sur des quartzites en contact avec le granite; leur remplissage est constitué par de la blende, de la galène, de la pyrite et de la smithsonite.

La zone la plus riche se trouve aux environs de Saint-Laurent-le-Minier (Fons, Avinières, Bouillans, Mas Rigal, Mandesse, Coste Durfort (blende lamellaire jaune d'or), et surtout les Malines, la seule mine en active exploitation aujourd'hui. Ce dernier gisement consiste en filons ou amas de smithsonite avec galène, blende, etc.).

La blende est jaune orangé ou brune. C'est dans les cavités d'une blende brune, finement grenue, tapissée de cristaux de calamine que se trouvent les beaux cristaux de soufre dont il a été question plus haut. La blende des Malines renferme jusqu'à 19 % de fer.

Alpes. — *Drôme*. Le gîte de Merglon (montagne de Piémart, en face Châtillon en Diois, sur la rive gauche du Bez, affluent de la Drôme) se trouve dans les calcaires et les marnes oxfordiennes. Les filons sont constitués par de la calcite et de la smithsonite avec de la galène et de la blende accessoires.

Plateau Central. — *Ardèche*. Le gisement de Saint-Cierge est analogue au précédent.

Algérie. — Les gisements calaminaires d'Oran et de Constantine (voir à *smithsonite*) renferment presque exclusivement de la smithsonite avec parfois de la calamine. La blende n'est abondante que dans ceux du département d'Alger.

Alger. Les mines des environs de l'Arba (R'Arbou et Sakamody, etc.) et de Palestro (Guerrouma) se trouvent dans les schistes cénomaniens (R'Arbou), ou le sénonien ; la gangue est calcaire à R'Arbou, constituée par de la sidérose et de la barytine à Sakamody. La blende forme dans ce gisement des lentilles massives, souvent très pures, parfois mélangées à un peu de galène, de smithsonite et de cérusite, ainsi qu'aux débris des terrains encaissants qu'elle cimente. M. Gentil a trouvé quelques cristaux de blende ($p\,b^1$, avec les faces p dominantes), associés à de la galène et de la cérusite dans le gîte calaminaire de l'Ouarsenis.

Tunisie. — Il existe en Tunisie d'assez nombreux gisements cala-

minaires dont le minerai principal est la smithsonite, mais qui renferment aussi de la blende abondante ou accidentelle. Les gisements suivants ont fait l'objet de demandes de concession :

Djebel Bou-Jaber (30 km. E. de la gare de Morsott) ; Djebba (24 km. S.-E. de Souk-el-Kemis) ; Kanguet-el-Tout (30 km. au N. de Béja) ; Sidi-Ahmet (40 km. de Béja) ; Zaghouan (60 km. au S. de Tunis) ; El-Akhouat (32 km. S.-O. de Teboursouk) et enfin Djebel-Reças (25 km. S.-E. de Tunis). Ce dernier gisement a été étudié par M. Stache (*Verhandl. k. k. geol. Reichs. Wien.* 1876. 56) qui y a signalé les minéraux suivants : blende, galène, voltzite, smithsonite et calamine, willemite, kapnite, zincite, hydrozincite.

2° *Dans les terrains sédimentaires.*

Dans les gisements qui suivent, la blende se trouve en très petite quantité, souvent associée à la blende et à la pyrite : elle ne constitue qu'un accident minéralogique intéressant.

a) *Dans les assises paléozoïques.*

Flandre. — *Nord*. Des masses de blende d'un jaune de miel rougeâtre, atteignant parfois la grosseur du poing, se rencontrent dans les géodes du calcaire frasnien de la carrière du château Guillard en Trélon ; ce minéral est accompagné de pyrite et de galène cubiques (Cayeux. *Ann. Soc. géol. Nord.* XIX. 89. 1891). La blende se trouve avec pyrite en dodécaèdres maclés et interpénétrés dans les fissures des roches de la formation houillère des mines d'Anzin (Saint-Mark).

Artois. — *Pas-de-Calais*. La blende a été trouvée en concrétions mamelonnées dans un calcaire gris des environs d'Arras (Brongniart. *Minéralogie*. II. 143. 1807).

Plateau Central. — *Loire*. La blende accompagne la galène et la barytine cristallisée dans les rognons de fer carbonaté des mines de houille du Treuil près Saint-Étienne.

Saône-et-Loire. De petits cristaux [b^1 (110), 1/2 a^1 (111)] ont été trouvés avec pyrite dans les fentes des schistes houillers d'Igornay.

Vosges. — [*Alsace*]. De petits grains de blende ont été rencontrés dans les grès houillers de Lalaye.

Haute-Saône. Des mouches de blende se trouvent dans les nodules de fer carbonaté lithoïde du houiller de Ronchamp et de Champagney.

b) *Dans les formations secondaires.*

Plateau Central. — *Rhône et Ardèche*. La blende forme des mouches dans le lias du Mont d'Or lyonnais, dans celui d'Arches près Saint-Fortunat (*Ardèche*) (Drian, *op. cit.*, 515).

Saône-et-Loire. J'ai recueilli autrefois dans les carrières de calcaire liasique de Génelard des échantillons de galène, de blende vitreuse jaune (b^1) et de pyrite dans des nodules ligniteux, riches en calcite cristallisée.

[*Lorraine*]. La blende se trouve avec célestite et pyrite dans les fentes des septarias des marnes liasiques de la Moselle et notamment à Grimont. On la trouve aussi dans le minerai de fer oolithique.

Vosges. — [*Alsace*]. Daubrée a signalé (*Desc. géol. Bas-Rhin*. 411) l'existence de petits cristaux de blende d'un rouge grenat dans l'argile verte formant la gangue du minerai de fer pisolitique de Neubourg en Danendorf et sur les pisolites eux-mêmes.

Jura. — De petits cristaux b^1 rougeâtres transparents de blende se rencontrent dans des calcaires ferrugineux en amont de Montaigu et dans l'intérieur même de leurs fossiles aux Piards, à Chevry, à Saint-Romain de Roches (Ogérien. *Hist. nat. Jura*. I. 318).

c) *Dans les assises tertiaires.*

Bassin de Paris. — *Seine*. La blende a été trouvée, en petits cristaux associés à de la galène, dans l'argile plastique des environs de Paris (Meudon, Auteuil, etc.).

Oise. La blende en très jolis cristaux bruns transparents ou translucides tapisse les fentes de l'argile ligniteuse de Mirancourt près Noyon : les formes dominantes sont b^1 et $1/2\ a^1$ avec de fréquentes macles polysynthétiques.

Vosges. — [*Alsace*]. Dans la collection que Daubrée a léguée au Muséum, j'ai trouvé de jolis petits cristaux du même minéral, implantés dans les fentes d'une argile bleuâtre de Mietesheim ; c'est proba-

blement celle dans laquelle ce savant a indiqué (*Desc. géol. Bas-Rhin.* 202) de petits lits de lignite et de la pyrite et qu'il attribue à l'éocène.

3° *Dans les fentes des roches éruptives.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* La blende accompagne la galène dans les fentes des granulites des environs de Nantes, à Miseri, à Barbin, à Chantenay (carrière du petit Saint-Joseph) ; elle y forme de petits cristaux d'un brun rouge, parfois très nets, b^1 (110), 1/2 a^1 simples ou maclés.

4° *Dans les cipolins et les calcaires paléozoïques.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* De la blende brune en masses clivables ou en mouches se rencontre dans le massif du pic du Midi de Bigorre et notamment au-dessous de l'Observatoire dans les calcaires paléozoïques métamorphisés par la granulite. Elle est surtout fréquente dans les calcaires, entièrement silicatés et transformés en agrégats cristallins de grossulaire et de diopside.

Ariège. Les cipolins des gneiss de Mercus et d'Arignac, dans lesquels j'ai rencontré une si grande quantité de minéraux intéressants (voir à *humites*), renferment par places de la blende brune lamellaire, de la galène et de la pyrite associées notamment à de la phlogopite. C'est dans la carrière de Mercus que j'ai trouvé ces sulfures en plus grande quantité. Ils sont régulièrement distribués dans le calcaire, comme les minéraux métamorphiques.

ALABANDITE.

Mn S

Cubique, tétraédrique.

Macles. Macle des spinelles.

Formes observées. a^1 (111).

Faciès. L'alabandite se trouve soit en cristaux nets, soit en masses granulaires ou massives.

Clivages. Clivage cubique parfait. Cassure inégale. Fragile.

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3,95 à 4.

Coloration et éclat. Noir de fer, se ternissant rapidement à l'air et devenant brun. Poussière verdâtre.

Composition chimique. La composition théorique est la suivante :

S.....	36,9
Mn	63,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, le minéral n'est pas modifié ; dans le tube ouvert, il donne un dégagement d'acide sulfureux. Sur le charbon, après grillage l'alabandite est transformée en oxyde qui donne les réactions colorées du manganèse. Soluble dans l'acide chlorhydrique, même étendu, avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Le seul gisement français d'alabandite se trouve à Adervieille (vallée du Louron). M. E. Bertrand l'y a trouvé en petits cristaux noirs associés à la diallogite et à la friedelite. Dans les échantillons que j'ai examinés, l'alabandite est englobée dans la diallogite. Comme celle-ci, elle résulte de l'altération superficielle d'un gîte profond de rhodonite (voir à *friedelite*, t. I, p. 302) ; elle se présente aussi en masses de plus ou moins grande dimension, possédant un clivage cubique des plus nets.

GROUPE DE LA WURTZITE

Le groupe de la wurtzite comprend deux minéraux isomorphes, hexagonaux et hémimorphes, qui sont :

Wurtzite.....	Zn S
Greenockite.....	Cd S

On peut rapprocher de ce groupe la *voltzite* (Zn^5S^4O), qui, au point de vue chimique, est une wurtzite ($Zn^5 S^5$) dont une partie du soufre

est remplacée par de l'oxygène (voir plus loin). L'examen optique montre que le minéral est uniaxe et positif comme la wurtzite. La voltzite n'a pas encore été rencontrée en cristaux distincts.

WURTZITE

Zn S

Hexagonale hémimorphe.

$$b : h = 1000 : 817{,}47$$
$$[a : c = 1 : 0,\ 81747 \quad \text{(Friedel)}]$$

Formes et faciès. Les cristaux de wurtzite sont hémimorphes comme ceux de la greenockite ; dans les gisements français, ce minéral se présente non en cristaux distincts, mais en masses fibreuses (*spiautérite*).

Clivages. Dans les cristaux, il existe des clivages faciles suivant h^1 $(11\bar{2}0)$, et un clivage difficile suivant p (0001). Dans les masses fibreuses que j'ai observées, c'est le clivage p qui me semble le plus facile.

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3,98 à 3,919.

Coloration et éclat. Noir brunâtre. Éclat résineux, Poussière brune.

Propriétés optiques. Pléochroïsme. Uniaxe positif : la biréfringence est peu élevée. Les fibres de wurtzite sont constituées par des lamelles aplaties suivant la base ; leur section est par suite de signe toujours négatif. Elles sont faiblement pléochroïques dans les teintes jaunes, avec maximum d'absorption suivant n_p.

Composition chimique et essais pyrognostiques. Comme la blende, mais plus facilement attaquée par l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. La forme des cristaux distincts est caractéristique du minéral ; les propriétés optiques seules peuvent permettre de distinguer la wurtzite fibreuse de la blende quand celle-ci possède la même structure.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La wurtzite se rencontre dans les filons argentifères et zincifères ; elle y accompagne la blende. Elle constitue une partie des variétés

de blende fibreuse désignées sous le nom de *schalenblende*, celle notamment dont les fibres sont larges et écailleuses (*spiautérite*) : elle est parfois intimement associée à de la blende fibreuse.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* La wurtzite fibreuse a été signalée à Ponpéan par M. Groth d'après un échantillon de la collection de Strasbourg (*op. cit.*). Les très nombreux échantillons de sulfure de zinc fibreux de ce gisement que j'ai eu l'occasion d'examiner, sont monoréfringents et constitués par de la blende fibreuse. (voir page 526).

GREENOCKITE

Cd S

Hexagonale, hémimorphe.

$$b : h = 1000 : 810{,}91.$$
$$[a : c = 1 : 0{,}81091. \text{ (Mügge)}]$$

Faciès. La greenockite ne se rencontre dans aucun gisement français sous la forme de prismes hexagonaux hémimorphes, si caractéristiques des cristaux de ce minéral ; on l'y trouve exclusivement en enduits pulvérulents.

Clivages. Les cristaux se clivent assez facilement suivant h^1 $(11\bar{2}0)$, très imparfaitement suivant p (0001).

Dureté. 3 à 3,5.

Densité. 4,9 à 5.

Coloration et éclat. Jaune citron, jaune d'or, jaune orangé, jaune de bronze. Les cristaux ont un éclat adamantin et résineux. Les enduits sont terreux. La poussière des cristaux varie du jaune orangé au rouge brique. Transparente ou translucide. Les enduits sont opaques.

Propriétés optiques. Uniaxe et positif.

$$n_p = 2{,}688 \text{ (Miller)}.$$

Composition chimique. La composition théorique est la suivante :

S..... ..	22,3
Cd.....	77,7
	100,0

Essais pyrognostiques. La greenockite devient d'un rouge carmin

quand elle est chauffée fortement dans le tube fermé, puis revient à sa couleur primitive en refroidissant. Dans le tube ouvert, elle dégage de l'acide sulfureux.

Sur le charbon, au feu réducteur, la greenockite donne l'enduit brun rouge caractéristique du cadmium.

Soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

Diagnostic. La belle couleur jaune de la greenockite et ses réactions pyrognostiques constituent les caractères distinctifs de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

On sait que les cristaux de greenockite ont été trouvés dans les fissures de porphyrites d'Écosse où ils sont associés à la prehnite.

Dans tous les gisements français, le minéral est le résultat de la décomposition de la blende cadmifère. Quand celle-ci s'altère, le zinc disparaît sous forme de sulfate soluble ou se transforme en calamine ou en smithsonite; le cadmium s'isole sous forme d'enduit jaune de greenockite, recouvrant directement la blende ou se déposant dans les fissures de la gangue. Parfois aussi la greenockite est englobée par les composés zincifères oxygénés (smithsonite, calamine) qu'elle colore en beau jaune d'or.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Les enduits de greenockite ne sont pas rares sur la blende ou le calcaire des mines d'Ar et d'Anglas près des Eaux-Bonnes.

Hautes-Pyrénées. C'est dans les mines de Pierrefite que j'ai recueilli (*B. S. M.* VII. 463. 1884) les plus intéressants échantillons de greenockite que j'ai à citer ici : les enduits de ce minéral y sont plus épais que dans les gisements précédents. La blende de Pierrefitte est par place recouverte d'un enduit régulier de calamine, hérissé de pointements cristallins; ce minéral est parfois extrêmement riche en inclusions de greenockite et possède alors une magnifique couleur jaune d'or. Il est nécessaire d'employer la loupe ou même le microscope pour voir la disposition de ce pigment coloré, distribué suivant des zones concentriques.

Haute-Garonne. De légers enduits de greenockite ont été trouvés

dans le filon de fluorine de la montagne de Cazarilh près Barcugnas (en face la gare de Luchon). Ils proviennent de la décomposition de la blende et se trouvent à la surface des divers minerais et gangues du gisement.

Ariège. J'ai trouvé des enduits de greenockite à la surface de la blende et de ses gangues sur les haldes de l'ancienne mine des Argentières près Aulus : elle existe aussi sous la même forme dans des rognons de galène, de blende et de sidérose, trouvés accidentellement dans la mine d'hématite de Rancié en Sem près Vicdessos.

Plateau Central. — *Dordogne.* La collection du Muséum possède de petits échantillons de blende noirâtre de Saint-Martin-le-Pin près Nontron, qui sont recouverts par un enduit jaune de greenockite.

Rhône. J'ai observé des enduits de greenockite à la surface de la blende cadmifère de Propières.

CINABRE

Hg S

Rhomboédrique, trapézoédrique. $p\,p = 92°37'$

$[a : c = 1 : 1,14526$ (Schabus)]

Macles. Macles avec rotation de 120° autour de l'axe ternaire, se faisant par pénétration ou par accolement suivant a^1 (0001).

Formes observées. a^1 (0001), e^2 ($10\bar{1}0$), p ($10\bar{1}1$).

$$p\,p = 92°37' \qquad p\,a^1 = 127°6'$$

Faciès des cristaux. Le type le plus habituel des cristaux de cinabre est formé par des rhomboèdres. Dans le seul gisement étudié ici qui ait fourni d'une façon certaine des cristaux distincts, ceux-ci sont constitués par des prismes hexagonaux allongés suivant l'axe vertical.

Le cinabre se trouve aussi en masses grenues, compactes ou terreuses.

Clivages. Clivage parfait suivant e^2 ($10\bar{1}0$). Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 2 à 2,5. Un peu sectile.

Densité. 8 à 8,2.

Coloration et éclat. Rouge cochenille, rouge brun à gris de plomb. Éclat adamantin, un peu métallique dans les variétés foncées. Aspect terreux dans les enduits. Poussière rouge écarlate.

Transparent ou opaque.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positif* : le cinabre possède la polarisation rotatoire (Des Cloizeaux) ; les cristaux sont plus souvent gauches que droits, quelquefois on observe les spirales d'Airy, grâce à des pénétrations de deux individus de signe contraire. Les enchevêtrements des cristaux maclés sont souvent très complexes.

$$n_g = 3{,}201 \text{ (Dx)}$$
$$n_p = 2{,}854$$
$$n_g - n_p = 0{,}347$$

Composition chimique. La formule HgS correspond à la composition suivante :

S.....	13,8
Hg	86,2
	100,0

Le cinabre est souvent mélangé à des argiles, des oxydes de fer, des matières bitumineuses, etc.

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, le cinabre donne un sublimé noir de sulfure de mercure ; après addition de carbonate de soude, il fournit un sublimé de mercure métallique. Dans le tube ouvert, il dégage des vapeurs sulfureuses et un sublimé de mercure en gouttelettes. Sur le charbon, il se volatilise, ne laissant que les impuretés dont il était mélangé.

Soluble dans l'acide azotique.

Diagnostic. Les formes, le pouvoir rotatoire et les réactions pyrognostiques ne permettent de confondre le cinabre avec aucun autre des minéraux (argents rouges, etc.) possédant une couleur rouge voisine de la sienne.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Je n'ai à considérer le cinabre que dans les conditions suivantes :

1° Dans des gisements métallifères ;

2° Dans des assises sédimentaires.

Dans des gisements étrangers à la France, le cinabre a été trouvé en outre dans des sources thermales en relation avec des solfatares.

1° *Dans les gisements métallifères.*

a) *Dans des gisements essentiellement mercurifères.*

Le cinabre se rencontre parfois dans des filons où il constitue le minerai principal fréquemment associé à de la pyrite. La plupart de ces filons ont une gangue quartzeuse ; ceux d'Algérie ont une gangue de barytine.

Normandie. — *Manche.* Une mine de cinabre a été exploitée au XVIIIe siècle à Menildot, environ à 1 km. de la Chapelle-en-Juger, près de Saint-Lô. Le cinabre mélangé de pyrite imprègne un filon de quartz ; il existe aussi dans les schistes paléozoïques en contact avec le filon (*J. M.* I. 30. 1794). Je ne crois pas que le minéral ait jamais été trouvé en cristaux ou même en masses cristallines ; les échantillons que j'ai vus sont constitués par du quartz compact imprégné par le cinabre. Cette mine était déjà abandonnée à la fin du siècle dernier ; la dernière reprise a eu lieu en 1730.

Plateau Central. — *Tarn.* Des filonnets de quartz, riches en cinabre, traversent les schistes permiens des environs de Réalmont. Des galeries de recherches ont été notamment creusées sur le bord du ruisseau qui longe la route de Réalmont à Albi, à 800 mètres environ de la sortie du village, ainsi que sur la route de Réalmont à la gare de Laboutarié (à 3 km. du village).

J'ai visité ce gisement sous la conduite de MM. Barbey et Brémond. Le cinabre forme au milieu d'un quartz blanc jaunâtre des masses très cristallines, facilement clivables, translucides sur les bords. Elles recouvrent des cristaux ($1/2\ b^2$) de pyrite transformés en limonite. Je ne doute pas que des cristaux distincts ne se rencontrent dans ce gisement s'il vient à être exploité ; la petite galerie de recherche est actuellement inondée.

Algérie. — *Constantine.* Les filons de cinabre de Ras-el-Ma (à 10 km. S.-O. de Jemmapes) se trouvent dans les grès de l'éocène supérieur (ligurien) ; ils sont riches en barytine et fournissent un cinabre pulvérulent d'un rouge vermillon magnifique.

Le gisement de l'Oued-Noukhal (à 12 km. N.-N.-E. de Jemmapes)

renferme des veines pauvres de cinabre à gangue de barytine, traversant les calcaires liguriens.

Nouvelle-Calédonie. — Des filons de cinabre ont été rencontrés, il y a peu de temps, aux environs de Nakéty, à la mine Fougères et à Bourail. Les échantillons que j'ai examinés et dont l'un d'eux m'a été remis par M. de Limur, consistent en quartz, renfermant du cinabre qui s'isole même dans des géodes; il se trouve en cristaux nets, allongés suivant l'axe vertical et présentant d'ordinaire la combinaison unique a^1 (0001), e^2 ($10\bar{1}0$), rarement avec p ($10\bar{1}1$). Ces cristaux atteignent 4 à 5 millimètres de longueur : leurs faces sont ternes. Le cinabre se trouve aussi en masses grenues, mélangées à de la pyrite ; du mercure natif en gouttelettes s'observe dans ses fentes.

b) *Dans des gisements antimonifères.*

Le cinabre est associé à la stibine de quelques gisements de stibine se présentant dans diverses conditions géologiques (filons quartzeux, roches anciennes ou filons calcaires d'âge postcrétacé).

Corse. — Le cinabre accompagne la stibine des mines du cap Corse, décrites page 456. Il abonde surtout dans le gîte de Pastina en Méria. Ce minéral est intimement associé à la stibine dont il entoure fréquemment les cristaux autour desquels il forme une gaine continue. Il constitue des masses cristallines dépourvues de cristaux géométriquement distincts. Ce cinabre est accompagné de pyrite, de soufre natif, etc. La gangue de ces minéraux est du quartz parfois extrêmement peu abondant.

Je n'ai aucun renseignement précis sur le gisement de Balagna en Occhia (à l'est de Calvi), cité par Nöggerath (*Z. Berg. Hütten preuss. Staat*. XD. 386. 1862) comme fournissant du cinabre très pur.

Algérie. — *Constantine*. Le cinabre se rencontre dans divers gisements antimonifères (voir page 457) du département de Constantine. Il présente, et notamment à Ouled-Ali, à 16 km. N.-N.-O. de Guelma, à Sanza et à Hamimat, au Djebel-Taya près Hammam-Meskoutine, les mêmes particularités qu'au cap Corse. Ce minéral y forme des masses compactes, finement grenues, d'un rouge foncé, qui se présentent, soit disséminées dans le calcaire, soit plus souvent disposées sous forme de gaine autour de cristaux de stibine intacts, ou transformés en stibiconite. Dans les échantillons que j'ai examinés, la croûte de

cinabre, qui peut atteindre près de 0^{cm}, 5 d'épaisseur, est hérissée de pointements cristallins plongeant dans le calcaire ; ils sont formés par de petits rhomboèdres, mais je n'ai pu isoler aucun d'eux.

c) *Dans des gisements cuprifères, plombifères, zincifères.*

Vosges. — *Belfort*. La collection du Muséum possède un vieil échantillon provenant des mines de Giromagny. Il est constitué par de la panabase argentifère renfermant un nid de cinabre en belles lames rouge rubis, très translucides, qui englobent des rhomboèdres blancs d'un calcaire magnésien. Le cinabre de ce gisement est remarquablement beau ; je ne crois pas qu'il ait été signalé jusqu'à présent.

Alpes. — *Isère*. Schreiber a trouvé (*J. M.* IX. 433. 1799), dans la mine des Chalanches des masses cristallines de cinabre renfermant quelquefois de petits rhomboèdres transparents. Ce minéral se trouvait dans des filonnets minces à gangue calcaire ; il était englobé dans de l'asbolane avec argent natif, mercure natif, asbeste.

Le même auteur a étudié les recherches de Pellancon en Saint-Arey (ou Saint-Herey) près Lamure (*op. cit.*, 433), déjà signalées par de Bournon (*J. P.* XXIV. 207. 1784) ; le cinabre pulvérulent s'y trouve dans un calcaire jurassique avec galène et blende. Il n'y a pas de filon à proprement parler, le calcaire est traversé par des veinules de calcite spathique de quelques centimètres d'épaisseur imprégnées de cinabre d'un beau rouge.

A la montagne de Prunières (Combe Guichard, Combe du Merle), située entre Pellancon et Lamure, on a rencontré, dans les mêmes conditions, un peu de cinabre avec de la bournonite, de la malachite, de la blende, de la galène.

Dans les nombreux échantillons de ces gisements que j'ai eu l'occasion d'étudier, le cinabre forme des enduits rouge foncé dans les cavités caverneuses de calcite, de smithsonite ou à la surface de blende et de galène très corrodées.

Algérie. — *Constantine*. Le cinabre se trouve à Taghit (42 km. S., 8° Ouest de Batna), dans la vallée de l'Oued-Abd, au milieu de filons traversant le néocomien et renfermant en outre de la blende et de la galène.

A Bir-Beni-Salah (à 17 km. S. de Collo), une concession a été accordée pour l'exploitation d'un filon de cinabre et de galène traver-

sant les gneiss. Des mouches de cinabre ont été trouvées, avec galène et panabase, dans les calcaires de l'éocène supérieur (ligurien) du Djebel-Greier, à 5 km. E.-S.-E de Jemmapes.

Des indices de cinabre existent aussi au nord-est de Batna, à Sarit et à Chaude-Fontaine.

Alger. Le cinabre se rencontre mélangé à la galène et à la blende dans le gîte de Douar-Gerrouma, situé près de Palestro, dans des calcaires crétacés.

Tunisie. — Des mouches de cinabre et de panabase, accompagnées de chessylite, se trouvent dans des filons de fluorine affleurant au milieu de calcaires jurassiques du Djebel-Oust (contrôle de Tunis).

2° *Dans des formations sédimentaires.*

Je citerai ici les deux gisements suivants, bien qu'ils se trouvent en Belgique, à cause de leur analogie avec celui d'autres sulfures, tels que la galène, la blende, la pyrite, etc., étudiés plus haut ou plus loin.

[**Belgique**]. — Le cinabre en lames ou en grains a été trouvé comme accident rare à Dave, dans la dolomie carbonifère et dans une veine de calcite spathique du calcaire frasnien. M. Césaro l'a rencontré (*Bull. Ac. Belg.* XXX. 56. 1895) au Rocheux en petits rhomboèdres groupés à axes imparfaitement parallèles. Ces cristaux dépassent 1 millimètre; ils sont terminés par a^1 (0001) et sont implantés dans de la barytine. Ils sont superficiellement irisés; ils présentent parfois la macle suivant a^1.

COVELLITE

Cu S

Hexagonale (rhomboédrique ?).

$$b : h = 1000 : 114{,}66.$$
$$[a : c = 0{,}11466 \text{ (Kenngott)}]$$
$$p\ b^1 = 127°4'$$

Formes et faciès. La covellite n'existe pas en cristaux dans les gisements français; elle ne s'y rencontre qu'en masses compactes.

Clivages. Clivage a^1 (0001) facile, donnant des lames minces flexibles

Dureté. 1,5 à 2.

Densité. 4,59 à 4,64.

Coloration et éclat. Bleu indigo, parfois presque noir. Les cristaux ont un éclat métalloïde, un peu gras, nacré sur les lames de clivage, un peu résineux ou terreux dans la cassure. Poussière d'un gris noir à noir opaque.

Composition chimique. La formule CuS correspond à la composition suivante :

S.....	33,6
Cu	66,4
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, donne un sublimé de soufre. Dans le tube ouvert, dégage des vapeurs sulfureuses. Au chalumeau, brûle avec une flamme bleue, en dégageant une odeur sulfureuse, puis fond en un globule de cuivre.

Avec les acides, se comporte comme la chalcosite (voir p. 513).

Diagnostic. Les réactions dans le tube fermé et la façon dont la covellite se comporte sur le charbon permettent de distinguer ce minéral de la chalcosite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La covellite se rencontre dans un très grand nombre de gisements cuprifères et plombifères ; elle résulte de l'altération de la chalcopyrite, de la chalcosite, etc. Elle est parfois intimement mélangée à celle-ci (*digenite* de Breithaupt).

Quelques-uns des gisements énumérés à l'article *chalcopyrite* et beaucoup des mines de galène renfermant accessoirement de la chalcopyrite, contiennent de la covellite sous forme d'enduits.

Aucun gisement français ne mérite, à ce point de vue, une mention spéciale pour la beauté des échantillons de covellite qu'ils fournissent, sauf toutefois les deux suivants :

Plateau Central. — *Rhône.* La covellite a été trouvée à Chessy en beaux échantillons irisés.

Nouvelle-Calédonie. — La covellite, d'un bleu indigo, accompagne l'érubescite, la chalcosine, la chalcopyrite dans la mine Pilou (voir à *chalcopyrite*) ; elle y forme de beaux échantillons de collection.

GROUPE DE LA MILLERITE

Les minéraux de ce groupe sont hexagonaux ou rhomboédriques et présentent des paramètres voisins. Ce sont les suivants :

Millerite.....	Ni S
Nickelite.....	Ni As
Arite.....	Ni (As, Sb)
Breithauptite.....	Ni Sb
Troïlite.....	Fe S

auxquels on peut ajouter l'espèce suivante :

Pyrrhotite.....	$Fe^{n} S^{m+1}$

MILLERITE

Ni S

Rhomboédrique : $p\,p = 98°43'$

$[a : c = 1 : 0{,}9883$ (Miller)]

Faciès. La millerite se présente en fines aiguilles, parfois groupées en houppes délicates. Ces aiguilles sont souvent capillaires, d'où le nom de *harkise* qui leur a été souvent donné. Elle forme aussi des masses fibreuses à surface mamelonnée.

Clivages. Clivages parfaits suivant $a^{8/5}$ $(10\bar{1}6)$, $a^{4/7}$ $(01\bar{1}6)$, $a^{5/2}(10\bar{1}3)$, et $a^{1/4}$ $(01\bar{1}3)$. Cassure inégale.

Dureté. 3 à 3,5.

Densité. 5,3 à 5,65.

Coloration et éclat. Jaune de laiton, jaune bronze devenant gris et irisé dans les surfaces exposées à l'air. Éclat métallique. Poussière gris noir. Opaque.

Composition chimique. La formule Ni S correspond à la composition suivante :

S.....	35,4
Ni.....	64,6
	100,0

Il existe souvent un peu de cobalt, de cuivre, de fer, remplaçant une proportion équivalente de nickel.

Essais pyrognostiques. Dans le tube ouvert, dégage de l'acide sulfureux. Au chalumeau, fusible en un globule magnétique qui donne, après dépôt de soufre, une perle violette au feu oxydant, grise au feu réducteur (Ni). Le résultat du grillage sur le charbon est magnétique.

Altérations. Se transforme très facilement en morénosite.

Diagnostic. Les caractères extérieurs de la millerite fibreuse peuvent la faire confondre avec la marcasite, mais les essais pyrognostiques rendent facile le diagnostic. La structure capillaire, si fréquente dans la millerite, est très caractéristique de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Dordogne.* Des filons de pyrite ont été exploités dans les contreforts des montagnes du Limousin, à Chabanne en Saint-Romain, non loin de Thiviers. Le gîte renferme des géodes, tapissées de cristaux de calcite dans lesquels M. Barret a trouvé de la millerite (*Géol. du Limousin.* 190. 1892). L'échantillon que je dois à l'obligeance de M. Barret renferme quelques aiguilles capillaires de millerite jaune, excessivement minces, à peine adhérentes à leur gangue calcaire. Elles sont associées à de petits cristaux de pyrite. La millerite paraît avoir été peu répandue dans ce gisement.

[**Belgique**]. — La millerite a été rencontrée dans des géodes de dolomie ferrifère du charbonnage du Hasard, à Micheroux (Firket. *Ann. Soc. géol. Belgique.* 1878, p. cxx) sous forme de longues aiguilles divergentes.

NICKELITE

Ni As

Hexagonale.

$$b : h = 819{,}4.$$

$$[a : c = 1 : 0{,}8194 \text{ (Breithaupt)}]$$

Formes. Dans les gisements français, la nickelite se rencontre exclusivement sous forme de masses, très finement cristallines, ou

même tout à fait compactes. Elle forme aussi des masses réniformes.

Clivages. Pas de clivage. Cassure inégale. Fragile.

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 7,33 à 7,67.

Coloration et éclat. Rouge de cuivre pâle se ternissant par exposition à l'air et prenant alors une teinte grise ou noirâtre. Poussière noire, brunâtre clair. Opaque.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. La nickelite est fréquemment associée à la chloanthite; il n'y a pas entre ces deux minéraux de relation géométrique, mais ils présentent un mode régulier d'association La nickelite concrétionnée est recouverte d'un enduit de chloanthite qui en moule toutes les sinuosités (fig. 1) et qui se termine à l'extérieur par des pointements cristallins. Je n'ai jamais observé une disposition inverse de ces deux minéraux.

Composition chimique. La composition théorique correspond à la formule Ni As donnée en *a*.

Généralement, le minéral renferme un peu de soufre, de fer, de cobalt : souvent il contient de l'antimoine et il se produit alors des passages à la *breithauptite* par l'intermédiaire de l'*arite* sous le nom de laquelle j'ai rangé toutes les variétés renfermant plus de 10 % d'antimoine.

b) Analyse de la nickelite de la mine des Chalanches par Berthier (*A. M.* IV. 467. 1819).

	a	*b*
As.....	56,1	48,80
Sb.....	»	8,00
S.....	»	2,00
Ni.....	43,9	39,94
Co	»	0,16
Fe.....	»	traces
	100,0	98,90

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube fermé, donne un sublimé blanc d'acide arsénieux. Dans le tube ouvert, verdit et donne des vapeurs arsenicales avec des traces de vapeurs sulfureuses dans les variétés contenant du soufre (Chalanches). Sur le charbon, donne les

réactions de l'arsenic et un globule qui fournit les réactions du nickel et des minéraux accessoires qui l'accompagnent. Pour les variétés antimonifères, voir à *arite*.

Insoluble dans l'acide chlorhydrique, soluble dans l'eau régale.

Altérations. La nickelite s'altère superficiellement en se couvrant d'enduits d'un vert pomme constitués par de l'annabergite (*nickelocre* des anciens auteurs) (voir à *annabergite*).

Diagnostic. Voir à *breithauptite*. Les réactions pyrognostiques du nickel et l'absence de magnétisme permettent de distinguer la nickelite de la pyrrhotite qui est plus jaune que ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La nickelite accompagne les minerais d'argent, de cobalt, de cuivre, de zinc, etc. ; elle est souvent associée à de la chloanthite qui, dans les gisements étudiés plus loin, lui est toujours postérieure.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. La nickelite a été trouvée par de Dietrich (*Descr. des gîtes de minerai des Pyrénées*. 340. 1786) en filonnets dans les calcaires paléozoïques de la carrière de Rioumaou (Riémau), sur le bord de la route de Luz à Gavarnie, peu après le pont de Saint-Sauveur. Il est aujourd'hui impossible de trouver en place ce minéral. Les échantillons de la collection du Muséum ont été recueillis par de Dietrich ; ils sont un peu antimonifères. Leur couleur est rouge de cuivre et se distingue bien de celle de l'arite des Basses-Pyrénées qui tire vers le violet.



Fig. 1.

Photographie d'une surface polie d'un échantillon de la vallée de Gistain, montrant la nickelite concrétionnée, moulée par de la chloanthite plus claire. Les parties plus foncées représentent des creux de la surface polie. (*Grossissement de deux fois.*)

La nickelite forme, dans un calcaire très cristallin, de petites veines

ne dépassant pas 6 mm d'épaisseur. Elle est souvent recouverte par de la pyrite et de la chloanthite ou entièrement mélangée à celle-ci. Les mêmes minéraux associés se trouvent aussi disséminés en petits grains dans la calcite. Les échantillons exposés à l'air sont généralement recouverts par de l'annabergite.

[*Aragon*]. Les gisements de la vallée de Gistain qui seront décrits plus loin à l'article *smaltite* renferment aussi de la nickelite concrétionnée et recouverte de chloanthite. La fig. 1 représente un échantillon de ce genre.

Plateau Central. — *Aveyron*. La nickelite a été trouvée en petite quantité dans le filon de la Beaume près Villefranche. Dans les échantillons que j'ai examinés, la structure concrétionnée est très nette; on voit sur les cassures fraîches la nickelite d'un jaune rouge, enveloppée de chloanthite blanche, elle-même englobée par la blende grenue et celle-ci par la sidérose. Ce minéral, découvert en 1868, a été retrouvé en 1876 au 3e niveau de la mine, à 253m d'altitude et à environ 126m au-dessous de l'orifice du puits (Daubrée. *A. M.* X. 532. 1876). Il a été signalé aussi dans la mine de Gourniès.

Puy-de-Dôme. Mossier aurait, d'après Bouillet (*Topog. minér.* 147), trouvé à Pontgibaud la nickelite associée à la smaltite et à la cobaltite.

Jura. — La nickelite a été signalée par Ogérien (*Hist. nat. Jura*. I. 317) dans un filon de la forêt de Frénois.

Alpes. — *Isère*. La nickelite est un des minéraux abondants des filons argentifères de la montagne des Chalanches ; elle se présente généralement sous forme de rognons à cassure compacte, d'un rouge jaunâtre, souvent recouverts par de la chloanthite. L'association des deux minéraux peut être facilement mise en évidence par le polissage des échantillons qui montre la surface arrondie de la nickelite recouverte par la chloanthite, qui pénètre aussi la masse de la nickelite. Les mamelons sont toujours de plus grande taille que dans l'échantillon représenté par la figure 1.

La nickelite de ce gisement se trouvait parfois mélangée d'une très grande quantité d'argent natif. L'analyse *b*) montre qu'elle renferme une quantité très notable d'antimoine et qu'elle établit par suite un passage avec l'arite.

La partie superficielle des rognons de nickelite est souvent recouverte de croûtes mamelonnées vert pomme d'annabergite.

C'est probablement aux dépens de la nickelite que s'est formée l'annabergite signalée par Gueymard dans un filon de blende et de calcite traversant le lias de la Salle en Beaumont (canton de Corps) (rive gauche du ruisseau de la Salle, à 25 mètres de l'église).

Il en est de même pour l'annabergite qu'accompagne l'or natif dans un filon de calcite ferrifère traversant les calcaires liasiques du château de Lamotte-les-Bains (Gueymard. *B. S. M.* XII. 515. 1855).

Je n'ai pas eu entre les mains d'échantillons provenant de ces deux gisements.

BREITHAUPTITE et ARITE

Ni Sb **Ni (As Sb)**

Hexagonales.

$$b : h = 1000 : 858{,}6.$$

$$[a : c = 1 : 0{,}8586 \text{ (Breithaupt}^1\text{)}]$$

Formes des cristaux. Les cristaux de breithauptite et d'arite sont de menus prismes hexagonaux basés ; on ne peut les isoler que par dissolution du calcaire qui les enveloppe ; ils sont plus ou moins cristalliques et arborescents. L'arite forme le plus souvent des masses compactes.

Clivages. Pas de clivages. Cassure conchoïdale et inégale. Fragile.

Dureté. 5,5.

Densité. 7,541 (breithauptite) à 7,19 (arite)

Coloration et éclat. Rouge de cuivre, passant au violet. Les arites sont d'autant plus violettes qu'elles renferment plus d'antimoine.

Éclat métallique très vif. Poussière brun rouge. Opaque.

Composition chimique. La breithauptite pure (Ni Sb) possède la composition théorique *a*. Je range sous la dénomination d'arite tous les types dans lesquels la proportion d'antimoine dépasse 10 %. Ceux

1. Breithauptite.

dans lesquels la composition peut être représentée par la formule Ni (As, Sb) avec As : Sb = 1 : 1 correspondent à l'analyse *b*.

c) et *d*) analyse de l'arite de Balen, par Berthier (*A. M.* VII. 538. 1835) ;

e) Analyse de l'arite de la mine d'Ar, par Pisani (*C. R.* LXXVI. 239. 1873).

	a	*b*	*c*	*d*	*e*
As.....	»	24,0	32,3	33,0	11,5
Sb.....	67,2	38,4	28,0	[27,8]	48,6
Ni.....	32,8	37,6	34,5	33,0	37,3
Fe.....	»	»	1,4	1,4	»
Zn.....	»	»	»	»	2,4
S.....	»	»	2,5	2,8	1,7
SiO^2....	»	»	2,0	2,0	»
	100,0	100,0	100,7	100,0	101,5

Essais pyrognostiques. Dans le tube ouvert, donne des fumées antimoniales (et arsenicales pour l'arite). Sur le charbon, au feu réducteur, le minéral fond, l'antimoine (et l'arsenic dans l'arite) disparaissent, en laissant un enduit blanc. Donne les réactions du nickel. Insoluble dans l'acide chlorhydrique, ce qui permet d'isoler les cristaux par l'action de cet acide sur les gangues calcaires. Dans l'acide azotique, aisément soluble avec résidu blanc d'acide antimonique.

Diagnostic. La couleur de l'arite et de la breithauptite, d'un rouge tirant sur le violet, permet de distinguer au premier abord ces minéraux de la nickelite ; l'action de l'acide azotique permet de déceler l'existence de l'acide antimonique qu'il est facile en outre de mettre en évidence par les essais pyrognostiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. La breithauptite pure n'existe pas en France ; le minéral qui a été désigné par Adam sous le nom d'*arite* (*Tableaux minéral.* 40. 1869), et par M. Pisani (*op. cit.*) sous celui d'*aarite* se trouve à la mine d'Ar (Aar, Are), au-dessus des Eaux-Bonnes. Il accompagne l'argent natif, la dyscrasite, l'ulmannite, la blende, la pyrrhotite, etc., dans de petits croiseurs qui coupent les filons de blende. Le plus généralement à la mine d'Ar, l'arite forme des veinules ou des masses

compactes intimement mélangées à la blende et à l'ullmannite. On trouve cependant dans la blende des veines très riches en arite.

J'ai fait polir un échantillon de ce genre sur lequel on voit très nettement les formes hexagonales de l'arite se détachant sur un fond blanc de calcite.

Plus récemment, des échantillons analogues ont été trouvés dans des tas de minerais extraits des mines d'Anglas au-dessus de Gourette et non loin du premier gisement; l'arite s'y trouve avec les mêmes associations minérales, mais quelquefois aussi on la rencontre dans un calcaire à très grandes lames courbes où elle constitue des cristaux dendritiques tout à fait analogues à ceux d'Andreasberg dans le Hartz. En attaquant par l'acide chlorhydrique ces calcaires, j'ai pu en isoler des associations cristallitiques. Elles sont formées par de petits prismes hexagonaux basés, accolés à axes parallèles, pour former des groupements columnaires, creusés de cavités irrégulières et profondes que remplissait la calcite. Ces cristaux sont aussi associés à de l'ullmannite cristallitique.

L'ullmannite paraît jouer dans les gisements d'arite le même rôle que la chloanthite dans ceux de nickelite.

J'ai vu en activité les mines d'Ar et d'Anglas, il y a cinq ans; elles sont actuellement abandonnées.

C'est probablement du gisement d'Ar que proviennent les premiers échantillons qui furent analysés par Berthier (analyse *b*) et indiqués par lui comme venant de Balen, localité dont le nom ne se trouve sur aucune carte; peut-être est-ce un ancien nom de quartier de montagne de cette région ?

TROILITE et PYRRHOTITE

Fe S **Fe$_n$ S^{n+1}**

Hexagonales.

$$b : h = 1000 : 870{,}1.$$

$$[a : c = 1 : 0{,}8701 \text{ (G. Rose)}]$$

Formes observées. p (0001); m (10$\bar{1}$0), h^1 (11$\bar{2}$0); a^1 (11$\bar{2}$1); b^1 (10$\bar{1}$1), $b^{1/2}$ (20$\bar{2}$1).

Macles. Macles suivant b^1 $(10\bar{1}1)$ avec axes verticaux des cristaux presque à angle droit.

Les angles suivants ont été mesurés par G. Rose sur la pyrrhotite extraite de la météorite de Juvinas.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés
$p\ a^1$	119°53′		$b^{1/2}\ a^1$	153°24′
$p\ b^1$	134°52′		*$b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur a^1	126°49′
$b^1\ b^1$ sur m	90°16′			
$b^1\ b^{1/2}$	161°19′	160°54′	$b^2\ b^1$ adj.	138°30′
$p\ b^{1/2}$	116°27′	116°57″		
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur m	127° 6′		$a^1\ a^1$ sur $b^{1/2}$	128°38′

Faciès. Les cristaux de pyrrhotite sont des prismes hexagonaux plus ou moins modifiés, allongés suivant l'axe vertical ou aplatis parallèlement à la base ; ils sont rares. Le minéral se présente le plus souvent en masses compactes à structure plus ou moins grenue.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. Voir page 565.

Clivages. Clivage basique, parfois très net. Clivages difficiles suivant h^1 $(11\bar{2}0)$. Cassure inégale ou imparfaitement conchoïdale.

Dureté. 3.5 à 4,5. Fragile.

Densité. 4,58 à 4,64 ; 4,75 à 4,82 (troïlite).

Coloration et éclat. Jaune de bronze, rouge de cuivre, se ternissant à l'air en brunissant. Poussière noir grisâtre foncé.

Propriétés magnétiques. La pyrrhotite est magnétique, mais d'une façon très inégale suivant les échantillons. Quelques-uns d'entre eux sont magnétipolaires.

Composition chimique. La formule de la pyrrhotite est douteuse ou tout au moins ne paraît pas constante ; elle est toujours cependant de la forme $Fe^n\ S^{n+1}$. Les analyses conduisent à des rapports variant de $Fe^5\ S^6$ à $Fe^{16}\ S^{17}$. Les nombres suivants correspondent à la formule $Fe^{11}\ S^{12}$, qui représente la composition la plus habituelle.

S.....	38,4
Fe.....	61,6
	100,0

La pyrrhotite renferme parfois une petite quantité de nickel et de cobalt.

La composition des minéraux analogues à la pyrrhotite que l'on trouve dans les fers nickelés et dans les météorites pierreuses n'est pas moins variable. Ceux des météorites pierreuses se rapprochent de la formule $Fe^n S^n + 1$, tandis que ceux des holosidères sont voisins de la formule Fe S, on les désigne généralement sous le nom de *troïlite*. La composition théorique correspondant à cette formule est la suivante :

S.....	36,4
Fe.....	63,6
	100,0

Les différences de composition entre la pyrrhotite et la troïlite sont peu considérables ; les difficultés de purification et d'analyse sont assez grandes pour laisser douteuse la question de savoir si ces deux espèces sont identiques ou distinctes, elle a été récemment discutée par M. Cohen (*Meteoritenskunde*). La forme des deux minéraux étant la même, je ne les séparerai pas.

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, les pyrrhotites ne subissent pas d'altération. Dans le tube ouvert, elles donnent des vapeurs sulfureuses. Sur le charbon, elles fondent au feu réducteur en une masse noire magnétique qui, au feu oxydant, se transforme en oxyde ferrique rouge ; celui-ci donne les réactions du nickel et du cobalt dans quelques variétés.

Décomposées par l'acide chlorhydrique avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

Altérations. La pyrrhotite se transforme parfois en pyrite et en marcasite ; elle peut être épigénisée en galène. Je décrirai plus loin de remarquables pseudomorphoses de ce genre que j'ai observées à Pontpéan. Plus généralement la pyrrhotite se transforme en limonite par le même procédé que la pyrite.

Diagnostic. La pyrrhotite se distingue de la pyrite par sa couleur, sa forme cristalline, sa densité, par son magnétisme dans les variétés magnétiques, et enfin par sa décomposition par l'acide chlorhydrique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pyrrhotite est un minéral assez abondamment répandu dans la nature, mais qui se présente assez rarement en cristaux distincts.

On la rencontre dans les conditions suivantes :

1° Dans les roches éruptives ;

2° Dans les roches sédimentaires modifiées par des roches éruptives ;

3° Dans les météorites pierreuses et les holosidères ;

4° Dans les filons métallifères ;

5° Dans les schistes cristallins.

1° *Dans les roches éruptives.*

La pyrrhotite n'est pas rare dans les roches éruptives basiques (diorites, diabases, gabbros) ; elle y forme le plus généralement de petits grains ou des veinules dépourvues de formes géométriques. Aucun gisement français ne mérite de mention spéciale à cet égard, sauf peut-être celui des gabbros du Pallet (*Loire-Inférieure*) et des diabases du bois de Bitet près Arudy (*Hautes-Pyrénées*).

2° *Dans les roches sédimentaires modifiées par les roches éruptives.*

Les schistes et calcaires métamorphisés par le granite renferment fréquemment de la pyrrhotite, semblable à celle des roches basiques (*Pyrénées*, *Beaujolais*) ; ce genre de gisement ne fournit pas de bons échantillons, pas plus que les calcaires secondaires métamorphisés par la lherzolite et les ophites [Seix (*Ariège*), etc.]

3° *Dans les météorites pierreuses et dans les holosidères.*

La pyrrhotite est un élément presque constant des météorites pierreuses et des holosidères.

G. Rose a décrit de très jolis cristaux de pyrrhotite extraits de la météorite (*eucrite*) de Juvinas (*Ardèche*) (*A. C. P.* XXXI. 81. 1826). La fig. 1 est la reproduction de celle qu'il a donnée de l'un d'eux, le cristal présente les formes p (0001), m ($10\bar{1}0$), h^1 ($11\bar{2}0$), a^1 ($11\bar{2}1$), b^1 ($10\bar{1}1$) et $b^{1/2}$ ($20\bar{2}1$).

Le même minéral ne se rencontre qu'en grains dans toutes les météorites oligosidères françaises énumérées dans le tome I, à la page 192. Il forme de petites grenailles irrégulières, associées au fer

nickelé, moulant les éléments silicatés et notamment les chondres ; plus rarement il constitue de véritables nids comme dans la météorite de Tadjera près Sétif (*Constantine*).

On a vu plus haut que la pyrrhotite des météorites pierreuses semblait avoir une composition voisine de celle des pyrrhotites terrestres, alors que celle des holosidères paraît se rapprocher de la formule Fe S. On donne aux dernières le nom de troïlite. La troïlite forme des masses plus ou moins grosses, souvent séparées du fer nickelé qui les englobe par une zone de graphite. Le fer de Caille (*Var*) renferme des nodules de ce minéral ; la place de l'un d'eux est indiquée par la cavité de l'échantillon représenté par la fig. 2 de la page 397.

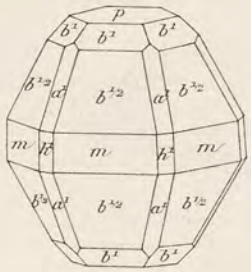


Fig. 1.

Pyrrhotite de la météorite de Juvinas

4° *Dans les filons métallifères.*

La pyrrhotite se rencontre dans un certain nombre de gisements métallifères de nature variée. C'est là qu'on la trouve en beaux cristaux parfois pseudomorphisés en marcasite.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. La mine de Pontpéan a fourni de magnifiques groupes de cristaux de pyrrhotite, que j'ai récemment décrits (*Bull. Mus. d'Hist. nat.* II. 1896, et *C. R.* CXXIV 1897), d'après de remarquables échantillons donnés au Muséum par M. l'intendant militaire Pavot.

Ces pseudomorphoses forment des lames hexagonales dépassant 2^{cm} de diamètre. Elles sont souvent empilées, à axes imparfaitement parallèles, et implantées en grand nombre sur la gangue, perpendiculairement ou obliquement à leur face d'aplatissement (fig. 2). Elles rappellent souvent par leur disposition les lames de zinnwaldite des gisements stannifères de Bohême. Il existe parfois plusieurs centaines de semblables cristaux sur une surface de 1^{dmq}. Plus rarement, le même minéral forme des prismes hexagonaux de plus grand diamètre, plus épais (fig. 3) et quelquefois un peu allongés suivant l'axe vertical.

Par suite de la disparition complète de la substance initiale de ces cristaux, ceux-ci ne sont plus actuellement formés que de *marcasite* et de *pyrite* ou enfin de *marcasite* et de *galène*. Il n'est pas douteux cependant que ces cristaux n'aient été originellement constitués par de la pyrrhotite dont ils présentent toutes les particularités de formes ; des pseudomorphoses de ce minéral en marcasite et en pyrite sont connues dans divers gisements allemands, mais ce qui donne un intérêt spécial aux pseudomorphoses de Pontpéan, c'est la régularité géométrique de leur structure. J'ai distingué, dans ces pseudomorphoses, les trois catégories suivantes :



Fig. 2.
Groupe de cristaux de pyrrhotite (pseudomorphoses en marcasite) de Pontpéan. (*Photographie réduite de moitié environ.*)

Groupements de marcasite seule sur pyrrhotite. — Ce sont les plus



Fig. 3.
Pyrrhotite de Pontpéan (pseudomorphoses en galène et en marcasite) en prismes hexagonaux implantés sur quartz. (*Photographie réduite de moitié environ.*)

communs. Les cristaux de marcasite ayant moins de 1 mm appartiennent au type 2 qui sera décrit plus loin. Ces cristaux, aplatis suivant *p*, sont

implantés sur la face m $(10\bar{1}0)$ de la pyrrhotite et leurs stries, parallèles à leur axe a, sont elles-mêmes parallèles à l'arête basique de la face du prisme hexagonal de la pyrrhotite. Il résulte de ce fait que l'axe binaire b de la marcasite est parallèle à l'axe sénaire de la pyrrhotite et que les deux autres axes binaires c et a de la marcasite sont parallèles à deux axes binaires du prisme hexagonal (fig. 4). Quand de petits cristaux de marcasite ne sont pas venus s'implanter, en outre, irrégulièrement sur la base a^1 (0001) de la pyrrhotite, celle-ci présente un aspect moiré, dû aux réflexions sur les arêtes mm des cristaux de marcasite, respectivement perpendiculaires aux côtés de la face hexagonale (fig. 5). Sur les faces m du prisme hexagonal, l'ensemble des stries de la marcasite simule les stries parallèles aux arêtes basiques qui existent normalement dans la pyrrhotite.

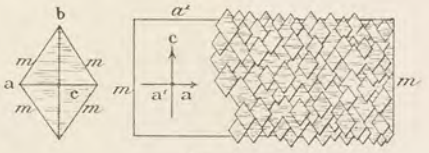


Fig. 4.

Disposition théorique de la marcasite sur une face m $(10\bar{1}0)$ de pyrrhotite. A gauche, un cristal de marcasite a été représenté avec la direction de ses axes.

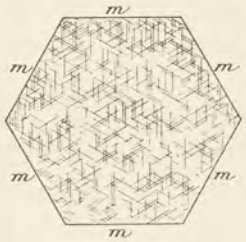


Fig. 5.

Face a^1 (0001) de pyrrhotite pseudomorphisée en marcasite, montrant la direction des arêtes mm de la marcasite disposées comme il est indiqué dans la fig. 4.

Groupements de marcasite et de pyrite sur pyrrhotite. — Ces groupements, beaucoup plus rares que les précédents, n'en diffèrent que parce que l'intervalle laissé par les cristaux de marcasite est occupé par de petits cubes de pyrite, orientés de telle sorte qu'une de leurs faces est parallèle à la base et une autre à une face du prisme hexagonal (fig. 6) ; leurs trois axes quaternaires coïncident donc en direction avec les axes binaires de la marcasite, avec l'axe sénaire et deux des axes binaires de la pyrrhotite (fig. 7).

Groupement de marcasite et de galène sur pyrrhotite. — Ces groupements ne se rencontrent que dans les grands cristaux ayant une certaine épaisseur (fig. 3). Le cristal paraît extérieurement formé par de la galène, souvent recouverte d'une croûte irrégulière de marcasite ; quand on le brise, on voit que la galène ne forme qu'un enduit extérieur et des lames imprégnant le cristal qui est intérieurement formé par de la marcasite. L'orientation de la galène par rapport à la pyrrhotite est la même que celle qui vient d'être indiquée pour la pyrite,

mais avec une particularité intéressante. Ce minéral ne constitue pas, en effet, une infinité de petits cristaux comme la pyrite; le prisme hexagonal de pyrrhotite est occupé par trois cristaux de galène groupés en croix (fig. 8 et 9); ils ont tous : 1° une face p commune, parallèle à la base du prisme hexagonal; 2° une face p, parallèle à une face du prisme hexagonal. Il en résulte que lorsqu'on examine un semblable édifice, sur la face basique de la pyrrhotite, on n'aperçoit pas sa nature complexe. Si d'autre part on place sur le goniomètre le cristal, de façon à mesurer l'angle des deux faces prismatiques contiguës, après avoir eu soin d'écorcher les arêtes verticales du cristal, on voit apparaître une série de réflexions distantes les unes des autres de 60° ou de 30°. Ces réflexions sont produites alternativement par les faces p extérieures (parallèles aux faces hexagonales de la galène) et par les clivages p intérieurs du même minéral dont la direction est indiquée par la figure 9. Ces groupements par pseudomorphose de galène, remplissant un prisme hexagonal, sont l'inverse des groupements pseudo-hexagonaux dans lesquels l'édifice de symétrie supérieure est formé par le groupement d'individus de symétrie inférieure. Ici, c'est le minéral élémentaire qui possède la symétrie la plus élevée.



Fig. 6.

Photographie d'une face m $(10\bar{1}0)$ de pyrrhotite de Pontpéan transformée en marcasite et en pyrite. (*Grossissement de trois fois.*)

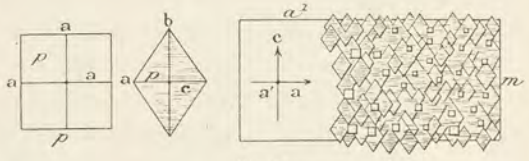


Fig. 7.

Disposition théorique de la marcasite et de la pyrite dans l'échantillon représenté par la figure 6. A gauche, un cristal de pyrite et un de marcasite ont été dessinés avec la position de leurs axes.

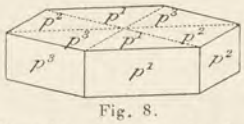


Fig. 8.

Disposition de la galène dans les pseudomorphoses de pyrrhotite.

Cette galène imprègne la marcasite et joue, par rapport à celle-ci,

un rôle analogue à celui de la calcite dans les célèbres rhomboèdres des grès de Fontainebleau, avec cette différence toutefois que la marcasite étant elle-même orientée, la structure est *pegmatique* et non *pœcilitique*, comme dans les cristaux de Fontainebleau dont les grains de quartz ont, les uns par rapport aux autres et par rapport à la calcite, une orientation quelconque.

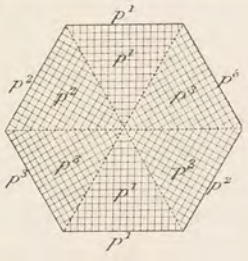


Fig. 9.

Face *p* (0001) de la figure 8, montrant la disposition des clivages cubiques de chaque secteur de galène.

Le tableau suivant résume les relations de symétrie liant la marcasite *orthorhombique*, la pyrite et la galène *cubiques* à l'édifice *hexagonal* de la pyrrhotite qu'elles ont remplacé :

Pyrrhotite (*hexagonale*).	Marcasite (*orthorhombique*).	Pyrite et galène (*cubiques*).
Axe sénaire.	Axe binaire *b*.	Axe quaternaire.
Axe binaire de première espèce.	Axe binaire *a*.	Axe quaternaire.
Axe binaire de seconde espèce.	Axe binaire *c*.	Axe quaternaire.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* De la pyrrhotite compacte, magnétipolaire, se rencontre à la mine d'Ar, au-dessus des Eaux-Bonnes, avec ullmannite, arite, blende, etc., dans une gangue quartzeuse et calcaire ; on l'y trouve seule dans le quartz du filon Saint-Pierre. Le même minéral se rencontre à la mine d'Anglas, notamment à Sourinée, au-dessus du lac sur la route de la mine d'Ar.

Ariège. J'ai eu récemment entre les mains de beaux blocs de pyrrhotite associée à de la chalcopyrite dans un filon situé au-dessus de Lacour, sur la rive droite du Salat.

Plateau Central. — *Rhône.* La pyrrhotite massive a été trouvée parfois en abondance, associée à la pyrite et à la chalcopyrite de Sain-Bel, à la pyrite de Claveysolles.

Alpes. — *Savoie.* La pyrrhotite s'est rencontrée en masses compactes dans les filons de chalcopyrite de Bonneval.

Algérie. — Les mines d'Aïn-Barbar près Bône ont fourni des pseudomorphoses en marcasite analogues à celles de Freyberg (Groth. *Minersamml. Strasb.* 45). Elles sont accompagnées de blende, de galène, etc.

5° *Dans les schistes cristallins.*

La pyrrhotite est très abondante en petits grains dans les roches basiques de la série des schistes cristallins, gneiss pyroxéniques et amphiboliques, amphibolites, pyroxénites, cipolins ; les échantillons de ce genre de gisement sont généralement plus gros que dans les roches éruptives et sédimentaires. J'ai parfois observé dans leur cassure des rudiments de prismes hexagonaux. Voici quelques gisements particulièrement riches en pyrrhotite.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Les amphibolites et grès amphiboliques des environs de Nantes sont depuis longtemps connus par leur pyrrhotite (Haute-Indre, La Chaterie en Saint-Herblain, etc.) qui s'isole parfois en masses à contours géométriques dans des veines feldspathiques. On la trouve aussi dans les gneiss à pyroxène et dipyre de Saint-Nazaire et de Saint-Brevin.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Des blocs de pyrrhotite ont été rencontrés à Saligos, dans la vallée de Luz, au milieu des schistes cristallins.

Ariège. La pyrrhotite en grains est abondante dans les cipolins de Mercus et d'Arignac, ainsi que dans les bancs silicatés qui y sont fréquents (voir à *humite*).

Plateau Central. — *Corrèze*. Parmi les amphibolites et les grès amphiboliques du Plateau Central, ceux des environs d'Uzerche (sur la route de Brive) se recommandent par leur richesse en pyrrhotite.

BISULFURES

GROUPES ISODIMORPHES DE LA PYRITE ET DE LA MARCASITE

GROUPE DE LA PYRITE	Densité.		GROUPE DE LA MARCASITE	Densité.
Pyrite	4,9 à 5,1	$Fe S^2$	*Marcasite*	4,85 à 4,9
»		$Fe As^2$	*Löllingite*	7 à 7,4
»		Fe As S	*Mispickel*	5,9 à 6,2
**Hauerite*	3,463	$Mn S^2$	»	
Smaltite	6,1 à 6,5	$Co As^2$	**Safflorite*	6,9 à 7,3
Cobaltite	6 à 6,3	Co As S	»	
**Ferrocobaltite*		(Co, Fe)As S	**Glaucodot*	5,9 à 6,01
»		(Co,Fe)(As,Bi) S	**Alloclasite*	6,6
Chloanthite	6,4 à 6,6	$Ni As^2$	**Rammelsbergite*	6,9 à 7,2
Gersdorffite	5,6 à 6,2	$(Ni, Fe) As^2$	»	
»		Ni As S	»	
**Corynite*	5,99 à 6,03	Ni (As, Sb) S	**Wolfachite*	6,372
Ullmannite	6,2 à 6,7	Ni Sb S	»	
**Sperrylite*	10,6	$Pt As^2$	»	
**Laurite*	6,99	$Ru S^2$	»	

On voit d'après ce tableau que pour les types pyrite et marcasite, c'est la forme cubique qui est la plus dense et que pour tous les autres type de ces groupes, c'est l'inverse qui a lieu. Le caractère tiré de la densité est le seul caractère distinctif qui subsiste en l'absence de formes géométriques déterminables. Il existe de nombreux passages entre quelques-uns des types de cette famille.

Les espèces dont les noms sont précédés d'une * n'existent pas dans les gisements français.

On peut rattacher à ce groupe de minéraux la *leucopyrite* ($Fe^3 As^4$), voisine de la löllingite, et possédant la même forme, de même que la *skutterudite* ($Co As^3$) qui est cubique et pyritoédrique comme la smaltite ($Co As^2$), sa densité est de 6, 7 à 6,86.

GROUPE DE LA PYRITE

PYRITE

$Fe S^2$

Cubique.

Macles. Macle par pénétration autour d'un axe quaternaire (*macle de Lurdé*) avec axes parallèles (fig. 13), rarement macles par contact.

Formes observées. p (100) ; a^1 (111) ; b^1 (110) ; a^4 (411), a^3 (311), a^2 (211), $a^{3/4}$ (443), $a^{1/2}$ (221), $a^{1/3}$ (331) ;

$+ 1/2\ b^{4/3}$ [π (430)], $+ 1/2\ b^2$ [π (210)] ; $+ 1/2\ b^{5/3}$ [π (530)], $+ 1/2\ b^{3/2}$ [π (310)], $+ 1/2\ b^3$ [π (310)], $+ 1/2\ b^{7/5}$ [π (750)], $+ 1/2\ b^{5/4}$ [π (540)], $+ 1/2\ b^{6/5}$ [π (650)] ;

$- 1/2\ b^2$ [π ($2\bar{1}0$)] ;

$1/2\ s$ [π (321)] ; $1/2\ t$ [π (421)] ; $1/2\ u$ [π (432)] ; $1/2\ n$ [π (10.5.1)].

Les angles calculés suivants sont ceux des principales zones utilisées pour la détermination des formes des cristaux étudiés plus loin.

$p\ a^4$	160°32′	$p\ b^{5/3}$	149° 2′	$p\ t$ adj.	150°48′	$a^1\ u$	164°46
$p\ a^3$	154°46′	$p\ b^{3/2}$	146°19′	$p\ s$	143°18′	$a^4 s$	157°48′
$p\ a^2$	144°44′	$p\ b^{7/5}$	144°28′	$p\ a^{1/2}$	131°49′	$a^1\ b^2$	140°46′
$p\ a^1$	125°16′	$p\ b^{4/3}$	143° 8′	$p\ b^2$ opp.	90° 0′	$s\ b^2$	162°59′
$p\ a^{3/4}$ sur a^1	117°57′	$p\ b^{5/4}$	141°21′	$a^{1/2}\ b^2$ adj.	140°30′		
$p\ a^{1/2}$ sur a^1	109°28′	$p\ b^{6/5}$	140°12′	$a^2\ b^2$ adj.	155°54′		
$p\ a^{1/3}$ sur a^1	103°16′	$p\ b^1$	135°	$t\ b^2$ adj.	167°24′		
$p\ b^3$	161°34′			$n\ b^2$ adj.	174°53′		
$p\ b^2$	153°25′						

Faciès des cristaux. Les cristaux de pyrite présentent des types distincts, suivant que la forme dominante est le cube, l'octaèdre, les

dodécaèdres pentagonaux (fig. 4), les hémihexoctaèdres (diploèdres) (fig. 43), ou enfin le rhombododécaèdre (fig. 57); ce dernier type est extrêmement rare.

Les formes hémièdres sont très fréquentes, leur nature est souvent caractéristique de certains gisements.

Les cristaux de pyrite sont parfois allongés suivant un axe quaternaire, ternaire ou binaire; ils présentent alors une pseudosymétrie quadratique, rhomboédrique ou rhombique.

Les faces du cube présentent des stries parallèles à une seule des arêtes basiques, les stries des trois faces contiguës étant perpendiculaires les unes aux autres [pyrite triglyphe (fig. 1)]. Dans les dodécaèdres pentagonaux, il existe des stries tantôt parallèles, tantôt perpendiculaires aux arêtes cubiques (voir à *thermoélectricité*).

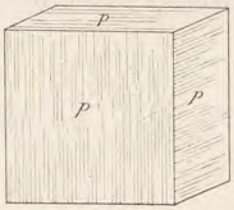


Fig. 1.
Stries sur les faces du cube.
(Pyrite triglyphe.)

Les trapézoèdres sont fréquemment striés parallèlement à leurs intersections avec a^1; enfin de nombreuses faces présentent parfois des particularités qui seront signalées au cours de la description des gisements.

Dans les gypses pyrénéens, il n'est pas rare de trouver des cristaux à faces complètement courbes et arrondies qui, çà et là, offrent quelques faces remarquablement planes et brillantes.



Fig. 2.
Dendrites de pyrite sur un feuillet de schiste houiller.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

La pyrite se trouve aussi en masses compactes, finement grenues, en croûtes plus ou moins grossièrement fibreuses, en échantillons globuleux, réniformes, stalactiformes, etc. Quand la pyrite se produit dans les fentes étroites, notamment entre les feuillets des schistes, elle prend fréquemment des formes cristallitiques arborescentes dont la fig. 2 donne une idée.

Déformations mécaniques. Les cristaux de pyrite des roches laminées présentent souvent des déformations mécaniques remarquable-

ment nettes ; elles sont fréquentes surtout dans les cubes de pyrite des schistes ardoisiers. La fig. 3 montre quelques exemples de ces déformations.

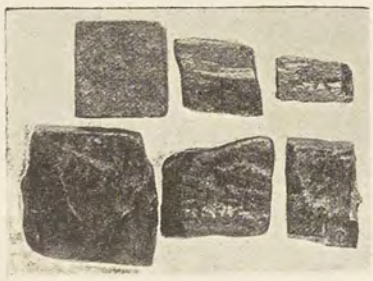


Fig. 3.
Cubes déformés de pyrite.
(*Photographie grandeur naturelle*).

Clivages. Clivages à peine distincts suivant p (100) et a^1 (111). Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 6 à 6,5. Fragile.

Densité. 4,95 à 5,10.

Coloration et éclat. Jaune laiton. Éclat métallique très brillant. Poussière noir verdâtre ou noir brunâtre. Opaque.

Propriétés électriques et magnétiques. La pyrite est thermoélectrique et présente des variétés ±. M. Curie a montré (*B. S. M.* VIII. 127. 1885) que conformément à une observation faite incidemment par G. Rose et passée inaperçue, le sens de la thermoélectricité est lié à la nature des stries que présentent les cristaux de pyrite ; ceux dont les stries sont parallèles aux arêtes basiques (fig. 4) sont plus positifs que l'antimoine et ceux qui sont striés perpendiculairement à cette direction (fig. 5) sont plus négatifs que le bismuth. On trouve un petit nombre d'exceptions à cette règle qui sont liées à des macles intimes de ces deux types de cristaux. Le type de la figure 4 est le plus fréquent dans les gisements étudiés plus loin. Paramagnétiques.

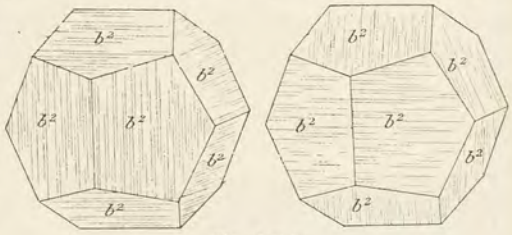


Fig. 4 et 5.
Stries sur les deux types de dodécaèdres pentagonaux de pyrite.

Composition chimique. La composition théorique correspond à la formule $Fe\,S^2$.

S.....	53,4
Fe.....	46,6
	100,0

La pyrite renferme souvent de petites quantités d'arsenic, d'anti

moine, des traces de nickel, de cobalt, de cuivre, de thallium. Ce dernier corps se concentre dans les chambres de plomb des fabriques d'acide sulfurique ou dans le résidu du grillage des pyrites.

La pyrite est fréquemment aurifère ; dans les gisements français la teneur en or est trop faible pour que ce métal précieux puisse en être extrait.

Enfin, Gueymard a signalé (*B. S. G.* XII. 429. 1855) des traces de platine dans des pyrites d'un certain nombre de gisements de l'*Isère* (Bourg d'Oisans, la Balme en la Chapelle du Bard et à la Ferrière près Allevard), des *Hautes-Alpes* (Villard d'Arènes, Rip-du-Sap dans le Volgodemar), etc.

De nombreuses analyses de pyrite de gisements français ont été publiées par Mène (*C. R.* LXIV. 868. 1864) et plus récemment par MM. Aimé Girard et Morin (*A. P. C.* VII. 229. 1876) aux mémoires desquels je renvoie, les analyses ne présentant pas de particularités intéressantes au point de vue purement minéralogique auquel nous nous plaçons ici.

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, la pyrite donne un sublimé de soufre et un résidu magnétique. Au chalumeau, elle dégage du soufre qui brûle avec une flamme bleue, en laissant un résidu donnant les mêmes réactions que la pyrrhotite.

Insoluble dans l'acide chlorhydrique, décomposée par l'acide azotique avec résidu de soufre.

Altérations. Les bisulfures de fer naturels (*pyrite* et *marcasite*) présentent l'un et l'autre de fréquentes altérations ; la pyrite cubique est plus stable que la marcasite ; mais il est des cas où elle se décompose très aisément. C'est ce qui a lieu notamment pour la pyrite que l'on trouve dans certains schistes paléozoïques, dans la houille, dans beaucoup de lignites, etc. Cette altération, plus facile que de coutume, peut tenir d'une part à l'état de division de la pyrite dans des matières absorbant facilement l'oxygène de l'air humide, ou à une structure peu homogène, et de l'autre, ainsi que l'a montré M. A. Julien (*Ann. New-York Acad.* III. 1887), à de très fréquentes inclusions microscopiques de marcasite : ces mélanges des deux sulfures dimorphes peuvent être originels ou résulter de paramorphoses. Le même savant a montré, en effet, à l'aide de nombreuses expériences, que les pyrites présentent des variations de densité insensibles entre le maximum

5,10 fourni par la pyrite pure et le minimum 4,50 présenté par la marcasite. Les pyrites sont d'autant plus blanches qu'elles sont plus riches en marcasite.

Les modes d'altération de la pyrite et de la marcasite sont les mêmes, ils peuvent être divisés en deux groupes.

1° Altération hépatique. — Le résultat ultime de ce mode d'altération est constitué par un oxyde de fer, le plus souvent la limonite, parfois la göthite, plus rarement l'oligiste. Le minéral conserve sa forme, souvent le poli des faces, mais d'ordinaire, il devient terne, d'un brun jaune ou rouge; sa densité s'abaisse. Souvent l'intérieur du cristal est cloisonné ou présente des vides dans lesquels on peut voir apparaître du soufre natif (voir page 377). C'est dans de semblables conditions que des réductions de fer à l'état métallique ont été signalées précédemment (voir page 392). La figure 6 montre une pseudomorphose de ce genre, le cristal est réduit à une enveloppe compacte entourant une cavité au milieu de laquelle se trouve de la limonite caverneuse. Quand la pyrite altérée était originellement aurifère, il est fréquent de voir l'or natif apparaître dans les produits de décomposition, alors qu'il était invisible dans le minéral intact.



Fig. 6.
Pseudomorphose de pyrite en limonite.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Ce mode d'altération est celui qui domine dans la pyrite cubique; dans un grand nombre de ses gisements tous les cristaux de pyrite offrent cette transformation hépatique. Elle n'est pas rare dans la marcasite, mais ne s'y présente que dans les échantillons enveloppés dans une argile ou dans une roche qui empêche le contact immédiat de l'air. Ce fait peut être aisément mis en évidence à l'aide des nodules de marcasite de la craie qui, dans leur gisement originel, présentent de très fréquentes altérations hépatiques et qui, au contraire, se transforment très rapidement en sulfates (2e mode) par exposition à l'air libre ou même par simple séjour dans les tiroirs d'une collection.

La transformation hépatique est due à une oxydation directe de la pyrite sous l'action d'eau chargée d'oxygène. Il est probable que dans certains cas des eaux chargées de bicarbonates solubles ont éliminé l'acide sulfurique du sulfate produit, et transformé d'abord le minéral en carbonate; celui-ci perd ensuite son acide carbonique pour

donner de la limonite puis de l'oligiste. De la sidérose en petits grains cristallins se produit dans l'argile plastique des environs de Paris, par réaction sur du calcaire des produits de la décomposition de la pyrite.

Lorsqu'on expose à l'air un échantillon de marcasite, imparfaitement transformé en limonite, la décomposition se continue par le second mode d'altération qui va être étudié.

Ces transformations hépatiques sont extrêmement fréquentes dans tous les gisements de pyrite, mais d'une façon plus particulière dans ceux des terrains sédimentaires et au chapeau de fer des filons en amas pyriteux.

2° Altération saline. — Ce mode d'altération est plus particulièrement fréquent dans la marcasite, où il se produit avec une rapidité extrême, même dans les collections.

Pour son développement, la présence de l'air humide est nécessaire. Quand l'altération a commencé dans un échantillon, aucune précaution n'est guère susceptible de l'arrêter. On sait quelle difficulté on éprouve à conserver certains cristaux de marcasite ou certains fossiles pyritisés, malgré les vernis ou enduits les plus divers.

Quand une pyrite ou une marcasite offre ce genre d'altération, elle se fendille ; ses fissures se remplissent de mélantérite en petites aiguilles blanches qui gagnent peu à peu et transforment bientôt complètement le minéral.

Si celui-ci reste à l'abri de l'eau (dans une collection, par exemple), l'évolution s'arrête à ce stade ; à peine voit-on çà et là de petits points jaunes produits par une oxydation de la mélantérite. Mais si l'altération s'effectue dans un gisement naturel, sous l'influence de l'air humide, la mélantérite cristalline se transforme en une masse confusément cristallisée à texture butyrique ; elle constitue des mamelons, ou des stalactites d'un jaune de soufre plus ou moins foncé. Elle est généralement formée par un mélange de mélantérite et de sulfates de sesquioxyde de fer (copiapite), de l'halotrichite, du gypse, etc.

Minéraux produits par réactions secondaires. — La décomposition des pyrites donne naissance, non seulement à de la mélantérite, mais encore à de l'acide sulfurique libre qui attaque les roches renfermant ces minéraux et produit à leurs dépens toute une série de produits secondaires : ceux-ci disparaissent souvent par dissolution, mais parfois ils peuvent être observés en place.

Le plus fréquent de ces minéraux est le *gypse* que l'on trouve cons-

tamment associé, et parfois en beaux cristaux, aux pyrites altérées des marnes calcaires (lias, bajocien, callovien, oxfordien, crétacé, argile plastique des environs de Paris, etc.), et parfois des calcaires.

Dans les schistes argileux, on trouve en abondance des sulfates d'alumine (*alunogène*), des aluns de fer (*halotrichite*) désignés sous le nom de beurre de montagne, à cause des enduits gras qu'ils forment à la surface des roches pyriteuses (schistes paléozoïques des Pyrénées, de Bretagne, etc.). Dans l'argile plastique la *websterite* se produit dans de semblables conditions.

Enfin, la décomposition de la copiapite au contact des calcaires et marnes calcaires donne lieu à la formation de gypse et d'un sulfate basique de sesquioxyde de fer, l'*apatélite* (argile plastique des environs de Paris). La *pastréite* du Gard doit son origine à une réaction analogue.

Ces divers minéraux seront étudiés en détail à leurs articles respectifs [voir aussi mon mémoire sur le gypse de Paris (*Nouvelles Arch. du Muséum*, IX. 201. 1897)].

Diagnostic. La couleur et les réactions du fer permettent la différenciation aisée de la pyrite et des autres minéraux cubiques de ce groupe. La forme cristalline, la densité plus forte, la couleur plus jaune, la résistance plus grande à l'altération constituent le mode de distinction de la pyrite et de la marcasite ; en l'absence de formes géométriques, les derniers caractères subsistent seuls et ils ne sont pas toujours d'une application facile, surtout à cause des fréquents mélanges mécaniques de ces deux minéraux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pyrite se rencontre dans de très multiples gisements ; c'est un des minéraux les plus répandus dans la nature où il se présente dans les conditions les plus diverses, aussi ne faut-il pas songer à en indiquer tous les gisements français, mais seulement à étudier les principales conditions dans lesquelles il se trouve. Je le considérerai successivement :

1° Dans les roches éruptives ;
2° Dans les gisements métallifères ;
3° Dans les schistes cristallins ;
4° Dans les formations sédimentaires ;

5° Dans les roches sédimentaires métamorphisées par les roches éruptives ;

6° Dans les sources thermales.

1° *Dans les roches éruptives.*

La pyrite se rencontre comme élément secondaire dans un grand nombre de roches éruptives et particulièrement dans les roches basiques (diorites ou diabases) notamment en Bretagne, dans la Mayenne, dans le Plateau Central ; elle est au contraire rare dans les ophites des Pyrénées ; mais il est peu de gisements dans lesquels elle se trouve en abondance ou en cristaux dignes d'être cités ; elle y est d'ordinaire disséminée en petits grains parfois microscopiques.

Il y a lieu de faire remarquer l'extrême rareté et presque l'absence de la pyrite dans les roches volcaniques tertiaires ou plus récentes des gisements français, à opposer à leur abondance dans les roches paléozoïques de composition identique ou analogue.

Les gisements cités plus loin se recommandent par quelque particularité.

a) *Dans les roches éruptives antetertiaires.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Les fentes de la granulite de Barbin renferment parfois de petits, mais forts jolis cristaux de pyrite de la forme $p\,a^1$; ils sont souvent allongés suivant un axe quaternaire, prenant alors une allure pseudoquadratique (fig. 7). Ils sont associés à du quartz hyalin.



Fig. 7.
Pyrite de Barbin.

Côtes-du-Nord. De gros cubes de pyrite atteignant 1 cm suivant une de leurs arêtes, abondent dans les schistes verts de Locquirec, qui sont considérés par M. Barrois comme des tufs volcaniques précambriens.

Alpes. — *Savoie et Hautes-Alpes*. M. Kilian m'a signalé de beaux cubes de pyrite dans les labradorites (*spilites*) de Montvernier (*Savoie*) et du Villar d'Arène (*Hautes-Alpes*). Dans le premier de ces gisements, le même minéral se rencontre aussi dans la dolomie triasique au voisinage de la roche éruptive.

Algérie. — *Oran.* M. Flamand m'a communiqué d'intéressants échantillons d'une roche ophitique très altérée, imprégnée d'albite secondaire, dans laquelle se trouvent en abondance des cristaux fort nets de pyrite superficiellement altérés, atteignant $0^{cm}5$ de plus grande dimension. Ces cristaux, rappelant comme apparence ceux qui seront décrits plus loin dans les calcaires du col de Lurdé, présentent uniformément la combinaison suivante : $1/2\ b^2\ p\ a^1$ avec souvent $1/2\ b^{4/3}$ [π (430)]. Le gisement de ces échantillons est le Djebel-Melah (Mouïlah) des Arbaouah, à 25 km. environ O.-S.-O. de Arbah-Fahtani (cercle de Geryville). On verra plus loin que la roche ophitique dont il est question ici accompagne un gisement de sel gemme.

b) *Dans les roches volcaniques tertiaires.*

De petits cristaux de pyrite se trouvent dans les fissures de certains trachytes et andésites du Lioran et des Gardes, à la base ouest du Plomb du Cantal, dans le trachyte de Thiézac, à la surface du basalte de la cascade de Faillitoux.

Cette pyrite est de formation secondaire, probablement actuelle.

2° *Dans les gisements métallifères.*

a) *Filons ou amas pyriteux.*

Il existe en France un petit nombre de filons exclusivement pyriteux qui sont exploités assez activement et dont les produits sont utilisés pour la fabrication de l'acide sulfurique. Contrairement à ce qui se passe dans les filons où la pyrite n'est qu'un minéral accessoire, ces filons sont pauvres en cristaux de pyrite et ne renferment guère ce minéral qu'en masses grenues ou compactes, mélangées à de petites quantités d'autres sulfures : chalcopyrite, galène, blende, etc.

Les affleurements de ces filons de pyrite sont oxydés et constitués par de la limonite plus ou moins caverneuse.

La nature des gangues de la pyrite a une grande importance au point de vue de l'emploi de celle-ci dans la fabrication de l'acide sulfurique. L'existence de gangue calcaire occasionne une perte considérable en acide sulfurique et la présence de la fluorine introduit dans l'acide fabriqué de l'acide fluorhydrique. Une étude sur les gisements pyri-

teux du Rhône, du Gard et de l'Ardèche a été publiée par MM. Aimé Girard et H. Morin (*A. C. P.* VII. 1876).

La pyrite filonienne est quelquefois aurifère.

Pyrénées. — *Ariège*. Il existe dans l'Ariège de nombreux filons d'oxyde de fer qui peuvent être le résultat de l'altération superficielle de pyrites : on peut citer les suivants dans lesquels la pyrite abonde encore : vallon de Fouillet à 50^{m} au-dessus du col de la Freychinière près Aulus, environs de Massat (vallée de l'Oartigous, la Ferrasse), Ferrière de Foix (beaux cristaux avec blende, sidérose), etc. (voir Mussy. *A. M.* XVI. 547. 1866), celui de Ranet près Vicdessos (avec chalcopyrite).

Montagne Noire. — *Aude*. Les filons d'hématite cloisonnée de Salsigne ont pour toit des calcaires paléozoïques et pour mur des schistes. En profondeur, on trouve des pyrites au toit et il n'est pas douteux que l'oxyde ne soit un chapeau d'oxydation de ce minéral.

Plateau Central. — *Tarn*. Un filon de pyrite est actuellement exploité près de Mazamet, à Lacabarède. La pyrite y est finement grenue, facilement altérable ; les géodes y sont peu fréquentes et ne contiennent que des cubes.

Dordogne. A l'extrémité sud des monts du Limousin, un filon de pyrite et des schistes anciens imprégnés par ce minéral ont été exploités aux Chabannes, à la limite de la commune de Thiviers et de Saint-Romain. La gangue est quartzeuse et dolomitique ; la pyrite est finement grenue, elle est souvent associée à de la millérite capillaire et à de fort beaux cristaux de calcite.

Cantal. De la pyrite aurifère grenue provenant d'un filon de quartz de Ruines m'a été communiquée par M. Manhès.

Rhône. Les principaux gisements pyriteux de cette région sont situés dans la vallée de la Brevenne ; les filons se divisent en deux groupes : ceux de Chessy, sur la rive gauche de la Brevenne se trouvent dans le précambrien, ceux de Sain-Bel et de Sourcieux, sur la rive droite de cette même rivière, dans les micaschistes. C'est la partie sud de ces derniers filons qui est actuellement exploitée et qui fournit la majeure partie de la production française en pyrite (208,235 tonnes en 1890).

Les filons de pyrite de Chessy, aujourd'hui abandonnés, ont été

reconnus au-dessous des anciennes mines de cuivre qui seront étudiées à l'article *chessylite* ; on les a suivis sur une longueur de 10 km.

Les filons de Sain-Bel sont connus sur une égale longueur ; ils ont été exploités autrefois pour le cuivre, près de Sourcieux, où ils renferment de la chalcopyrite et de la blende. La masse du Pigeonnier a près de 20 mètres d'épaisseur ; la gangue est formée par du quartz et de la barytine. Le filon tendre atteignant 40 mètres d'épaisseur est constitué par de la pyrite friable très pure avec gangue de barytine et de quartz.

Les pyrites du Rhône sont de bonne qualité, pauvres en arsenic, généralement finement grenues. Les petits cristaux cubiques y sont une rareté. On les trouve, au contraire, dans les chloritoschistes et dans les schistes à séricite imprégnés de sulfures. Dans les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Lequin, les cristaux cubiques de ces schistes présentent souvent de profondes déformations.

D'après des essais de M. Mayençon (*C. R.* XXIX. 152, 1849), la pyrite de Sain-Bel serait un peu aurifère.

Des filons de pyrite se rencontrent à Thizy, sur les bords du Marmanton.

Le chapeau de fer d'un filon de pyrite a été autrefois exploité à Claveysolles ; il est constitué par une limonite caverneuse. Les eaux qui coulent à la surface de ce filon sont très vitrioliques. La pyrite de Claveysolles est finement grenue et associée à de la pyrrhotite.

Saône-et-Loire. La montagne de Chizeuil, près Bourbon-Lancy, forme une butte essentiellement constituée par du quartz et de la limonite, offrant des variétés de forme très curieuses qui seront décrites dans le tome III. Pendant plusieurs années, cette limonite a été exploitée ; les travaux ont montré qu'en profondeur elle renfermait de la pyrite et qu'à 22 mètres le filon est exclusivement formé par ce minéral. La partie supérieure du gîte n'est donc qu'un chapeau d'oxydation du filon pyriteux. La mine de Chizeuil est intéressante à cause des beaux cristaux de barytine qu'elle renferme. A 2 km. 5 de Chizeuil, à Montpenoux, se trouvent d'autres filons de pyrite grenue, un peu cuprifère : elle ne se trouve pas en cristaux distincts.

Nièvre. Le filon de Prabis près de Champrobert en Chide, aux environs de Luzy, n'a fourni que de la pyrite grenue, sans cristaux

distincts : le chapeau oxydé de ce filon a été exploité pendant quelque temps ; la gangue est quartzeuse et barytique.

Vosges. — [*Alsace*]. Le filon de Grandfontaine, à Framont, n'est pas sans analogie avec ceux de Chizeuil, cités plus haut. Les oxydes de fer, exploités pendant longtemps, font place en profondeur à de la pyrite aux dépens de laquelle ils se sont formés.

La pyrite est, du reste, souvent mélangée à l'hématite et à ses gangues. De beaux cristaux ont été trouvés notamment à Terlingoutte et dans la galerie de la Chapelle ; les formes les plus fréquentes sont p, $p\ a^1$, p, $1/2\ b^2$; j'ai moi-même observé de très gros cristaux offrant les formes $1/2\ b^2$ avec de petites facettes p ; enfin Carrière a signalé dans la pyrite de la Chapelle la combinaison $p\ a^1$, $1/2\ s$ [π (321)] dans une gangue de grenat, d'épidote, de magnétite et de calcite.

Alpes. — *Isère*. Des filons de pyrite aurifère ont été trouvés à Auris en Oisans. M. Kilian m'en a signalé dans les micaschistes de la rampe des Commères, sur la rive gauche de la Romanche, vis-à-vis Auris.

Algérie. — *Constantine*. M. Flamand m'a communiqué des échantillons provenant d'une nouvelle recherche effectuée aux environs de Bougie, sur des affleurements de filons de pyrite probablement en relation avec des roches éruptives tertiaires. La pyrite massive renferme des géodes dans lesquelles se trouvent, avec des cristaux de quartz, des cristaux de pyrite correspondant à deux types. L'un d'eux est caractérisé par la prédominance de $1/2\ b^2$ avec de petites facettes p et a^1, tandis que l'autre présente comme forme dominante l'octaèdre régulier avec presque toujours $1/2\ b^2$, p et parfois b^1, $1/2\ s$ [π (321)].

Je dois à l'obligeance du même savant des échantillons provenant d'Aïn-Sedma ; les cristaux sont cubiques avec de petites facettes a^1 ; ils sont accompagnés d'oligiste lamellaire.

b) *Amas interstratifiés dans les formations sédimentaires.*

Cévennes. — *Gard*. Il existe dans le Gard une série nombreuse d'amas de pyrite interstratifiés dans des assises jurassiques. Ils sont situés sur une ligne Sud-Ouest-Nord-Est ; ce sont ceux de : Saint-Martin-de-Pallières, la Baraquette des Adams (à 5 km. d'An-

duze), puis, au delà d'Alais, Saint-Julien-du-Pin, Saint-Martin-de-Valgalgues, le Soulier, Saint-Julien-de-Valgalgues, Panissière, Saint-Florent et Meyrannes.

Les deux gisements de Saint-Julien-de-Valgalgues et du Soulier seuls sont importants ; ils ont été étudiés par MM. A. Girard et H. Morin.

Celui de Saint-Julien-de-Valgalgues est situé à environ 7 km. N.-E. d'Alais ; il constitue un amas fusiforme entre le lias et l'oolithe moyenne. A la partie supérieure du gîte, la pyrite passe à un amas de limonite qui a été exploité dans les hauts-fourneaux de Tamaris. Dans la partie inférieure, elle est mélangée à de la calcite. A la jonction de la pyrite et de la limonite, la pyrite est tendre et imprégnée de mélantérite ; il est évident que le chapeau ferrugineux provient de l'altération de la pyrite. Ce minéral renferme des fossiles, ce qui indique bien que le gîte est dû à une imprégnation de couches sédimentaires.

Je n'ai pas eu entre les mains de cristaux de pyrite de ce gisement qui, par contre, m'a fourni de merveilleux cristaux de calcite (voir tome III). La gangue est formée par de la calcite, de la fluorine et un mélange de grès blanc et d'argile, ce qui donne au minerai de ce gisement une moindre valeur qu'à celui du Rhône, étudié plus haut ; la teneur en arsenic du minerai brut atteint 0,15 % d'après les essais de M. Aimé Girard.

Le gisement de Soulier, situé près de Saint-Julien, se trouve dans des conditions géologiques analogues, en amas indépendants dans le trias et l'infralias ; la gangue est constituée par un calcaire magnésien ; la pyrite de ce gisement est très altérable, mais à peine arsénicale (0,04 % d'arsenic).

Ardèche. Il existe dans l'Ardèche un certain nombre de gisements pyriteux qui sont sur le prolongement de ceux du Gard : Joyeuse, Privas, Soyons, Saint-Peray et Tournon.

La mine de Soyons seule a eu autrefois de l'importance ; elle se trouve en face de Valence et à 4 km. de cette ville ; la pyrite forme un amas interstratifié dans le trias au toit d'un banc dolomitique.

La pyrite de Soyons a un aspect caractéristique, elle est grise ou noirâtre, compacte, très dure. Elle se présente parfois en masses concrétionnées à structure fibreuse, très caractéristique. D'après les essais de M. Aimé Girard, elle est très arsénicale (0,39 % d'arsenic) et

contient parfois jusqu'à 0,47 % d'antimoine ; la gangue est argilocalcaire, avec traces de fluorine. Il est possible qu'une partie au moins des sulfures de fer de l'Ardèche et du Gard soit constituée par de la marcasite. Je n'ai pu m'en procurer d'échantillons cristallisés.

Saône-et-Loire. Voir page 604.

c) *Dans des filons métallifères divers.*

La pyrite se rencontre comme minéral accessoire dans tous les filons métallifères, elle y est plus ou moins abondante. On pourrait donc citer à ce point de vue tous les gisements énumérés aux articles *galène*, *blende*, *chalcopyrite*, *cuivres gris*, etc. Je me contenterai de citer dans ce paragraphe quelques gisements dans lesquels la pyrite est très abondante ou se distingue par quelque particularité intéressante.

Il y a lieu de signaler la fréquence, on pourrait presque dire la constance des dodécaèdres pentagonaux dans les cristaux de pyrite des filons ferrifères ou cuprifères à gangue de sidérose.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* La mine de galène de Pontpéan renferme du fer sulfuré, la marcasite semble y être plus abondante que la pyrite : des cristaux nets (1/2 b^2) de ce minéral y ont été cependant rencontrés dans des croiseurs du filon principal. Les pyrites sont postérieures à la blende. On verra plus loin la description de groupements réguliers de pyrite et de marcasite épigénisant la pyrrhotite.

Finistère. Les mines de Huelgoat et de Poullaouen ont fourni autrefois beaucoup de pyrite ; les échantillons que j'ai eus entre les mains sont constitués par des cubes avec de petites facettes 1/2 $b^{3/2}$ [π (320)] présentant des stries perpendiculaires aux arêtes p (fig. 8). Enfin je dois à l'obligeance de mon collègue, M. Gaudry, un échantillon dans lequel la forme dominante est le diploèdre 1/2 t [π (421)] avec (fig. 9) ou sans 1/2 b^2 p, a^1. Ces cristaux représentent une forme assez fréquente à Traversella.

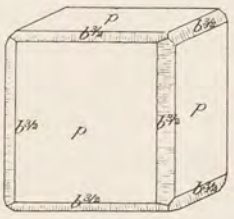


Fig. 8.
Pyrite de Huelgoat.

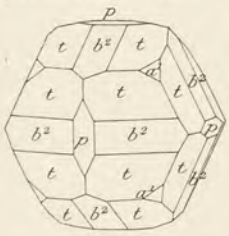


Fig. 9.
Pyrite de Huelgoat.

Les filons stannifères de la Villeder (voir à *cassitérite*) ont fourni autrefois de la pyrite, surtout abondante en

cubes; cependant M. de Limur m'a communiqué de curieux petits cristaux reposant sur du quartz et présentant une forme peu habituelle dans la pyrite, le trioctaèdre $a^{1/3}$ (331) avec de très petites facettes a^1 (fig. 10).

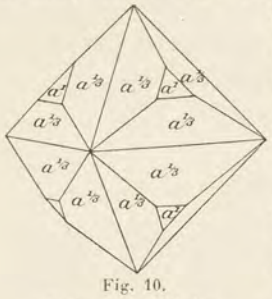


Fig. 10.
Pyrite de la Villeder.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. De beaux cristaux de pyrite ont été trouvés autrefois dans les filons cuivreux de Baigorry et notamment dans celui d'Orisson (voir à *panabase*). Ils présentent la forme p, $1/2\,b^2$ et sont associés à du quartz, de la dolomie, de la sidérose, de la galène, de la blende, de la chalcopyrite.

Le même minéral en jolis cristaux s'est rencontré dans les filons d'Ar près les Eaux-Bonnes (voir à *arite*). Ils accompagnent le quartz et la sidérose dans de grandes géodes. Ceux que j'ai examinés sont de grande taille ; ils dépassent 3 centimètres ; les seules formes distinctes sont $1/2\,b^2$ et a^1, les faces b^2 sont profondément cannelées, perpendiculairement aux arêtes cubiques ; les cristaux sont parfois aplatis suivant une face b^2.

Ariège. De petits cristaux cubiques de pyrite se trouvent dans les filons de galène de Cadarcet (Montcoustant).

Corbières. — *Aude*. Le filon cuprifère d'Escouloubre a fourni des cristaux très nets de pyrite ($1/2\,b^2$, avec p et a^1) engagés dans de la sidérose, du quartz et de la calcite. Le filon de galène de la Caunette (voir p. 499) renferme de la pyrite argentifère et aurifère qui est sans doute l'origine du principal chapeau d'oxydation de ce filon.

On la rencontre du reste dans les nombreux filons de cette région dont il sera question à l'article *sidérose* (voir tome III).

Cévennes. — *Gard*. Des filons de sidérose ont été exploités autrefois aux environs d'Alais dans les micaschistes du Rouvergue (le Valmy et Saint-Roman), et à une vingtaine de kilomètres de là, dans la mine de Palmesalade, à l'Affénadou-en-Portes ; dans ce dernier gisement, la sidérose forme un amas stratifié dans le houiller de la Grand-Combe. De nombreux minéraux cristallisés y ont été rencontrés en même temps que la sidérose dont les rhomboèdres atteignent 2 ^{cm}, ce sont les espèces suivantes : quartz, galène, blende, panabase, chalcopyrite, pyrite, bournonite, kaolinite. C'est probablement de ce dernier gise-

ment que proviennent des cristaux de sidérose associés à de la dolomie (voir tome III) que possède la collection du Muséum, avec la seule indication « Gard ». L'un d'eux supporte de très beaux cristaux de pyrite 1/2 b^2 avec de petites facettes b^1 (110) et a^1 (111). Les associations minérales de ce gisement rappellent celles de Saint-Pierre-du-Mésage, dont il sera question plus loin.

Plateau Central. — *Tarn.* La pyrite se rencontre assez abondamment dans la mine de galène et de blende de Peyrebrune près Réalmont (voir à *galène*). Elle est mélangée à ces sulfures dans leur gangue de calcaire ou de sidérose ; on la rencontre aussi intimement associée à la fluorine. Dans les géodes, elle recouvre souvent, sous forme d'enduits réguliers, les énormes cubes de fluorine qui constituent le minéral le plus intéressant de cette mine ; elle est aussi associée à des cristaux de calcite. La seule forme que j'ai observée est le cube, les cristaux généralement enchevêtrés présentent souvent de belles irisations.

Des cristaux nets (1/2 b^2) transformés en limonite sont englobés par le cinabre des filons quartzeux de Réalmont.

Corrèze. La pyrite est assez abondante dans le filon quartzeux de Meymac, dont il a été question à l'article du bismuth natif ; du soufre natif a été trouvé parmi les produits de sa décomposition.

Haute-Loire. La pyrite (p et 1/2 b^2) est très abondante dans le filon de stibine du Dahu en Lubilhac. On la trouve aussi dans les filons de Barlet en Lanjeac où elle est localisée aux épontes.

Charente. La pyrite est assez abondante dans les filons de galène des environs de Confolens, de Boyat près Brigneuil, et dans celui de stibine de Lussac près Étagnat.

Puy-de-Dôme. De petits cubes (p, 1/2 b^2) de pyrite se rencontrent à la surface de la blende et de la galène des mines de Pranal et de Rosiers ; à Pontgibaud, à la Brousse, on trouve aussi de petits octaèdres du même minéral présentant aussi de petites facettes 1/2 b^2.

La pyrite a été également abondante dans le filon Saint-Georges, à Roure où ce minéral a fourni à lui seul des colonnes compactes.

Les mines d'Auzelles ont donné de curieux échantillons de calcite (rhomboèdres b^1), épigénisés par de petits cristaux de pyrite (1/2 b^2) ; ces minéraux sont implantés sur quartz avec de la blende.

Des cubes de pyrite d'une assez grande taille accompagnent le mispickel du filon quartzeux de Boberty.

Loire. Les filons métallifères de la Loire sont tous plus ou moins riches en pyrite ; on peut citer à ce point de vue le massif du Pilat, les filons de Saint-Julien-Molin-Molette, de la Valla, de Saint Feréol, etc.

Des filons pyriteux, oxydés superficiellement, se trouvent, d'après Grüner, à Joncieux et au col de Saint-Meyras, entre Saint-Sauveur et Riotort, entre Boën et Noirétable.

La pyrite se trouve dans les filons de galène de Pont-la-Terrasse, soit en cubes, englobés par du quartz, soit en cristaux qui, dans les géodes, recouvrent le quartz. Ils sont souvent eux-mêmes recouverts à leur tour par du quartz plus récent : leur forme est $p\ 1/2\ b^2$.

Vosges. — [*Alsace*]. Les mines de Sainte-Marie-aux-Mines ont fourni parfois de bons cristaux de pyrite (mine de Gabe-Gottes, de Tirlingoutte et de Toussaint), mais ils ont toujours été peu abondants ; les principales combinaisons sont p, $p\ 1/2\ b^2$, $1/2\ b^2$. Ils sont souvent associés à la calcite et recouverts d'un léger enduit brun rouge d'oxydation.

Belfort. Le même minéral se trouve avec les mêmes formes dans les filons plombifères et cuprifères de Giromagny.

Haute-Saône. La pyrite, parfois aurifère, abonde dans les filons cuprifères et plombifères de Château-Lambert et de Plancher-les-Mines.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie*. La pyrite aurifère a été trouvée dans les mines des environs de Servoz (voir à *bournonite*) : mines de Roissy et de Vandagne, dans celles de Sainte-Marie-de-Fouilly ; les cristaux de ce dernier gisement, que j'ai examinés, sont constitués par des dodécaèdres pentagonaux ($1/2\ b^2$) engagés dans du quartz.

Savoie. De jolis cristaux de pyrite ont été trouvés jadis dans les mines de galène de Pesey près Moutiers. M. Dinetti a bien voulu me signaler un échantillon de ce genre que possède la collection de l'école des ingénieurs du Valentino, à Turin ; les cristaux implantés sur dolomie et quartz présentent les formes p, $1/2\ b^2$, $1/2\ b^{4/3}$ [π (430)], $1/2\ b^{5/3}$ [π (530)], $1/2\ s$ [π (321)], a^2 (211), $a^{1/2}$ (221).

Isère. La pyrite s'est rencontrée dans les filons argentifères de la montagne des Chalanches et dans les schistes cristallins au milieu desquels se trouvent ceux-ci. Les formes sont p, a^1, $1/2\ b^2$, $1/2\ b^2 p$, $1/2\ b^2\ a^1$.

Mais c'est dans les filons de sidérose de l'Isère que la pyrite s'est surtout rencontrée en magnifiques cristaux qui font l'ornement des collections minéralogiques ; les gisements des environs d'Allevard et de Vizille sont particulièrement intéressants à ce point de vue. La pyrite s'y trouve en cristaux implantés sur le quartz, la sidérose, la dolomie ; elle y est parfois associée à de la panabase, de la bournonite, de l'oligiste, etc.

Aux environs de Vizille, le gisement pyriteux le plus intéressant est celui de Saint-Pierre-de-Mésage. La pyrite y est engagée dans la sidérose (voir à *sidérose*), ses cristaux atteignent un centimètre de diamètre ; ils sont brillants, parfois superficiellement recouverts d'une pellicule rouge foncé d'oxyde ; leurs formes les plus communes sont $1/2\ b^2$, avec $1/2\ b^{6/5}$ [π (650)] et fréquemment a^1 (111) plus ou moins développée.

La fig. 11 représente un cristal plus complexe décrit par M. Groth (*Miner. Samml. Univ. Strassb.* pl. III, fig. 21) ; il offre la combinaison de $1/2\ b^2$ [π (210)], $1/2\ b^{6/5}$ [π (650)], $1/2\ b^{5/4}$ [π (540)], a^1 (111), a^2 (211) et s [π (321)].

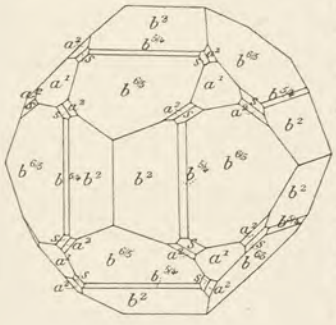


Fig. 11.
Pyrite de Saint-Pierre-de-Mésage.

C'est certainement de ce même gisement que proviennent deux cristaux implantés sur sidérose qu'a décrits vom Rath (*P. A.* CXLIV. 582. 1872). Ils ont été indiqués par lui comme provenant de Chichiliane ; l'un d'eux est du même type que les cristaux précédents et présente la forme $p\ 1/2\ b^2$, $1/2\ b^{6/5}$, a^2, $a^{1/2}$ (fig. 12) ; l'autre est remarquable par ce fait que la forme dominante y est le rhombododécaèdre b^1 (110) accompagné par les mêmes faces que dans le cristal précédent, avec en outre $1/2\ b^3$ [π (310)] (fig. 13). Cette opinion [1],

1. D'après les renseignements qu'a bien voulu me fournir M. Kilian, le territoire de Chichilianne est constitué par des marnes valanginiennes à fossiles pyriteux ; il n'y existe pas de filons susceptibles de fournir les cristaux décrits par vom Rath.

émise déjà par M. Groth, trouve sa confirmation dans l'étude que j'ai faite d'un bel échantillon de Saint-Pierre-de-Mésage, dans lequel de

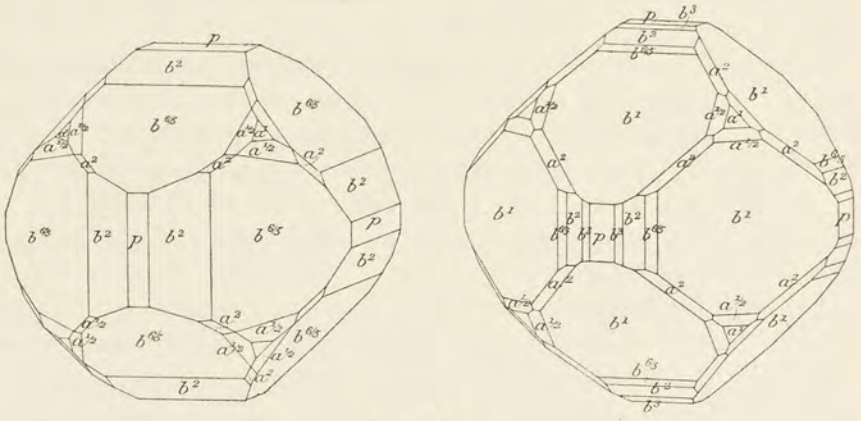


Fig. 12 et 13.

Pyrite de Saint-Pierre-de-Mésage.

gros cristaux de pyrite sont implantés sur quartz hyalin et sidérose. Ils présentent la forme 1/2 b^2 dominante, avec tantôt b^1 (110), tantôt $b^{6/5}$.

Les autres cristaux de ce gisement que j'ai étudiés se rapportent au même type, mais ne présentent pas b^1.

Les cristaux de Saint-Pierre d'Allevard sont très analogues à ceux de Saint-Pierre-de-Mésage ; ils offrent les mêmes associations minéralogiques. La fig. 14 représente, d'après Des Cloizeaux, un cristal de ce gisement offrant les formes p, 1/2 b^2, 1/2 $b^{4/3}$ [π (430)], a^1, a^2 ; c'est cette forme que j'ai observée dans les nombreux cristaux de ce gisement que j'ai examinés : a^1 et a^2 manquent parfois ; les cristaux offrent les combinaisons représentées par les figures 15 et 16. Dans un gros cristal de ce même gisement, j'ai trouvé les combinaisons 1/2 b^2, 1/2 $b^{7/5}$ [χ (750)], 1/2 $b^{6/5}$ [χ (650)], a^1, a^2.

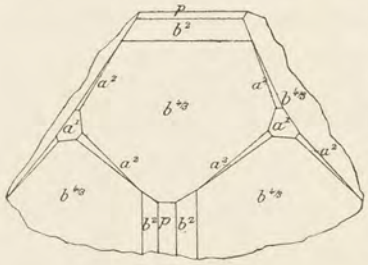


Fig. 14.

Pyrite d'Allevard.

J'ai observé un curieux échantillon de pyrite en gros dodécaèdres

pentagonaux 1/2 b^2 allongés suivant un axe quaternaire ; toutes les faces b^2 sont irrégulières, creusées de cavités arrondies, tandis que des faces a^1 et 1/2 s [π (321)] sont fort brillantes (fig. 16).

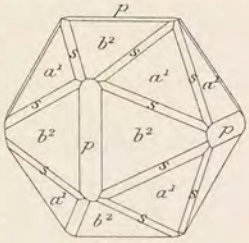


Fig. 15.
Pyrite d'Allevard.

Tous les dodécaèdres pentagonaux des cristaux des gisements dauphinois sont striés parallèlement à une arête cubique.

C'est peut-être de l'un des gisements précédents que provient le cristal représenté par la fig. 17, empruntée à Lévy (*op. cit.*) qui l'indique comme celle d'un cristal de pyrite de l'Isère, engagé dans un gros cristal de quartz. Il diffère cependant des cristaux précédents par la prédominance du diploèdre 1/2 s [π (321)]. J'ai observé un échantillon de sidérose d'Allevard supportant de petits cristaux ayant le même faciès que ce cristal, mais la forme dominante au lieu d'être s, est un diploèdre dont les faces font avec b^2 des angles voisins de 180° qui n'ont pu être déterminés avec précision ; les faces p et a^1 sont très réduites, ou même manquent complètement.

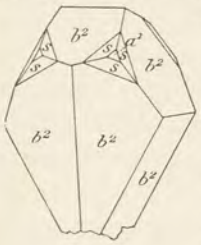


Fig. 16.
Pyrite d'Allevard.

Les cristaux dont il vient d'être question se trouvent dans des géodes de sidérose avec cristaux de quartz hyalin et parfois de panabase, de galène, de blende, etc. ; on rencontre aussi le même minéral engagé dans la sidérose ; les cristaux de ce genre sont réduits aux faces 1/2 b^2, généralement plus striées que dans les cristaux des géodes.

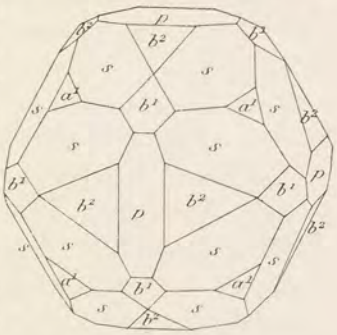


Fig. 17
Pyrite de l'Isère.

J'ai vu de beaux cristaux de la forme $p\ a^1$ indiqués comme provenant de Fresnay d'Oisans ; ils ont été probablement trouvés dans le filon qui a fourni les cristaux de panabase décrits plus loin.

La pyrite existe dans les filons concrétionnés de la Poype, d'Estressin (voir à *galène*).

4° *Dans les schistes cristallins et les schistes paléozoïques.*

a) *Dans les gneiss, les micaschistes et les amphibolites.*

Normandie. — *Manche*. Les schistes précambriens des environs de Cherbourg renferment en assez grande abondance de la pyrite en beaux cubes nets et plus rarement en dodécaèdres pentagonaux.

Côtes-du-Nord. J'ai eu entre les mains de beaux cubes de pyrite provenant des amphibolites de Jugon.

Loire-Inférieure. De gros cristaux de pyrite ($1/2\ b^2$) se rencontrent dans les gneiss de Couëron ; dans les amphibolites de la Martinière, ils se trouvent, soit dans la roche elle-même, soit dans ses fentes ; la forme dominante est $p\ a^1$. M. Baret a trouvé en outre de gros octaèdres réguliers dans les veines quartzeuses du Grand Auverni ; elles traversent des roches quartzeuses dans lesquelles la pyrite ne se trouve qu'en cubes.

Mayenne. De gros cubes de pyrite ont été trouvés, il y a quelques années, dans les schistes précambriens lors de la construction d'un pont à Saint-Fraimbault-de-Prières.

Rhône. Les fentes du gneiss de l'île Barbe, près de Lyon, sont parfois tapissées de croûtes cristallines constituées par des cubes de pyrite.

Haute-Loire. Les gneiss et micaschistes de la Haute-Loire sont localement pyriteux ; les cristaux $1/2\ b^2$ et plus souvent p ont été signalés par L. Pascal dans les localités suivantes : Servissac, Alleyras, Vieille-Brioude, Le Brignon, Saint-Germain, Saint-Just, Allègre, Saint-Pierre-Eynac, Vergougheon, Pont-du-Lignon, etc.

Alpes. — *Isère*. De jolis cristaux de pyrite $1/2\ b^2$ se trouvent dans les schistes talqueux de la chaîne des Grandes-Rousses, près du Bourg d'Oisans.

Corse. — La pyrite est abondante dans les schistes lustrés de l'île ; ceux-ci sont, par place, tellement imprégnés de ce minéral qu'ils en deviennent exploitables ; c'est ce qui a lieu notamment à Cardo près Bastia, à Lancone près la gorge de Bevinco, à Vezzani, à Frangone, etc. Cette pyrite est souvent assez riche en cuivre pour qu'on ait pu l'exploiter pour l'extraction de ce métal (Cardo, Frangone). La pyrite

de Vezzani, que j'ai vue, forme de grosses masses constituées par des cristaux $1/2\ b^2$ de plusieurs centimètres de diamètre portant de petites troncatures de l'octaèdre a^1 (111) et de diploèdres indéterminables. C'est probablement de ce gisement que viennent les cristaux compliqués de forme que Dufrénoy a cités en Corse, sans indications plus précises.

Algérie. — *Constantine*. M. Flamand m'a communiqué un chloritoschiste de Pendek renfermant des octaèdres nets de pyrite.

b) *Dans les cipolins.*

La pyrite est plus ou moins abondante dans tous les cipolins français (voir à *biotite*, tome I, page 332). Les gisements suivants m'ont seuls fourni de beaux cristaux.

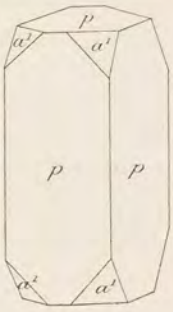


Fig. 19.
Pyrite d'Itsatsou.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Les cipolins, qui forment une bande presque continue au sud du massif cristallin du Labourd, renferment des cristaux de pyrite nets, mais généralement de petite taille. Dans la carrière d'Itsatsou, j'ai notamment recueilli de jolis cristaux $p\ a^1$ qui, par allongement suivant un axe quaternaire, prennent un aspect quadratique (fig. 19).

Ariège. La pyrite se présente dans les cipolins d'Arignac et de Mercus sous forme de cubes avec souvent a^1 (111) et $1/2\ b^2$.

5° *Dans les formations sédimentaires.*

La pyrite abonde comme produit accidentel des formations sédimentaires. Dans beaucoup de cas, elle peut être considérée comme contemporaine du sédiment, mais dans d'autres, sa formation est évidemment secondaire; c'est ce qui a lieu particulièrement pour tous les cristaux formés dans les fentes.

Les gisements français dignes d'intérêt à ce point de vue vont être successivement passés en revue par ordre chronologique.

a) *Dans les assises paléozoïques.*

α. Dans les assises siluriennes et dévoniennes.

Dans les schistes siluriens et dévoniens, la pyrite se trouve parfois

en cristaux très abondants et remarquablement nets : ce sont le plus souvent des cubes sans modifications.

Normandie. — *Calvados et Orne.* La pyrite forme de petits amas à la partie supérieure des grès armoricains (Bagnoles) ; elle se trouve aussi en nodules au milieu des couches de limonite qui séparent les grès armoricains des schistes à *Calymene* (May-sur-Orne). Dans ces derniers, la pyrite se trouve en cristaux cubiques généralement plus petits que ceux des schistes précambriens de la Manche.

Manche. De la pyrite en cristaux cubiques ou en masses se trouve dans la magnétite exploitée à Diélette.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* Les schistes ardoisiers siluriens de Fougeray, du Pré-Chatel renferment de beaux cubes de pyrite : dans ceux de Bain, ce minéral se rencontre plutôt sous forme de nodules fréquemment entourés ou pénétrés par du gypse fibreux. Dans les ardoises de Riadan, la pyrite se trouve non seulement en cristaux cubiques, mais encore en nodules et en épigénies de divers fossiles (*cystidées*, *trinucleus*, etc.). Ces épigénies sont souvent recouvertes de calcite fibreuse.

Côtes-du-Nord. La pyrite abonde dans les ardoisières siluriennes de Caurel ; elle s'y trouve en cubes.

Finistère. Les schistes dévoniens de la rade de Brest renferment de beaux cristaux cubiques de pyrite ou des sphéroïdes aplatis du même minéral qui s'oxyde facilement aux affleurements.

Loire-Inférieure. Des cristaux cubiques de pyrite souvent aplatis et groupés en masses testacées se rencontrent dans le calcaire dévonien d'Erbray ; j'ai observé dans les belles géodes de calcite du calcaire de Cop-Choux des cristaux de ce minéral entièrement recouverts par un enduit mince très brillant de pyrite.

Des cristaux cubiques de pyrite atteignant $1^{cm}5$ d'arête m'ont été signalés par M. Davy dans les grès siluriens qui s'étendent d'Erbray à Saint-Julien de Vouvantès et notamment au voisinage de cette dernière localité.

Mayenne. La pyrite, souvent en cristaux cubiques nets, est assez abondante dans le silurien de la Mayenne. Je dois à l'obligeance de M. Œhlert l'indication du niveau précis des gisements suivants : schistes ordoviciens à *Calymene Tristani* (Andouillé, Montsurs, etc.) ;

schistes ordoviciens à *Trinucleus Pongerardi* (Renazé), la pyrite s'y trouve, soit en cubes distincts, soit en épigénie du tégument de trilobites, des tiges d'encrines, etc.) ; grès du silurien supérieur (la Croixille, Le Genest, etc.) ; schistes ampéliteux du silurien supérieur (Loupfougères, Briassé en Entrammes [cubes et nodules]).

La pyrite se rencontre en outre en cubes nets dans le calcaire dévonien inférieur de Saint-Germain-le-Fouilloux, de Saint-Céneré, etc.

Je rappellerai que ce minéral forme parfois entre les feuillets des schistes ardoisiers, de curieuses dendrites qui ont été prises pour des restes de végétaux (*Eopteris Morieri*).

Anjou. — *Maine-et-Loire*. Les ardoises d'Angers (Angers, Trélazé, La Forêt en Combrié, etc.), sont célèbres par les beaux cubes de pyrite triglyphe (fig. 1) qu'ils renferment. Ils sont parfois associés à de la calcite. La pyrite s'y rencontre aussi dans les filons de quartz (cordes de chat) qui traversent les schistes ardoisiers ; elle est parfois accompagnée par un peu de galène, de blende, de sidérose, de chlorite, etc. Des cristaux cubiques et des rognons atteignant 15^{cm} de diamètre se trouvent aussi dans les calcaires du silurien supérieur de Chaudefonds et dans les calcaires de la Meignanne : la pyrite de ces gisements est souvent oxydée.

Pyrénées. — Les schistes paléozoïques des Pyrénées sont riches en pyrite, ainsi qu'en témoignent les fréquentes concrétions de sulfates de fer, qui se forment à leur surface. Les suivants seuls cependant méritent d'être cités pour la beauté de leurs cristaux.



Fig. 20.
Pyrite cubique dans schiste ardoisier de Lourdes.
(*Photographie un peu réduite.*)

Basses-Pyrénées. M. de Limur m'a communiqué de beaux cubes de pyrite recueillis dans les schistes ardoisiers de Louvie près Laruns.

Hautes-Pyrénées. Les ardoises siluriennes de Lourdes sont riches en beaux cristaux cubiques

de pyrite qui se trouvent dans toutes les collections (fig. 20). Il en existe également à Labassère, à Saint-Créac (carrière Majesté).

Dans ces gisements, la pyrite ne se rencontre pas seulement en cristaux distincts, elle tapisse aussi des joints, formant des placages ayant plusieurs mètres carrés.

Haute-Garonne. La pyrite cubique est fréquente dans les schistes siluriens des environs de Bagnères-de-Luchon. On peut notamment citer ceux du Pont de Cubère où M. Gourdon l'a trouvée dans les schistes à *Orthoceras* (Poubeau dans la vallée de Larboust, Juzet, la Casseyde près Luchon, etc.).

Ariège. Les calcaires métallifères siluriens de Rancié en Sem renferment de gros cristaux $1/2\ b^2$ de pyrite, souvent en partie transformés en limonite.

Corbières. — *Hérault*. Dans le dévonien supérieur de l'Hérault, les goniatites sont souvent transformés en pyrite (Nefflez, Vailhan) qui, elle-même, est épigénisée en limonite.

Ardennes. — De magnifiques cubes de pyrite abondent dans les ardoises vertes cambriennes de Monthermé, Deville, Rimogne ; ils sont souvent concentrés dans des lits distincts et présentent de remarquables phénomènes de déformation et d'étirement. Les cristaux de Rimogne ont souvent plusieurs centimètres d'arête.

b) *Dans les assises permo-carbonifères*.

D'une façon générale, la pyrite se rencontre dans tous les bassins houillers sous forme de cristaux, de lentilles, de veinules, de minces placages aussi bien dans la houille elle-même que dans les schistes, grès, etc., qui l'accompagnent. Je ne citerai que les gisements dont j'ai pu examiner des échantillons. L'oxydation de cette pyrite, souvent très finement divisée a, dans certains cas, une influence sur les inflammations spontanées de la houille, soit dans les gisements souterrains, soit dans les déblais de mines extraits et amenés au jour. On verra à l'article *salmiac* que dans beaucoup de cas, ces incendies spontanés paraissent dus à une autre cause (voir aussi à *marcasite*).

Les cristaux de pyrite de la houille appartenant aux types cubiques, octaédriques ou dodécaédriques, sont souvent remarquables par leur structure polysynthétique.

Flandre et **Artois**. — *Nord et Pas-de-Calais*. Bien que la pyrite ne soit pas rare dans le bassin du Nord et du Pas-de-Calais, peu de gisements se recommandent d'une façon particulière par l'abondance ou la beauté des échantillons de ce minéral. D'après les renseignements que je dois à l'obligeance de M. G. Léon, il existe dans le Pas-de-Calais, entre la base du houiller productif et du calcaire carbonifère, une zone de schistes stériles qui, au voisinage du calcaire, devient riche en petits grains de pyrite; cet horizon pyriteux paraît très constant. On peut citer comme gisements où il a été notamment reconnu : Fléchinelle en Ligny-lès-Aire, Auchy-aux-Bois, Douvrin, Carvin, Vendin, Lens (*Pas-de-Calais*), Annœulin (*Nord*).

M. Domézon m'a communiqué d'intéressants échantillons de pyrite des mines de Courrières : ce sont des cubes avec ou sans $1/2\ b^2$ présentant les formes des fig. 25 à 27; ils dépassent 2 centimètres de plus grande dimension. Ces cubes présentent en outre parfois de curieuses déformations, très analogues à celles de la fluorine de Romanèche : ils sont étirés suivant un axe ternaire à l'une des extrémités duquel les arêtes p sont rectilignes, alors qu'à l'autre les faces sont courbes et déformées.

M. Léon m'a remis des échantillons de pyrite cubique de la concession d'Anzin (*Nord*), Saint-Mark, La Grange, Haveluy. Dans ces gisements, il existe aussi du sulfure de fer dans les veinules de calcite traversant les couches houillères; il est possible qu'une partie de celui-ci soit constituée par de la marcasite; les échantillons que j'ai étudiés sont insuffisants pour que je puisse l'affirmer. A Saint-Mark, la pyrite est parfois associée à de la barytine et à de la blende.

La pyrite se trouve aussi dans cette région en très mince placage dans les diaclases de la houille; celles-ci sont irisées et c'est à leur abondance que la Veine bleue de l'Escarpelle doit son nom.

Normandie. — *Calvados*. La pyrite est abondante dans le terrain houiller de Littry. Les écailles des poissons ganoïdes des schistes permiens de la même localité sont souvent transformées en pyrite (M. Bigot).

Bretagne. — *Mayenne*. Des cubes très nets de pyrite m'ont été signalés par M. Œhlert dans le calcaire carbonifère d'Argentré (niveau de Sablé), de Rouessé près Laval (niveau de Laval), dans les schistes de la Couldre en Entrammes; dans l'anthracite (carbonifère moyen) de la

Bazouge, de Chéméré, dans celui (carbonifère supérieur) de Lhuisserie, Montigné, Le Genest, Sablé, etc.

Corbières. — *Hérault*. La pyrite est peu abondante dans le bassin houiller de Graissessac; elle se rencontre, au contraire, en assez grande quantité plus à l'est, dans celui du Bousquet d'Orb. Grâce à l'obligeance de M. Parisse, il m'a été possible d'étudier un certain nombre d'échantillons de pyrite de ces deux centres houillers; ils présentent les mêmes particularités.

Cette pyrite est toujours cristallisée en cubes avec rarement de petites facettes $1/2\ b^2$, a^1 et plus rarement encore avec le diploèdre $1/2\ s\ [\pi\ (321)]$ (fig. 21). Ces cristaux présentent au plus haut point la structure polysynthétique qui se retrouve dans presque tous les cristaux de pyrite de la houille. Chaque cube est constitué par le groupement à axes parallèles d'un très grand nombre de petits cristaux de la même forme. Les individus élémentaires de ces groupements ne sont jamais rigoureusement parallèles, il en résulte que les faces très brillantes des cristaux présentent une série de réflexions voisines quand on les regarde devant une lumière; de plus, les lignes de suture des individus sont fort nettes. Quelquefois les individus constituant les groupements sont disposés de telle sorte que les faces cubiques sont concaves et rappellent celles des cristaux de smaltite des Chalanches.

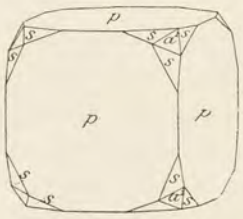


Fig. 21.
Pyrite.

Ces groupements présentent des déformations plus intenses conduisant à des cubes à faces contournées qui rappellent tout à fait comme forme les rhomboèdres en selle de la dolomie. Dans aucun autre gisement, je n'ai observé d'exemples aussi nets de ces déformations.

Ces cristaux de pyrite ne forment pas seulement de volumineux nodules; ils sont souvent isolés dans la houille en petits groupements ne dépassant pas quelques centimètres de diamètre.

Cévennes. — *Gard*. J'ai eu entre les mains de fort beaux cristaux de pyrite provenant des mines de Rochebelle; ils sont constitués par les deux formes a^1 et $1/2\ b^2$ seules ou associées (fig. 22 à 24).

D'assez beaux échantillons de pyrite ($1/2\ b^2$ et p, avec ou sans a^1 et $1/2\ b^2$) se rencontrent aux mines de Salles et Montalet à Gagnières; ils

sont engagés dans la houille, les schistes ou les grès. Les cristaux que m'a remis M. Nagel dépassent 1 cm de plus grande dimension.

Dans la concession de la Grand-Combe, la pyrite se présente en cubes ou en dodécaèdres pentagonaux 1/2 b^2, d'après les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Bouquet. Il existe aussi, dans les fentes des grès et des schistes houillers, des géodes tapissées de petits cubes striés, à faces très brillantes, groupés en grand nombre à axes plus ou moins parallèles.

Plateau Central. — Parmi les nombreux bassins ou lambeaux houillers du Plateau Central, il y a lieu de faire une mention spéciale pour les suivants au point de vue de la pyrite.

Ardèche. Les mines de Prades, Nieigles et Sumène sont à citer pour les cristaux de pyrite qu'ils renferment : ce sont des cubes avec ou sans petites facettes 1/2 b^2 et a^1 ; ils sont réunis parfois en grand nombre; ceux que m'a remis M. Couderc dépassent souvent 1 cm d'arête.

Tarn. Les mines de houille d'Albi renferment de très beaux cristaux de pyrite, présentant des particularités curieuses ; ils atteignent 4 cm 5 d'arête, mais sont rarement entiers ; ils sont constitués par l'agglomération à axes parallèles d'un très grand nombre de cristaux ayant la même forme ; ce sont des cubes avec de petites facettes a^1 et 1/2 b^2 (fig. 31). Toutes les faces du cristal présentent des décroissements en escaliers. Quelques-uns de ces cristaux sont réduits à trois faces à peu près régulières, formant un pointement trièdre, qui surmontent une masse irrégulière. On rencontre aussi des nodules arrondis, à surface moirée qui, dans certaines positions, montrent une série de réflexions sur des plans parallèles en escaliers correspondant à des faces p ou a^1. Les cristaux nets de ce gisement sont parfois saupoudrés d'une grande quantité de petits cristaux du même minéral, ayant la même forme.

On trouvera plus loin la description de la marcasite qui se rencontre dans la houille de Carmaux. Parmi ces cristaux, j'ai trouvé quelques échantillons de pyrite. Ce sont des cubes groupés à axes imparfaitement parallèles. Leurs faces et leurs arêtes sont souvent courbes; des facettes a^1 (111) et plus rarement 1/2 b^2 les accompagnent. Ces cristaux sont associés à la pyrite sans se grouper géométriquement avec elle.

Aveyron. La pyrite est rare en cristaux distincts dans le bassin houiller d'Aubin. Elle s'y rencontre dans les fissures de la houille et des roches houillères en octaèdres petits, mais fort nets, dont les sommets sont généralement tronqués par des facettes cubiques ; de très petites facettes $1/2\ b^2$ sont plus rares (fig. 22 et 28). Les échantillons que j'ai étudiés m'ont été donnés par M. Masson ; leurs fentes sont tapissées en outre par des cristaux de gypse et par de la kaolinite pulvérulente.

Creuse. La pyrite est abondante dans le houiller de la Creuse et particulièrement dans le bassin d'Ahun. Grâce à l'obligeance de M. Raffard, j'ai pu examiner une série d'échantillons pyriteux, recueillis dans la mine de Lavaveix-les-Mines ; ils constituent des nodules renfermant parfois de petits lits interstratifiés de houille ; dans d'autres cas, ils sont constitués par des groupements de cristaux atteignant plusieurs centimètres. Quand on les frappe superficiellement, il est possible de faire sauter une enveloppe schisto-charbonneuse, enveloppant des faces souvent fort nettes. Ces cristaux appartiennent à deux types : les plus gros sont des dodécaèdres pentagonaux ($1/2\ b^2$) (fig. 24,

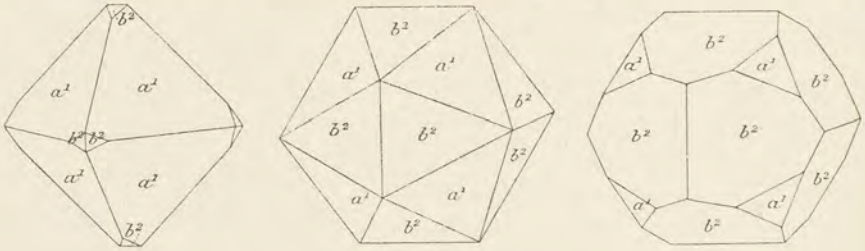


Fig. 22 à 24.

Pyrite. Combinaisons de a^1 et de $1/2\ b^2$.

27 et 30), souvent déformés et dont l'éclat moiré traduit la structure polysynthétique. Dans les autres cristaux, l'octaèdre est très développé, tantôt il est seul et tantôt il est accompagné des faces $1/2\ b^2$ et parfois p (fig. 22 et 28). Il n'est pas rare de rencontrer des pseudo-icosaèdres, formés par l'égal développement de a^1 et de $1/2\ b^2$ (fig. 23).

Puy-de-Dôme. Les mines de Brassac sont aujourd'hui pauvres en pyrite. On y a trouvé autrefois des cristaux de ce minéral particulièrement nets (p et $1/2\ b^2$).

Des lentilles de pyrite compacte se rencontrent dans la couche inférieure de la houille exploitée à Messeix ; le même minéral se ren-

contre à l'état très divisé dans les houilles friables et dans les schistes. Je n'ai observé aucun cristal distinct dans la série d'échantillons que m'a communiquée M. Patelin.

Loire. La pyrite est assez fréquente dans le bassin de Saint-Étienne, mais ne s'y trouve pas en très beaux cristaux.

Dans les mines de la Roche-la-Molière et de Firminy, elle se trouve surtout en mince placage dans la houille : cependant M. Voisin m'a communiqué d'intéressants nodules de fer carbonaté lithoïde renfermant, dans leur masse, de nombreux petits cristaux de pyrite, qui se trouvent également en abondance à leur périphérie. Ces cristaux ont des faces très brillantes et sont fréquemment irisés. Leur structure polysynthétique est remarquable ; les plus réguliers sont constitués par des groupements à axes parallèles d'un grand nombre d'individus à faces p, très cannelées, présentant en outre des facettes $1/2$ b^2 et a^1 très planes (fig. 25 à 27 et 30). Souvent aussi ces cristaux se groupent d'une façon quelconque pour constituer des globules de quelques millimètres de diamètre, limités de toutes parts par de brillantes facettes.

Les cristaux de pyrite des houillères de Montrambert et de la Béraudière, que m'a remis M. Murgue, sont très disséminés dans la houille : ils se concentrent dans les laveurs. Ce sont des cubes, groupés à axes plus ou moins parallèles ; leurs faces sont fréquemment courbes et les groupements selliformes ne sont pas rares. Une particularité curieuse réside dans les groupements constitués par l'enfilement d'un grand nombre de cristaux de taille décroissante le long d'un même axe ternaire. Ces assemblages offrent une grande analogie avec les figures de décroissement tétraédrique d'Haüy.

La pyrite des mines de la Perronière à la Grand-Croix, que j'ai étudiée, m'a été communiquée par M. Charousset. Elle est abondante, en masses compactes dans lesquelles ne se rencontrent qu'en petite quantité, des cristaux cubiques.

Allier. Dans le bassin houiller de Commentry, la pyrite, seule ou mélangée avec de la sidérose, forme quelquefois l'axe de troncs d'arbres fossilisés. De bons cristaux cubiques, parfois associés à de la kaolinite, ont été trouvés dans les fentes des diverses roches houillères.

On ne rencontre plus aujourd'hui les gros cristaux de pyrite de plus d'un centimètre d'arête qui ont été trouvés autrefois dans la houille des

mines de Commentry et de Montvicq. C'étaient des cubes, souvent très groupés à axes imparfaitement parallèles, avec ou sans $1/2\ b^2$ et a^1. Par suite de développement inégal, les cristaux présentent parfois un aspect pseudorhomboédrique.

D'après les documents que je dois à l'obligeance de M. Buisson, la pyrite ne se retrouve aujourd'hui dans ces mines que sous forme de minces placages ou de nodules constitués par de très petits cristaux à faces éclatantes, dans lesquels c'est tantôt le cube et tantôt l'octaèdre régulier qui domine, ils sont surtout associés $1/2\ b^2$ (fig. 22 à 30). Ces nodules ont parfois une structure miarolitique dont les vides sont souvent remplis par de la sidérose.

La pyrite n'existe pas en beaux cristaux dans les mines de Doyet ; les échantillons que m'a communiqués M. Obé sont de petits cubes avec facettes a^1 ; ils se trouvent d'ordinaire dans les fentes de la houille ou des schistes, touchant à leurs deux parois et ne pouvant par suite être dégagés que très difficilement.

Dans les mines de Ferrières, la pyrite constitue de gros nodules grenus à la surface desquels ne se trouvent que de très petits cristaux $a^1\ 1/2\ b^2$. Il en est de même à Bezenet. Dans cette mine, le type cubique domine avec souvent $1/2\ b^2\ a^1$; les échantillons que j'ai étudiés ont été recueillis par M. Lévy.

Nièvre. La mine de la Machine près Decize renferme de beaux échantillons de pyrite. Ceux de la houille et des schistes houillers offrent une grande analogie avec ceux du bassin d'Ahun. Dans les

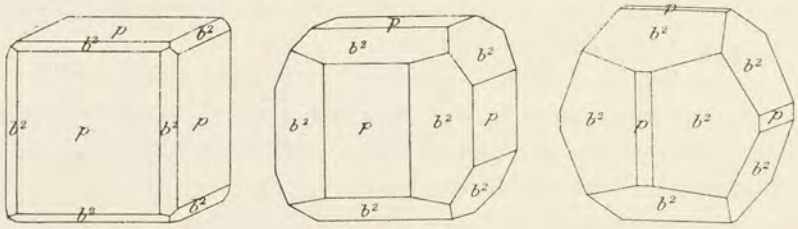


Fig. 25 à 27.

Pyrite. (Formes communes.)

échantillons que j'ai pu examiner, grâce à M. Busquet, j'ai observé divers types :

1° Cubes très déformés à faces bombées à arêtes courbes par suite d'oscillation avec $1/2\ b^2$ (fig. 25 et 26) ; 2° cristaux avec $1/2\ b^2$ dominant,

présentant en outre parfois p et a^1 (fig. 24,27 et 30); les faces a^1 et p sont très brillantes alors que celles de 1/2 b^2 sont ternes ; dans d'autres cristaux, toutes les faces sont également brillantes ; 3° cristaux avec l'octaèdre dominant, mais toujours associé à 1/2 b^2 et à p (fig. 28 et 29).

Les cristaux de ces divers types dépassent souvent 2 cm de plus grande dimension ; ils se groupent à axes parallèles pour former des nodules de plus grande taille, creusés de cavités plus ou moins profondes.

Les fentes des grès houillers sont parfois recouvertes d'une croûte de pyrite grossièrement fibreuse ayant 5 à 6 mm d'épaisseur ; leur surface libre est formée par un enchevêtrement de faces dans lesquelles on peut reconnaître p, a^1, 1/2 b^2, avec prédominance des deux premières formes ; elles sont recouvertes par de très petits cristaux de calcite.

Saône-et-Loire. Les gisements houillers de la Chapelle-sous-Dun près la Clayette renferment, d'après Drian, des cristaux de pyrite (p a^1).

D'après les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Gardon, ce minéral ne se trouve pas aujourd'hui en cristaux distincts, mais en

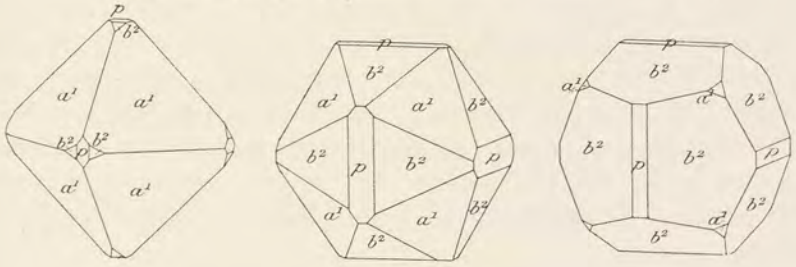


Fig. 28 à 30.

Pyrite. (Formes communes.)

masses constituées par l'empilement de lames minces formant parfois des masses cloisonnées, dues au remplissage par la pyrite de minces fissures du charbon.

Les mines de Montceau fournissent de beaux cristaux de pyrite dont j'ai étudié quelques échantillons communiqués par M. Suisse. Ce sont des cubes avec ou sans 1/2 b^2 et a^1, formant souvent de beaux groupes ; fréquemment leurs arêtes sont courbes et les cristaux sont réunis en éventail ; ils dépassent 1 cm de plus grande dimension. Des cristaux plus petits, à faces arrondies, sont accompagnés de marcasite.

M. Piffaut a bien voulu me recueillir, dans les mines de Perrecy-les-Forges, une série d'échantillons de pyrite ; les cristaux sont peu abondants ; ce sont des cubes atteignant 1 cm d'arête, les faces 1/2 b^2, a^1 et 1/2 s [π (321)] existent aussi quelquefois (fig. 31 à 33).

Dans cette même mine, se rencontrent des groupements de cubes

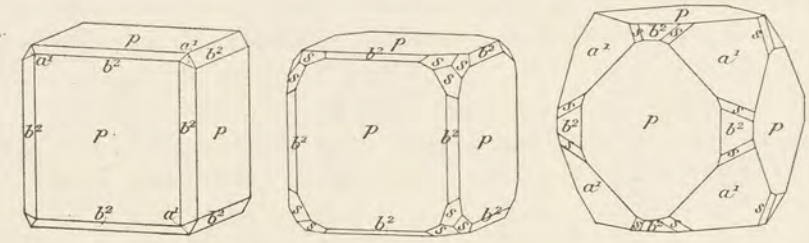


Fig. 31 à 33.

Pyrite de Perrecy-les-Forges.

disposés en éventail, remarquables par leur régularité ; ils peuvent être comparés comme aspect à l'échantillon de prehnite représenté par la fig. 8 de la page 275 du tome I.

Je dois à l'obligeance de M. Schneider une série des cristaux de pyrite provenant du Creusot (puits Saint-Paul) (1/2 b^2) et de Montchanin (puits Wilson et concession de Longpendu) ; ils sont assez variés de forme (fig. 25 à 30). Ils ont la structure polysynthétique habituelle, sont souvent groupés en éventail, en associations selliformes rappelant celles de Graissessac. Ils se réunissent fréquemment pour constituer de petits nodules ayant plusieurs centimètres de diamètre.

Les travaux effectués autrefois entre cinq et six cents mètres dans le puits de la Drée, à Épinac (houiller inférieur), ont fait découvrir un amas de pyrite, ayant quatre à cinq mètres d'épaisseur. Il a été exploité pendant quelque temps.

Vosges. — *Haute-Saône*. La pyrite n'est pas rare en cristaux, en rognons et en enduits dans les roches houillères et dans la houille de Ronchamp et de Champagney. M. Luc m'a communiqué quelques échantillons de cette mine ; les cristaux sont petits, mais très éclatants, parfois associés dans des géodes à des rhomboèdres de dolomie. Ce sont des cubes très striés avec ou sans a^1 et 1/2 b^2. Dans quelques cristaux, c'est cette dernière forme qui domine.

Alpes. — *Savoie*. De très beaux cubes de pyrite, parfois engagés dans le quartz, se trouvent dans le houiller de la Tarentaise et notamment aux environs de Moutiers.

Isère. Le même minéral est abondant dans les mines d'anthracite (base du carbonifère supérieur) des environs de Lamure (Peychagnard en Susville, La Motte d'Aveillans).

Il s'y présente sous les deux types dodécaédrique et cubique. Les dodécaèdres pentagonaux ($1/2\ b^2$) sont parfois associés à des facettes cubiques et octaédriques (fig. 23, 27, 29 et 30) ; ils se groupent en grand nombre pour former dans les schistes des veinules atteignant 2^{cm} d'épaisseur ; celles-ci sont hérissées de pointements cristallins, englobés par les schistes et possèdent une structure grossièrement fibreuse. Dans les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Bouvier, ces fibres n'ont pas d'orientation géométrique constante, car si quelques-unes sont bien sur le prolongement d'un pointement ternaire de cristaux ($1/2\ b^2$) faisant saillie extérieurement, le plus grand nombre semblent orientées d'une façon quelconque par rapport à ceux-ci. Les cubes, souvent très déformés, atteignent 3^{cm} suivant un axe quaternaire. De très petits cristaux (pa^1), à faces brillantes, saupoudrent de jolis rhomboèdres selliformes qui accompagnent le quartz hyalin dans des filonnets traversant la formation anthracifère. La pyrite de ces gisements est très altérable.

Le même minéral abonde aussi en blocs dépassant la grosseur du poing dans les schistes du houiller supérieur de Communay.

c) *Dans les assises secondaires.*

La pyrite abonde dans les terrains secondaires, soit en cristaux distincts, soit sous forme d'épigénies organiques.

α. Marnes à fossiles pyritisés.

Je m'occuperai tout d'abord des principaux niveaux dans lesquels se trouvent en grande quantité des fossiles et surtout des céphalopodes transformés en pyrite, pour étudier ensuite les gisements donnant des cristaux indépendants de pyrite.

Il est à remarquer que ces épigénies de fossiles se trouvent surtout dans les sédiments à faciès vaseux, qu'elles manquent dans ceux à faciès oolithique ou corallien. La pyrite résulte évidemment de la réduc-

tion du gypse par des matières organiques en présence d'oxyde de fer. C'est cette même réaction qui, aujourd'hui encore, dans les vases de nos côtes, donne naissance à de la pyrite cristallisée.

Dans le *jurassique*, la pyrite sous forme d'épigénie de divers fossiles est particulièrement abondante à certains niveaux dans les marnes du *lias* (moyen et supérieur), du *bajocien*, du *bathonien*, du *callovien*, de l'*oxfordien*.

Dans le *crétacé*, il existe aussi des niveaux de marnes à ammonites pyriteuses dans le *valanginien*, le *hauterivien*, le *barrémien*, l'*aptien* et enfin le *cénomanien*.

Dans un grand nombre de gisements, ces fossiles ne se trouvent aux affleurements qu'à l'état de *limonite*, produite par altération hépatique de la pyrite ; ils sont souvent alors accompagnés de cristaux de gypse.

Il est fort probable qu'une partie de ces épigénies organiques sont constituées par de la marcasite et non par de la pyrite. Il n'est guère possible d'établir la distinction certaine entre ces deux formes du sulfure de fer, en l'absence de formes cristallines déterminables, quand il s'agit d'échantillons trop impurs pour que la détermination précise de la densité puisse être faite. J'ai donc rangé tous ces gisements à l'article pyrite, beaucoup d'entre eux fournissant accessoirement des cristaux de pyrite cubiques, en même temps que les pseudomorphoses dont je m'occupe ici.

Il serait sans intérêt de citer les innombrables localités où se trouvent ces fossiles pyriteux. Je me contenterai de citer quelques gisements typiques, intéressants par l'abondance ou la belle conservation de ces épigénies ; ces noms de localités ont été relevés dans diverses publications géologiques ; j'ai étudié personnellement quelques-uns de ces gisements et d'autres enfin m'ont été obligeamment signalés par MM. Arnaud, Blayac, Breton, Bigot, Collot, Fournier, de Grossouvre, Haug, Kilian, Paquier, Péron, Petitclerc, Welsch.

Jurassique.

Lias moyen.

Calvados. (Tilly-sur-Seulles, Fontenay-le-Pesnel, Subles, et en général tout le Bessin.)

Cher. (Saint-Amand, Sancoins.)
Corrèze. (Brive.)
Aveyron. (Villefranche, Millau.)
Dordogne. (Nontron, Thiviers.)
Jura. (Salins.)
Doubs. (Besançon.)
Belfort. (Belfort.)
Haute-Saône. (Environs de Vesoul, entre Grattery et Vaivre.)
Côte-d'Or. (Veraney, Pouillenay, tout l'Auxois.)
Yonne. (Environs d'Avallon.)
Nièvre.
Saône-et-Loire. (Génelard.)

Lias supérieur.

Vienne. (Environs de Poitiers, entre Ligugé et Smarves, pont de la Bournigale, Bénasse près Couhé, Civray.)
Haute-Vienne. (Saint-Barbant.)
Aveyron. (Fressac, Millau.)
Lozère. (Lauvéjols.)
Lot-et-Garonne, *Tarn-et-Garonne.* (Vallée de la Bonnette et bordure méridionale du dôme de la Grésine.)
Saône-et-Loire. (La Croix-Blanche, Chevagny, Solutré.)
Yonne. (Vassy-lès-Avallon.)
Ardennes.
Doubs. (Valentin.)
Haute-Saône. (Motte de Vesoul.)
Nièvre, *Cher*, *Indre*, *Deux-Sèvres.*
Savoie. (Saint-Colomban-lès-Villard.)

Bajocien.

Hautes-Alpes. (Gap.)
Basses-Alpes. (Beaumont près Digne.)

Bathonien.

Basses-Alpes. (Digne.)
Bouches-du-Rhône. (Saint-Marc près Aix.)

Callovien.

Pas-de-Calais. (Le Wast près Boulogne.)
Calvados. (Villers, falaises de Dives et des Vaches noires.)
Ardèche. (La Voulte.)
Haute-Marne. (Bologne, Liffol.)
Jura. (Palente près Besançon.)
Basses-Alpes. (Les Blaches près Castellane, Dourbes.)
Meuse, *Vosges*, *Doubs*, *Cher*, *Deux-Sèvres*, *Vendée*.

Oxfordien.

Jura. (Champagnole, Andelot, La Brissière.)
Doubs. (Tarcenay, Epeugney, Arc-sous-Montenot, Trepot, Palente près Besançon.)
Ain. (La Chartreuse de Sélignat près Arnans, Saint-Rambert-en-Bugey, Nantua.)
Cher. (Châteauneuf sur Cher.)
Saône-et-Loire. (Flacé-lès-Mâcon.)
Meuse, *Vosges*, *Haute-Marne*, *Deux-Sèvres*, *Vendée*.
Basses-Alpes. (Col de Font Freye, près le Poil.)
Bouches-du-Rhône. (Vallée de Vauvenargues, près Aix.)
Pas-de-Calais. (Le Wast, près Boulogne.)

Crétacé.

Valanginien.

(Les *Alpes françaises* depuis la *Savoie* jusqu'aux *Alpes-Maritimes* et notamment : l'*Isère* (Grande-Chartreuse, Chichiliane), la *Drôme* (Chatillon-en-Diois.)
Basses-Alpes. (Montagne de Lure, Haut-Château près Novante, Lioux près Senez, Pont-Julien près St-André de Néouilles, Cheiron près Castellane.)
Gard. (Saint-Hippolyte.)

Hauterivien et Barrémien.

Drôme, *Basses-Alpes*.

Constantine. (Djebel-Ouach, la Taya, Medjez, Sfa près Duvivier, Djebel Djaffa.)

Aptien.

Yonne. (Gurgy.)
Haute-Marne. (Saint-Dizier.)
Vaucluse. (Gargas près Apt.)
Basses-Alpes. (Carniol, Hyéger près Moriez, Pramatou près Vergons, Lioux près Senez, Blieux, Banime, etc.)
Drôme. (Environs de Saillans, Rovans.)
Constantine. (Oued Chéniour.)

Albien (gault).

Haute-Marne. (Montiérender.)
Ardennes, *Haute-Saône*.
Aube. (La Villeneuve-aux-Chênes, Dienville.)
Côte-d'Or. (Bèze, Pontailler.)
Constantine. (Oued Chéniour, Djebel Amar Kaddou.)

Cénomanien.

Alger. (Oued Chéniour.)
Constantine. (Berrouagnia, Boghar.)

β. Gisements de cristaux de pyrite.

Dans les assises triasiques.

Corbières. — *Aude*. De très jolis cristaux de pyrite ($1/2\,b^2$) avec macle de Lurdé (fig. 43) se rencontrent dans le gypse de Fitou (voir à *epsomite*).

Pyrénées. — Les calcaires, les marnes et les gypses qui, dans les Pyrénées, sont attribués au trias sont généralement riches en cristaux de pyrite; ceux-ci seront décrits page 619, car ils se trouvent surtout en abondance là où les roches dont nous nous occupons ici sont métamorphisées par les ophites ou la lherzolite.

Vosges. — *Haute-Saône*. Les assises gypseuses et salifères keupériennes de la Haute-Saône sont recouvertes, à Gouhenans, par des couches de houille très pyriteuse, associée à des schistes argileux. J'ai pu examiner une série d'échantillons de ce genre, grâce à l'obli-

geance de M. Baissac. La pyrite est disséminée dans la houille dure et dans la houille tendre ; mais c'est dans cette dernière seulement que se rencontrent les cristaux distincts ($p\,a^1$) avec parfois de petites facettes a^3 (311) (forme semblable à celle de la fig. 59). Le gypse fibreux ne se rencontre que dans la houille dure, à un niveau inférieur à celui de la houille tendre. Les schistes qui forment le toit de la couche de houille renferment de gros nodules globuleux ou arrondis de pyrite un peu blanche, rappelant par leur forme ceux de la craie ; ils sont formés par des cubes enchevêtrés.

La pyrite de Gouhenans est extraite par séparation mécanique de la houille (2,5 à 3 %) et utilisée pour la fabrication de l'acide sulfurique.

Vosges. — [*Lorraine.*] La pyrite s'est trouvée en grande quantité au milieu de lits de combustibles minéraux subordonnés aux grès du keuper de Lorraine. Deux concessions ont même été accordées pour l'exploitation de ces combustibles pyriteux qui ont servi à la fabrication de l'alun et du vitriol (Valmunster, Ottonville, Velving et Hestroff, Saint-Bernard, Piblange, Villers-Bettnach dans l'ancien arrondissement de Metz.)

Alpes. — Les schistes lustrés et les gypses triasiques des Alpes sont parfois assez riches en cristaux de pyrite ; je citerai notamment les gisements suivants :

Savoie. Le gypse des environs de Modane renferme parfois de beaux cristaux de pyrite. La collection de l'école des Mines possède un cristal provenant d'Aussois, à l'est de cette ville : sa forme dominante est le diploèdre $1/2\,s$ [π (321)], avec de très petites facettes a^1, p, et $1/2\,b^2$.

Hautes-Alpes. M. Paquier a trouvé dans le gypse de Montrond près Serres, des cristaux de pyrite ($1/2\,b^2$ et p), associés à de la galène et à de la célestite.

Basses-Alpes. A Verdaches près Digne (*Basses-Alpes*), de jolis octaèdres réguliers de pyrite de 0^{cm} 5 sont distribués dans un schiste quartzomicacé et calcaire. Des filonnets de quartz traversant le schiste renferment des poches tapissées de gros cubes striés, très altérables.

Provence. — M. Fournier m'a signalé de beaux cristaux cubiques de pyrite dans les marnes gypseuses du keuper des Caillols, près Saint-Julien.

Algérie. — *Constantine*. Les marnes irisées et le gypse de Souk-Ahras renferment en abondance de beaux cristaux de pyrite accompagnant le quartz bipyramidé. Les cristaux, dont la forme est $1/2\ b^2$ avec de petites facettes p et a^1, sont généralement limonitisés et atteignent un centimètre de plus grande dimension.

Dans les assises jurassiques.

Normandie. — *Calvados*. Les marnes calloviennes de Villers-sur-Mer, de Dives, des Vaches Noires, etc., renferment des nodules de pyrite formés par des octaèdres associés aux faces du cube ; ils sont fréquemment enchevêtrés et emboîtés les uns dans les autres, donnant des formes polysynthétiques souvent très complexes.

Artois. — *Pas-de-Calais*. Des exploitations de lignite pyriteuse ont été faites autrefois à la base du bathonien à Leulinghen, près Marquise. Le kimméridjien et le portlandien moyen du Boulonnais renferment aussi de semblables lignites pyriteux.

Anjou. — *Maine-et-Loire*. Des cristaux de pyrite fort nets (pa^1) se trouvent dans l'Anjou au milieu des calcaires bajociens des carrières du Chalet et des Garennes.

Poitou. — *Deux-Sèvres*. M. Bizard m'a remis de jolis cristaux (pa^1) de pyrite, transformés en limonite provenant des calcaires (banc pourri) d'Échiré près Niort.

Vienne. Je dois à l'obligeance de M. Welsch des échantillons de pyrite provenant des calcaires marneux du lias supérieur du pont de la Bénasse près Couhé, ce sont des cubo-octaèdres. Dans les géodes de ce gisement, les cristaux de calcite sont parfois saupoudrés de petits cubes de pyrite. De belles pseudomorphoses de pyrite cubique se trouvent dans les calcaires jurassiques de Loudun.

Des masses stalactiformes de pyrite couvertes de cristaux (pa^1) se trouvent à la surface des calcaires de la gare d'Avanton.

Charente. Le même géologue m'a communiqué de jolis cristaux ($a^1, p\,a^1$) provenant du calcaire bajocien de la Grange de la Péranche près Pleuville, à la limite de la Vienne.

Pyrénées (Voir page 619). — *Basses-Pyrénées*. Les calcaires jurassiques qui bordent le massif du Labourd renferment parfois de beaux cristaux de pyrite ; dans ceux d'Hasparren se trouvent des dodécaèdres pentagonaux ($1/2\ b^2$) atteignant 1 ^{cm}, 5 de diamètre.

De très gros cristaux de ce genre offrant la macle de Lurdé et généralement transformés en limonite ont été rencontrés à Louvie Juzon.

Hautes-Pyrénées. Les calcaires jurassiques des environs de Bagnères-de-Bigorre renferment des cristaux de pyrite généralement transformés en limonite ; dans quelques gisements, ils constituent de magnifiques échantillons. La collection du Muséum possède un superbe groupe de cristaux (1/2 b^2) atteignant individuellement 10 ^{cm} de plus grande dimension et provenant d'Estrèmes de Salles en Agos (Vallée d'Argelès).

M. Frossard m'a communiqué de beaux cristaux provenant du Castel en Gerde (1/2 b^2) et atteignant la grosseur du poing, de Cot de Ger à Bagnères [la forme ordinaire est le cube, on trouve aussi de très gros cristaux (1/2 b^2) présentant la macle de Lurdé] et de Salut en Bagnères (cubes plus ou moins décomposés).

Ariège. Les blocs de calcaire bleuâtre constituant la brèche que l'on rencontre sur la route d'Ax à Prades, peu après avoir passé le col de Marmare, renferment en abondance des octaèdres réguliers de pyrite, atteignant 2 ^{mm} de plus grande dimension ; ils sont légèrement cuprifères et, par leur décomposition, ils s'entourent d'un enduit verdâtre de malachite.

Plateau Central. — *Ardèche.* Les couches du minerai de fer oolithique qui est exploité entre Saint-Priest et Privas dans le lias sont traversées par des fissures remplies de calcite ; à leur contact avec le minerai, on observe de petits amas de pyrite, qui sont localisés dans cette position.



Fig. 34.

Groupe de cubes de pyrite (transformés en limonite de Crèches (*Saône-et-Loire*). (*Réduction d'un tiers environ.*)

Aveyron. Les marnes liasiques de Millau renferment non seulement des fossiles pyriteux, mais encore de jolis cristaux (1/2 b^2 a^1) de pyrite.

Loire. Des filonnets de pyrite se trouvent dans les calcaires jurassiques de la Rivoire, près Charlieu.

Saône-et-Loire. L'oxfordien des environs de Mâcon est localement

riche en énormes cristaux de pyrite, formant des groupes de cubo-octaèdres de toute beauté. J'en ai recueilli un bel échantillon dans le jardin de l'école normale de Mâcon et de nombreux autres dans les carrières actuellement exploitées à Crèches (fig. 34).

Côte-d'Or. Des cristaux de pyrite se trouvent parfois dans les joints de lumachelle de Saulieu.

Yonne. La pyrite en beaux cubes se rencontre dans les veinules de calcite spathique qui traversent les calcaires toarciens de Vassy-lès-Avallon ; le même minéral en nodules à pointements octaédriques s'observe (avec gypse) dans les marnes kimmeridjiennes de Vilon, au nord de Cruzy.

Jura. — Les calcaires bajociens de Saint-Jean d'Étreux renferment de beaux groupes d'octaèdres de pyrite limonitisée, atteignant 1 ^{cm} de plus grande dimension.

Ain. Des rognons de pyrite hérissés de cubo-octaèdres ont été trouvés dans le minerai de fer oolithique de Villebois et de la Verpillière.

Alpes. — *Isère.* De gros cubes striés, avec ou sans $1/2\ b^2$, ainsi que cette dernière forme isolée, se rencontrent dans les marnes liasiques du col de Serre en Saint-Theoffrey et Lavaldens. Les dodécaèdres pentagonaux de ce gisement présentent parfois de curieuses déformations.

M. Kilian m'a signalé de très beaux cubes de pyrite dans les calcaires liasiques de Thollonges, et des cubo-octaèdres dans l'oxfordien de Meylan.

Hautes-Alpes. La pyrite abonde en dodécaèdres pentagonaux dans le calcaire tithonique de Barret, d'Orpierre, etc. (*M. Paquier*).

Drôme. La pyrite se trouve en cristaux $1/2\ b^2$ dans les calcaires tithoniques du col de Cabre, etc.

Dans les assises crétacées.

Les sulfures de fer cristallisés que l'on rencontre dans les assises crétacées et particulièrement dans celles du supracrétacé sont surtout formés par de la marcasite (voir plus loin); des cristaux de pyrite cubiques se trouvent cependant dans les gisements suivants :

Charente-Inférieure. Les assises sénoniennes (santonien) de Cognac

renferment de la pyrite ($p\,a^1$) en groupements complexes, transformés en hématite ou en limonite : les échantillons que j'ai examinés m'ont été communiqués par M. Arnaud.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Les marnes bleuâtres crétacées de Capvern renferment de très curieux échantillons de pyrite ; ils sont groupés en nodules aplatis ayant la forme d'une pièce de monnaie ; ils mesurent en moyenne 2 ^{cm} 5 (fig. 35). Ils sont constitués par de petits cristaux distribués sans ordre dans lesquels on distingue parfois les faces p et $1/2\ b^2$.



Fig. 35.
Nodules de pyrite dans marne de Capvern. (*Réduction de moitié environ*).

Ardennes, *Yonne*, *Aube*, *Haute-Marne*. Les lignites aptiens (cendres noires) de Liart et de la Folie-Not (*Ardennes*) et les sables verts altérés de cette région sont très souvent pyriteux. De gros nodules pyriteux avec facettes cubiques ont été signalés à Jauglesà l'ouest de Rouveray (avec gypse), à Villefarjeau (*Yonne*).

La marcasite de la craie de Creney, près Troyes (*Aube*), est accompagnée de pyrite en octaèdres avec ou sans faces du cube. Ils sont fréquemment empilés suivant un axe quaternaire et rappelent les groupements de martite qui seront figurés dans le tome III.



Fig. 36.
Pyrite de Creney, près Troyes (*Aube*). (*Grandeur naturelle.*)

Ces cristaux s'enchevêtrent aussi pour former des groupements que j'ai étudiés dans les échantillons que m'a communiqués M. de Mauroi (fig. 36).

Ils présentent fréquemment une grande analogie avec les macles pseudo-octaédriques de la marcasite qu'ils accompagnent et il n'est pas toujours facile de les distinguer les uns des autres quand les mesures précises sont impossibles; les cristaux sont toujours limonitisés.

Alpes. — *Haute-Savoie.* Les calcaires gris compacts de Giez près Faverges renferment de petits nodules de pyrite à surface lisse, affectant parfois des formes fort bizarres.

Drôme. On trouve la pyrite en cristaux $1/2\ b^2$ dans les calcaires valanginiens du Diois.

Provence. — *Bouches-du-Rhône.* Les lignites du sénonien supérieur (fuvélien) exploités à Valdonne et à Gardanne, renferment la pyrite sous forme d'enduits ou de lits minces avec cristaux $p\,a^4$, généralement peu distincts dont j'ai pu examiner des échantillons grâce à l'obligeance de M. Domage.

Des rognons noduleux de pyrite se rencontrent dans les marnes de l'aptien de la Bédoule où ce minerai se trouve plus rarement en épigénie de fossiles.

Algérie. — *Oran.* De gros cristaux de pyrite en cubes groupés comme ceux de la fig. 34 se trouvent dans les calcaires crétacés (néocomiens ?) de Sidi Fintous (Aïn Trid) dans le Djebel Tessala.

Constantine. J'ai examiné de jolis cristaux de pyrite provenant des calcaires crétacés (gault, d'après M. Blayac), du Djebel Amar Kaddou, sur la bordure N.-O. du Chatel Gueleff, à mi-chemin entre les lignes de chemin de fer Constantine-Biskra et Constantine-Aïn-Beida. Ils offrent la forme $1/2\ b^2$, avec la macle de Lurdé constante (fig. 43) ; ce sont de fort jolis cristaux non oxydés. M. Brive a recueilli, dans les marnes sénoniennes de Sidi Saïd (Dahra), de gros échantillons de pyrite formés par des octaèdres et des cubo-octaèdres enchevêtrés. De gros cubes groupés, épigénisés en limonite, se trouvent dans les mêmes conditions à El Kantara (M. Ficheur). Ce sont encore de gros cubes qui se rencontrent dans les calcaires noirs, compacts (cénomanien) des Portes de Fer et de la région de l'Oued-Cherf.

Dans les assises tertiaires.

Le sulfure de fer est abondant dans certaines assises tertiaires, mais il semble que dans la plupart des gisements il est constitué par de la marcasite et non par de la pyrite cubique. Dans les gisements suivants existe la forme cubique.

Bassin de Paris. — *Seine.* J'ai observé des dendrites de pyrite

sur le bord de cristaux maclés de gypse (gypse en fer de lance), des marnes intragypseuses du ludien de Pantin près Paris, mais je les considère comme d'origine secondaire (*Nouvelles arch. Muséum*, *1897*) et probablement de formation actuelle.

Alpes. — *Basses-Alpes*. Les calcaires ardoisiers gris du flysch (éocène supérieur) de la vallée de l'Ubaye renferment tout près et au sud de la ville de Barcelonnette des cubes de pyrite extrêmement nets qui, par leur aspect et leur abondance, rappellent les cristaux similaires des ardoises siluriennes de la Bretagne et des Pyrénées; les plus gros atteignent 1 ^{cm} d'arête, le cube est toujours simple. Les déformations mécaniques ne sont pas rares. Ces calcaires sont appelés dans le pays *pierres de carrelets*. Je dois à MM. Arnaud et Haug ces renseignements précis sur leur gisement.

Dans les assises quaternaires ou actuelles.

Le sulfure de fer se produit fréquemment dans les milieux renfermant à la fois des oxydes de fer, des sulfates, tels que le gypse, et enfin des matières organiques capables de déterminer une réduction de ce dernier minéral. C'est ainsi que Malaguti a signalé un sulfure de fer dans les vases bleuâtres de Saint-Malo (*Ille-et-Vilaine*) (*C. R.* XXXIV. 696. 592), que Chevreul a indiqué un semblable produit sous le pavé de Paris et dans la vase de la Bièvre (*C. R.* XXXVI. 553. 1853), que Berthier l'a trouvé sur une ancre retirée de la Seine (*A. M.* XIII. 664, 3e série), mais ce sulfure qui n'a pas été isolé est décomposable par l'acide chlorhydrique; il est sans doute formé par du protosulfure et non par de la pyrite. De même, les arbres, recueillis à marée basse à Cherbourg (*Manche*) et provenant de forêts submergées depuis la période historique, ainsi que la tourbe de nombreux gisements, sont fréquemment recouverts d'efflorescences de sulfate de fer, indiquant la présence de sulfure de fer finement distribué dans leur masse, mais généralement invisible à l'œil nu.

Il n'en est pas de même pour la pyrite moderne des gisements suivants qui ont fourni de beaux échantillons.

Normandie. — *Orne*. Je dois à l'obligeance de M. Le Tellier un très intéressant échantillon de pyrite de formation moderne. Il y a environ 40 ans, lors de la construction du viaduc d'Ozé jeté sur la Sarthe aux environs d'Alençon, de grandes tranchées furent faites dans la

prairie à 10 ou 15 mètres du thalweg de la vallée. Les fondations du viaduc durent être faites sur pilotis, car à 10 mètres, les travaux étaient toujours dans des alluvions tourbeuses, riches en débris végétaux et notamment en troncs de saules. C'est au milieu de ces alluvions que furent trouvés d'énormes blocs de pyrite. L'échantillon que j'ai entre les mains a été détaché par M. Le Tellier d'un bloc d'un demi-mètre cube ; il est constitué par de petits cubo-octaèdres (pa^1) ayant en moyenne 2 millimètres ; ils sont enchevêtrés pour donner une masse à apparence scoriacée qu'il est difficile de débarrasser complètement de l'argile. Ces cubo-octaèdres sont eux-mêmes formés de lames superposées dont l'ensemble rappelle les figures de décroissement d'Haüy ; ils sont par places couverts par de la pyrite finement grenue et mamelonnée.

La fraîcheur et l'abondance de ces échantillons ne permettent pas d'admettre qu'ils ont été formés autrement que sur place.

Bretagne. — *Finistère*. M. Davy m'a signalé l'existence de nodules pyriteux de formation actuelle dans la vase de l'anse de Toulven, à l'estuaire de l'Odet, au sud de Quimper.

Algérie. — *Oran*. M. Gentil m'a communiqué une intéressante géode qu'il a recueillie dans le lac Karar, près Montagnac. Elle est constituée par de la pyrite compacte, lisse et brillante à l'extérieur, mamelonnée et concrétionnée à l'intérieur. Cette pyrite se dépose dans des eaux artésiennes à la température de 30° C. ; fréquemment, elle agglomère un sable siliceux ou encroûte des haches préhistoriques ; on la trouve plus rarement en cristaux cubiques.

Un curage du lac a permis récemment l'extraction d'une grande quantité de ce minéral qui en s'altérant à l'air, donne de jolis cristaux de mélantérite.

5° *Dans les roches sédimentaires modifiées par les roches éruptives.*

a) *Dans les roches métamorphisées par les roches granitiques.*

Les schistes, les grès et les calcaires métamorphisés par le granite ou la granulite renferment fréquemment de la pyrite en plus ou moins grande abondance ; on pourrait citer à cet égard beaucoup de gisements de la Bretagne, des Pyrénées, du Plateau Central et des Alpes, mais

ils ne présentent pas ce minéral avec des particularités intéressantes, et ne fournissent pas de masses susceptibles d'exploitation ; le suivant seul mérite d'être cité :

Pyrénées. — *Ariège*. J'ai trouvé de curieux cristaux de pyrite dans les carrières de talc, exploitées à Trimounts et à Pitourless en Lordat, dans le massif du mont Saint-Barthélemy. Ces gisements sont intéressants car ils montrent l'influence du milieu sur la forme des cristaux.



Fig. 37.
Pyrite allongée suivant un axe ternaire. Pitourless.
Photographie grossie deux fois.)

A Trimounts, les couches de talc blanc (silurien) reposent sur les micaschistes et sont traversées par la granulite à tourmaline. Elles renferment des cristaux cubiques de pyrite toujours intacts.

Le talc blanc exploité est recouvert par une alternance de lits de talc impur d'un gris jaunâtre et de calcaire ; les uns et les autres sont riches en pyrite, toujours plus ou moins transformée en limonite. Je n'y ai jamais trouvé de cubes, mais seulement l'octaèdre régulier, seul ou associé à de petites facettes p, $1/2\ b^2$. Ces cristaux atteignent 1^{cm} de plus grande dimension ; ils présentent de fréquents allongements anormaux ; ils sont alors tantôt allongés suivant un axe ternaire, donnant des cristaux pseudorhomboédriques



Fig. 38.
Pyrite allongée suivant un axe binaire.
(Photographie grossie deux fois.)



Fig. 39.
Pyrite de Pitourless.
(Photographie grandeur naturelle.)

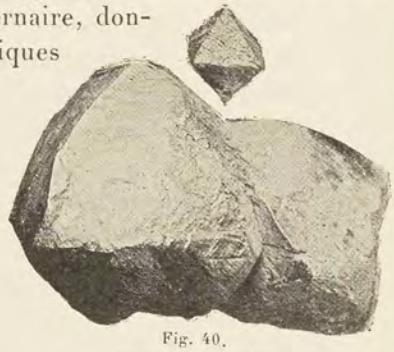


Fig. 40.
Pyrite de Pitourless.
(Photographie grandeur naturelle.)

(fig. 37), et tantôt allongés suivant un axe binaire, affectant alors des formes pseudorhombiques (fig. 38). Dans quelques lits, tous les cristaux octaédriques sont traversés par une baguette aplatie de même composition ; leur surface rugueuse est terminée par des facettes cris-

tallines ayant respectivement la même orientation que l'une des faces du cube ou de l'octaèdre (fig. 39).

Les couches de calcaire qui, à Pitourless, recouvrent les lits talqueux, sont traversées par des filons de quartz, au contact desquels s'est développée la trémolite étudiée tome I, p. 650. Ces filons et le calcaire lui-même sont riches en gros cristaux de pyrite limonitisés, atteignant 3 cm de plus grande dimension; leurs formes sont celles d'un octaèdre à faces courbes et arrondies, oscillant vers le trapézoèdre a^2(211) (fig. 40); celui-ci se rencontre quelquefois aussi en cristaux très striés, mais nets (fig. 41), avec souvent des faces p et 1/2 b^2 (fig. 42).

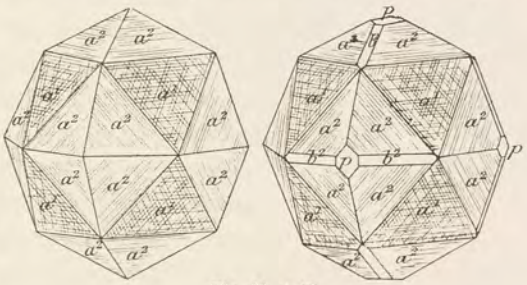


Fig. 41 et 42.

Pyrite de Pitourless.

b) *Dans les calcaires et les gypses métamorphisés par la lherzolite et les ophites.*

Les calcaires, les gypses et les couches de sel des Pyrénées et d'Algérie, métamorphisés au contact de la lherzolite et des ophites, constituent un gisement riche en beaux et intéressants cristaux de pyrite. Pour indiquer toutes les localités où j'ai recueilli ces cristaux de pyrite, il me faudrait citer sans exception toutes celles que j'ai énumérées à l'article *dipyre* auquel je renvoie (page 214). Je me contenterai de citer ici les gisements qui se recommandent par la beauté ou l'abondance de leurs cristaux de pyrite. Quand ces derniers sont englobés dans les calcaires, ils sont souvent transformés, au moins superficiellement, en limonite; dans les gypses, ils sont au contraire d'ordinaire intacts.

Landes. Je dois à l'obligeance de M. Nentien, un petit cristal de pyrite (1/2 b^2 a^1) provenant du sel gemme de Saint-Pandelon, associé à une ophite.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* J'ai recueilli en très grande abon-

dance des cristaux de pyrite dans les calcaires métamorphisés par la lherzolite du Moun caou en Louvie-Juzon. Ce sont des octaèdres avec petites facettes $1/2\ b^2$: on les trouve par milliers dans le gisement d'albite (voir page 160), mais ils se rencontrent surtout dans des blocs distincts de ceux qui contiennent ce feldspath.

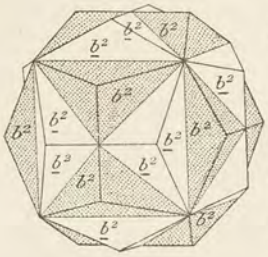


Fig. 43.
Macle de Lurdé.

Les calcaires jaunes triasiques, métamorphisés au contact de l'ophite des cols de Sieste, d'Iseyre et surtout de Lurdé, renferment en abondance des cristaux de pyrite $1/2\ b^2$, avec ou sans p, présentant les macles que j'ai désignées plus haut sous le nom de « macle de Lurdé » (fig. 43 et 44). Ces cristaux ne dépassent que rarement 5 mm de diamètre, ils sont souvent transformés au moins superficiellement en limonite et sont parfois accompagnés de gros cubes.



Fig. 44.
Photographie d'un échantillon de calcaire du col de Lurdé renfermant une macle de pyrite.
(*Grossissement de deux fois.*)

J'ai trouvé des cristaux identiques, mais non altérés, dans le gypse d'Espelette près de Cambo, de Lys. C'est probablement de ce dernier gisement que provient un fragment d'un dodécaèdre pentagonal avec petites facettes a^1, que possède la collection de l'École des Mines avec l'indication de Ferrière (*Basses-Pyrénées*). Les cristaux de Lys, que j'ai examinés, ont été extraits soit du gypse, soit du calcaire à grandes lames qui se trouve en blocs au milieu de ce dernier. Dans le gypse, l'octaèdre régulier domine avec de petites facettes p, $1/2\ b^2$, $1/2\ s$ (fig. 45, 52). Dans le calcaire, au contraire, c'est généralement le cube qui est la forme dominante, généralement associée à a^1, a^2, a^3, $a^{1/2}$, $1/2\ s$: ces derniers cristaux rappellent ceux d'Arnave, mais ils sont plus petits; ils sont parfois accompagnés de beaux octaèdres de magnétite.

Le gypse triasique en relation avec les ophites de Villefranche, de Pontacq, etc., renferme des cristaux de pyrite analogues à ceux des gisements précédents.

Hautes-Pyrénées. Les gisements les plus riches en pyrite sont ceux

de Pouzac, de Gerde ; les cristaux épigénisés en limonite offrent les formes suivantes : p avec ou sans $1/2\ b^2$; ou bien $1/2\ b^2$ avec ou sans p et a^1 ; à Gerde ils atteignent 2 centimètres de diamètre : dans ce gisement, les calcaires à dipyre renferment parfois des cubes très cannelés, aplatis suivant une face cubique (voir page 612).

Haute-Garonne. Les calcaires métamorphiques de Saint-Béat (carrière de Rié et surtout carrière du pic de Mont) renferment de magnifiques cristaux de pyrite qui y sont distribués d'une façon irrégulière ; en 1895, j'ai pu en recueillir un grand nombre.

La forme dominante dans les grands (3 centimètres) et les très petits cristaux est l'octaèdre, avec presque toujours $1/2\ b^2$ (fig. 22). L'égal développement de ces deux formes donne aux cristaux l'apparence d'icosaèdres (fig. 23) ; les faces p sont fréquentes (fig. 28 à 29). Les petits cristaux ont généralement leurs faces très brillantes et arrondies : j'ai observé en outre des formes précédentes $1/2\ s\ [\pi\,(321)]$ (fig. 45), $a^2\,(211)$ (fig. 53), plus rarement $1/2\ t\ [\pi\,(421)]$: le plus souvent, du reste, les faces sont tellement arrondies que des mesures précises sont impossibles.

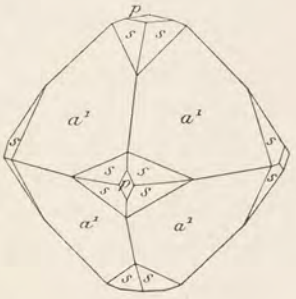


Fig. 45.
Pyrite de Saint-Béat.

Les cristaux de dimensions moyennes sont généralement des cubes à stries triglyphes ou des dodécaèdres pentagonaux $1/2\ b^2$; ces deux formes se combinent entre elles de façons très variées (fig. 24 25, 27, 30).

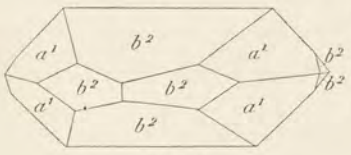


Fig. 46.
Pyrite de Saint-Béat.

Les cristaux du premier type sont rarement développés d'une façon normale ; les faces $1/2\ b^2$ sont de grandeur très variée, manquant souvent à l'une des extrémités de l'axe vertical : le cristal présente alors l'aspect de la fig. 47. La fig. 46 représente une forme assez fréquente des cristaux du troisième type, allongés suivant un axe quaternaire. Quand on isole ces cristaux de pyrite en attaquant le calcaire par un acide, on cons-

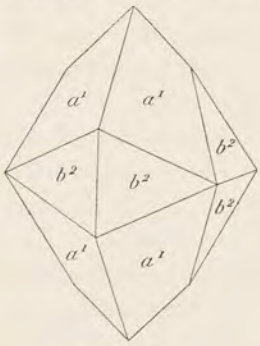


Fig. 47.
Pyrite de Saint-Béat.

tate qu'ils sont creusés de cavités profondes et réduits à un squelette rempli par de la calcite.

De magnifiques cristaux de pyrite transformés en limonite ont été trouvés aux environs de Portet d'Aspet, à la montée du col de Balagué (montagne à Colas de Charpentier, *op. cit*, 228). Ils sont engagés dans le calcaire ou tapissent des géodes de limonite massive, englobée dans le calcaire. La collection de Haüy renferme un cristal de ce gisement mesurant 7 centimètres : il a été recueilli autrefois par de Charpentier. C'est un dodécaèdre pentagonal 1/2 b^2 avec de petites facettes a^1 (111), et 1/2 s [π (321)] (fig. 48)

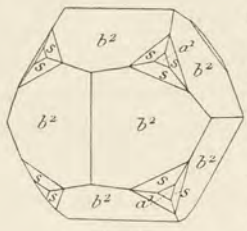


Fig. 48.
Pyrite de Portet d'Aspet.

Le sel gemme trouvé dans les sondages de Salies de Salat (voir à *sel gemme*) renferme quelques cristaux de pyrite, petits, mais fort nets ; l'octaèdre domine, accompagné par a^2 (211) et $a^{1/2}$ (221), plus ou moins développées. Ces cristaux se présentent dans les mêmes conditions que ceux qui vont être décrits plus loin dans l'Ariège ; le gisement de ces derniers est le même, avec cette différence toutefois que le gypse n'y est pas accompagné de sel.

Ariège. Les gypses métamorphiques de l'Ariège sont riches en magnifiques cristaux de pyrite qui se concentrent souvent dans des nodules calcaires. Je citerai notamment à cet égard les trois gisements suivants situés, l'un dans la vallée du Salat, celui de Betchat [Betchat est limitrophe de Marsoulas (*Haute-Garonne*), aussi les cristaux de pyrite de ce gisement se trouvent-ils souvent dans les collections avec l'indication Marsoulas, ou encore Salies du Salat, station balnéaire voisine], les autres, dans la vallée de l'Ariège, ceux d'Arignac et d'Arnave.

Le gisement de Betchat, que j'ai récemment étudié, peut être comparé à celui de Traversella, en Piémont, pour la beauté des cristaux dont la richesse en faces est remarquable. Il existe du reste une grande analogie de combinaisons de formes et de développement entre les types octaédriques de ces deux gisements et plusieurs des figures suivantes ont pu être empruntées à la monographie de ce gisement publiée par M. Strüver (*Accad. Sc. Torino*. XXVI. 1869).

Les cristaux de Betchat peuvent atteindre quelques centimètres. Parmi plusieurs centaines de cristaux de toute taille que j'ai étudiés, je n'ai trouvé que rarement des individus entiers, normalement développés ;

le plus souvent, leurs faces sont arrondies, leurs arêtes courbes (surtout dans les types riches en faces), comme si le cristal avait subi un commencement de dissolution ; les cristaux de petite taille deviennent globuleux et leur surface est si brillante que quand on les porte sur le goniomètre, ils donnent, dans une position quelconque, une série ininterrompue de réflexions. Parfois une partie du cristal est ainsi arrondie, tandis que le reste présente des arêtes vives, des faces admirablement planes et brillantes donnant des images irréprochables. Dans d'autres cas, les cristaux sont en quelque sorte cristallitiques et quand on les a détachés du gypse, mécaniquement ou par dissolution, on obtient un squelette creusé de cavités, avec parfois çà et là de nombreuses faces brillantes. Ces diverses particularités, jointes à des développements anormaux de quelques faces aux dépens d'autres, rendent parfois l'interprétation de ces cristaux quelque peu difficile au premier abord.

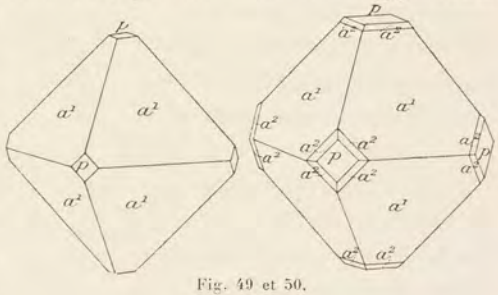


Fig. 49 et 50.
Pyrite de Betchat.

Une particularité qui se retrouve dans tous les cristaux de pyrite des gypses pyrénéens, réside dans la fréquence du trapézoèdre a^2 (211) et dans celle du trioctaèdre $a^{1/2}$ (211) qui s'observent aussi bien dans le type cubique que dans l'octaédrique ; le dodécaèdre pentagonal $1/2\ b^2$ ne s'y trouve pas, au contraire, isolé, bien qu'on le rencontre, au moins à l'état d'indication, dans presque tous les cristaux.

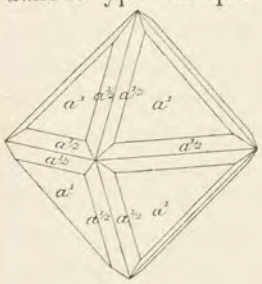


Fig. 51.
Pyrite de Betchat.

Les cristaux que j'ai recueillis peuvent être rapportés à trois types qui sont essentiellement caractérisés par la prédominance de l'octaèdre, du cube et de diploèdres.

Le type octaédrique est le plus fréquent, c'est lui qui présente les plus grands cristaux. L'un de ceux que j'ai recueillis ne mesure pas moins de 5 centimètres suivant un axe quaternaire ; l'octaèdre seul n'est pas fréquent, il est le plus souvent combiné au cube (fig. 49), au cube et à a^2 (211) (fig. 50), à $a^{1/2}$ (211) (fig. 51), à $1/2\ b^2$ (fig. 22 et 28), à p, $1/2\ b^2$ et $1/2\ s$ [π (321)] (fig. 45 et 52) avec très souvent a^2 (211)

(fig. 53) et quelquefois en outre $1/2\ t\ \pi$ [(421)]; la forme b^1 (110) est plus rare (fig. 54 et 55); celle-ci n'est souvent indiquée que par l'arrondissement ou par la corrosion des arêtes $a^1\ a^1$. La fig. 56 représente une combinaison que j'ai observée assez fréquemment; les faces $a^{1/2}$, a^2 et $1/2\ s$ prennent souvent un plus grand développement que dans cette figure, de façon à faire presque complètement disparaître les faces a^1; leurs arêtes d'intersection avec cette forme sont fréquemment courbes.

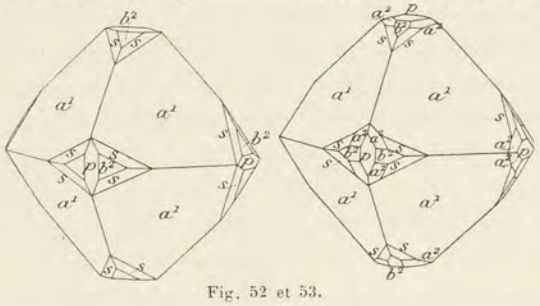


Fig. 52 et 53.
Pyrite de Betchat.

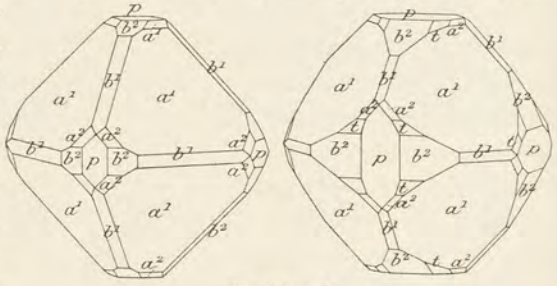


Fig. 54 et 55.
Pyrite de Betchat.

La fig. 57 représente un très beau cristal dont les faces a^1 portent des stries fines et serrées qui disparaissent au centre de la face et sont remplacées par des figures triangulaires dont les côtés sont respectivement parallèles aux trois directions de stries.

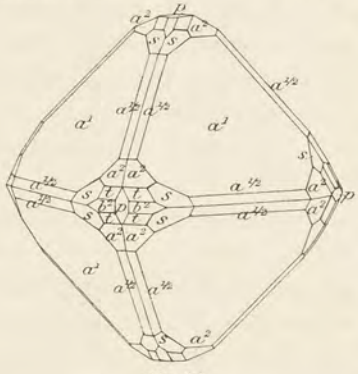


Fig. 56.
Pyrite de Betchat.

Les cristaux de ce type présentent de fréquentes déformations et des allongements variés dont les plus fréquents ont lieu suivant un axe quaternaire comme dans les fig. 46 et 47, ou suivant une arête $s\ s$; ces allongements sont généralement accompagnés du développement inégal de quelques faces et de l'arrondissement de celles de la zone d'allongement.

Les cristaux à forme cubique dominante sont rares parmi les échantillons que j'ai recueillis moi-même; ils existent seuls, au contraire, dans un bel échantillon que je dois à

l'obligeance de M. Sem. Le cube est rarement seul, ses arêtes sont généralement arrondies ou remplacées par de petites facettes $1/2\ b^2$ (fig. 25). J'ai en outre observé les formes a^1 (111), $1/2\ s\ [\pi\ (321)]$ (fig. 21 et 38), a^2 (211) (fig. 59), $a^{1/2}$ (221).

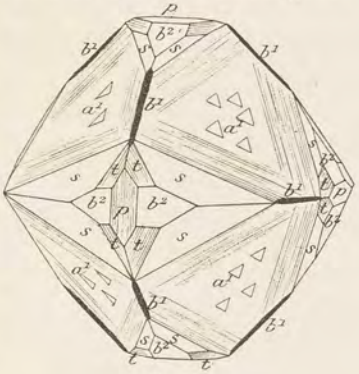


Fig. 57.
Pyrite de Betchat.

Un cristal m'a présenté la combinaison plus complexe de p, a^2 (211), a^3 (311), a^4 (411), $a^{1/2}$ (221), $1/2\ s\ [\pi\ (321)]$, $1/2\ u\ [\pi\ (432)]$, $1/2\ b^2$. Dans un autre, les deux diploèdres $1/2\ s$ et $1/2\ t\ [\pi\ (421)]$ sont combinés avec a^2 (211) et $a^{1/2}$ (221), $1/2\ b^2$, a^1 et p qui dominent.

Dans le type diploédrique, les cristaux ne sont généralement pas entiers; ils sont très déformés par aplatissement suivant une de leurs faces. Les fig. 60 à 62 représentent la forme théorique de ces cristaux qui, à l'inverse de ce qui a lieu à Traversella, sont rares à Betchat.

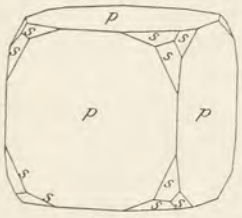


Fig. 58.
Pyrite de Betchat.

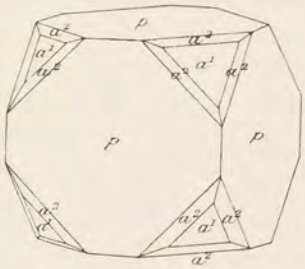


Fig. 59.
Pyrite de Betchat.

Enfin pour terminer, il y a lieu de signaler quelques cristaux déformés pour la plupart, qui sont à comparer aux fig. 41 et 42 et par suite analogues à ceux de Pitourlès en Lordat ;

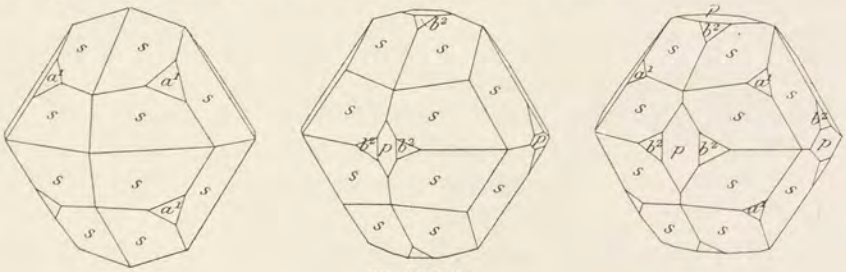


Fig. 60 à 62.
Pyrite de Betchat.

mais à Betchat les faces a^2 et a^1 sont brillantes, au lieu d'être striées comme dans ce dernier gisement.

Dans ces gîsements, la forme a^2 qui est très fréquente, mais rarement assez développée pour dominer, joue le même rôle quelediploèdre $1/2\ t\ [\pi\ (421)]$ dans les cristaux de pyrite de Traversella.

A Arignac et surtout à Arnave, les cristaux de pyrite sont très abondants; le plus souvent, ils sont de petite taille et à faces très arrondies. A Arnave, j'ai cependant recueilli, dans un bloc de calcaire gypseux, de fort beaux échantillons, la forme dominante y est le cube.

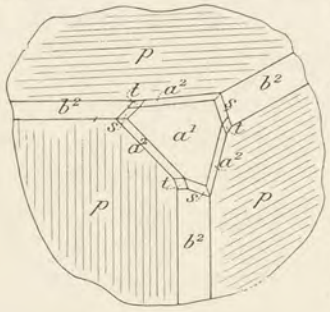


Fig. 63.
Pyrite d'Arnave.

Les combinaisons que j'ai observées sont nombreuses et riches en formes $p\ a^1\ a^2\ 1/2\ s\ [\pi\ (321)]$, $1/2\ t\ [\pi\ (421)]$ (fig. 66) $a^{1/2}$, $p\ a^1\ a^2\ a^{1/2}\ 1/2\ s$, $1/2\ b^2$ (fig. 63). J'ai examiné notamment un fragment de cristal atteignant 1^{cm}; il est très riche en faces dont le poli est remarquablement parfait; il présente la combinaison p, a^1, $1/2\ b^2$, a^2, $a^1\ a^{1/2}$ (221), $a^{3/4}$ (443) avec les diploèdres $1/2\ s$, $1/2\ u\ [\pi\ (432)]$. Les faces octaédriques sont quelquefois très réduites ou absentes dans les cristaux de ce type.

Quand dans ces cristaux les faces du cube se réduisent ou disparaissent, on est conduit à des types dans lesquels les faces $1/2\ s$, a^2, $a^{1/2}$ et a^1 sont à peu près également développées. Parmi les cristaux que j'ai examinés, s'en trouvaient deux forts intéressants; dans l'un (fig. 65) la combinaison de forme est $1/2\ s$, a^2, $a^{1/2}$, a^1, b^1, $1/2\ b^2$ avec, entre les faces $a^{1/2}$, de petites facettes b^1 (110) et enfin $-1/2\ b^2\ (\pi\ (2\bar{1}0)]$. Ce cristal est le seul dans lequel j'ai observé les deux formes conjuguées de b^2 (210). Dans l'autre cristal, la combinaison est $p\ 1/2\ b^2$, a^1, a^2, a^3, a^4, $a^{1/2}$ avec les trois diploèdres $1/2\ s$, $1/2\ t$ et $1/2\ u\ [\pi(432)]$. Les trapézoèdres sont, dans ce cristal, réduits à de petites facettes linéaires, a^4 n'a pas été dessiné dans la figure 64.

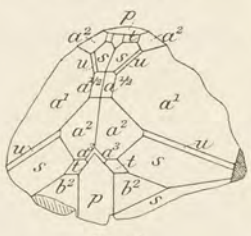


Fig. 64.
Pyrite d'Arnave.

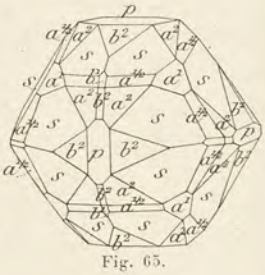


Fig. 65.
Pyrite d'Arnave.

Les petits cristaux d'Arnave et d'Arignac présentent le type octaé-

drique et j'y ai observé la plupart des formes signalées plus haut à Betchat.

Parmi les combinaisons compliquées les plus fréquentes, il y a lieu de citer notamment les suivantes : a^1 a^2 $a^{1/2}$ 1/2 s également développées avec p et 1/2 b^2 réduites, et enfin a^1 b^1 a^2 $a^{1/2}$ 1/2 s 1/2 b^2 p.

D'une façon générale, on voit donc que les cristaux de pyrite d'Arnave et d'Arignac offrent la plus grande analogie de formes avec ceux de Betchat ; les formes a^2 (211) et $a^{1/2}$ (221), notamment, y sont surtout fréquentes.

Algérie. — *Alger*. On a vu page 227 que les gypses métamorphiques d'Alger présentent une grande analogie minéralogique avec ceux des Pyrénées. On y rencontre également la pyrite avec des caractères analogues. Les gisements les plus intéressants à ce point de vue sont ceux de l'Arba, des environs de Rovigo (carrières de Timegheras).

J'ai pu étudier quelques bons cristaux de ce gisement, grâce à l'obligeance de MM. Delage, Gentil et Guyot de Grandmaison.

Des cristaux provenant de l'Arba offrent, avec le cube dominant, les faces a^1 (111), $a^{1/2}$ (221), a^2 (211) et parfois 1/2 b^2 qui n'est le plus souvent décélée que par l'arrondissement des arêtes cubiques.

Les cristaux des plâtrières de Timegheras se rapportent à trois types : 1° le cube avec des arêtes et des angles arrondis et traces des faces 1/2 b^2, a^1, a^2, etc. ; les cristaux de ce type atteignent 3 cent. de plus grande dimension ; 2° le cube avec les faces a^1, a^2 très développées. Ces cristaux offrent des aspects très variés, dus aux dimensions relatives des faces appartenant aux formes a^1 et a^2 ; 3° cristaux de grande taille, avec les formes 1/2 b^2, a^1 et a^2 également développées et avec des déformations fréquentes : p n'apparaît qu'en fines facettes.

Oran. Le gypse et le calcaire de Noisy-les-Bains renferment des cristaux de pyrite souvent limonitisés ; dans ceux que m'a remis M. Gentil, l'octaèdre régulier domine.

6° *Dans les sources thermales.*

Du sulfure de fer se forme actuellement dans un certain nombre de sources thermales sulfatées, où il est le résultat de la réduction de sulfates en présence de matières organiques (voir page 616 pour la

pyrite de formation actuelle dans les sédiments). Je place ici tous les gisements de ce sulfure ; la séparation de la pyrite d'avec la marcasite est impossible, le minéral ne se trouvant qu'en enduits dépourvus de formes géométriques.

Plateau Central. — *Cantal.* La formation actuelle de pyrite a été signalée par Lonchamp (*A. C. P.* XXXIII. 260. 1826) dans la source thermale de Chaudesaigues.

Puy-de-Dôme. Lecoq a indiqué la formation de la pyrite dans les sources de Saint-Nectaire (on a vu plus haut qu'il se forme aussi de l'orpiment dans ce gisement) ; la pyrite a été trouvée dans les mêmes conditions à la Bourboule et au Mont-Dore, ainsi que dans les sources du Tambour, au puy de la Poix (avec bitume et barytine, aragonite, calcédoine) et dans les pépérites calcaires du puy de Cournon, où elle est associée à du bitume, à de la calcédoine.

Allier. La pyrite de formation actuelle a été observée par de Gouvenain dans les thermes de Bourbon l'Archambault (*C. R.* LXXX. 1297. 1875) à la surface d'un fragment de fer métallique.

Saône-et-Loire. La pyrite forme dans la source thermale de Bourbon-Lancy des enduits vernissés, servant de ciment à des cailloux quartzeux ; cette pyrite, dont j'ai examiné quelques échantillons dans la collection du Muséum, est très facilement altérable.

Champagne. — *Haute-Marne.* Daubrée a trouvé des enduits de pyrite dans les fentes de briques du carrelage de puisards romains à Bourbonne-les-Bains. Cette pyrite est accompagnée de cristaux de calcite ; elle agglomérait aussi de petits galets quartzeux dans l'argile du puisard, situé au-dessous de la zone à panabase dont il sera question plus loin.

Algérie. — *Constantine.* La source thermale de Hammam Meskoutine (température 95° C.) donne naissance aux remarquables pisolites calcaires qui seront décrits tome III ; parfois ils sont imprégnés de pyrite néogène (Daubrée. *C. R.* LXXXI. 854. 1875). Dans les échantillons que j'ai examinés, cette pyrite forme à la surface des pisolites des enduits uniformes et brillants, d'un beau jaune d'or.

SMALTITE

$Co\,As_2$

Cubique, parahémiédrique.

Formes observées. p (100), a^1 (111).

Faciès. La smaltite se trouve en cristaux distincts, leurs faces sont souvent creuses, surtout lorsqu'ils sont de grande dimension ; ils présentent quelquefois des groupements réticulés à symétrie quaternaire (fig. 1). On rencontre aussi ce minéral en masses compactes ou finement grenues.



Fig. 1.

Smaltite réticulée.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Dureté. 5,5 à 6.

Densité. 6,1 à 6,5.

Coloration et éclat. Blanc d'étain, gris d'acier parfois irisé, se ternissant à l'air et devenant grisâtre. Poussière noire grisâtre. Opaque.

Propriétés électriques, pyroélectriques, thermoélectriques. Les variétés + et — sont connues.

Composition chimique. La composition chimique, représentée par la formule $Co\,As^2$, est la suivante :

As.....	71,8
Co..... ..	28,2
	100,0

La substitution de nickel à une partie du cobalt conduit à la chloanthite. Il existe en outre souvent une petite quantité de nickel et une proportion plus ou moins grande de fer. L'examen microscopique montre que la smaltite et la chloanthite sont souvent zonées ou irrégulièrement tachetées de produits de composition différente dont l'existence explique les variations de composition.

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, la smaltite donne un sublimé d'arsenic métallique. Dans le tube ouvert, elle donne un sublimé blanc d'acide arsénieux et parfois des fumées sulfureuses. Sur le charbon, elle fond en dégageant des vapeurs arsénicales ; le globule offre les réactions du cobalt et souvent celles du fer et du nickel.

Altérations. La smaltite se transforme par altération en érythrite rose.

Diagnostic. La smaltite se distingue aisément de la cobaltite par la façon différente dont elle se comporte dans le tube fermé ; elle donne en effet un sublimé d'arsenic métallique, alors que la cobaltite reste intacte ; les réactions du cobalt peuvent en outre aider à distinguer ce minéral de la chloanthite ; il existe du reste de nombreux types de passage entre la smaltite et la chloanthite. La densité seule, en l'absence de formes géométriques, peut faire distinguer la smaltite (densité de 6,1 à 6,5) de la *safflorite* orthorhombique (densité 6,9 à 7,3).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La smaltite accompagne d'autres minéraux cobaltifères dans des gisements argentifères ou des filons spéciaux.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* La smaltite a été signalée par Cavillier (*J. P.* XXXI. 33. 1787) dans la mine de Chatelaudren. Ce savant l'y a trouvée en masses d'un gris blanc d'argent, avec de la galène à grandes facettes et de la blende dans une gangue quartzeuse ; elle était alors assez abondante dans ce gisement. Par altération, le minéral se recouvre d'efflorescences d'érythrite rose, avec des enduits verts semblant indiquer la présence de chloanthite. Je n'ai pas eu à ma disposition de smaltite de ce gisement.

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* D'après les échantillons de la collection du Muséum, c'est surtout la smaltite ferrifère compacte, d'un gris noir, qui paraît avoir constitué le minerai recherché en 1784 dans les filons quartzeux du Juzet près Montauban-de-Luchon.

Les produits de cette mine, ainsi que ceux de la vallée de Gistain, dont il sera question plus loin, étaient traités dans une usine établie à

Saint-Mamet (de Dietrich. *Desc. gît. minéral. Pyrénées.* I. 295. 1786).

Les échantillons de Juzet, aujourd'hui fort rares, sont fréquemment recouverts d'un enduit d'érythrite.

[*Aragon*]. Des gisements cobaltifères, exploités au siècle dernier, se trouvent non loin de la frontière française, dans la vallée de Gistain (province de Huesca). Les filons cobaltifères ont été rencontrés à environ 5 km. du village de Saint-Jean de Gistain ; ils sont à gangue calcaire et se trouvent au contact des schistes et des calcaires paléozoïques. Le minéral principal est une smaltite ferrifère, compacte accompagnée de nickélite, de chloanthite, et d'après Picot de Lapeyrouse (de Charpentier, *op. cit.*, 368), de bismuth natif, de bismuthinite, etc. L'érythrine et l'annabergite abondent comme produit d'altération.

Ces mines ont été reprises en 1872, puis abandonnées à nouveau. Les principales portent les noms suivants : Baronia, San Pedro, San Benito, Emilia, Providencia, Esperanza, San Barbara, Theresa.

Vosges. — [*Alsace*]. La smaltite a été autrefois exploitée à Sainte-Marie-aux-Mines. Le filon le plus célèbre à ce point de vue est celui de Chrétien, dans le vallon de Phaunoux (Rauenthal). Le minéral s'est rencontré également dans des filons du vallon de Fertru et dans la mine de Gabe-Gottes.

La gangue est de la calcite ; la smaltite est associée à de la chloanthite, de l'argent natif, de la panabase, etc. Les cristaux atteignent parfois un centimètre de diamètre ; ils sont d'un blanc d'argent éclatant. Leur forme dominante est le cubo-octaèdre avec les faces octaédriques plus ou moins développées. Elles sont souvent irrégulières. Ces cristaux sont tellement identiques à ceux des Chalanches qu'il est difficile de distinguer les échantillons sur gangue provenant de ces deux gisements. La smaltite a été trouvée aussi en masses compactes, concrétionnées.

Alpes. — *Isère*. La smaltite est l'un des minéraux trouvés dans les filons calcaires de la montagne des Chalanches ; elle n'y est qu'accessoire, peu abondante et généralement peu argentifère. Le plus souvent, elle s'y est présentée sous forme compacte, mais cependant on a rencontré parfois de très beaux cristaux d'un blanc d'argent engagés dans de la calcite lamellaire un peu jaunâtre et présentant les formes

p, p^1, $p\,a^1$; ceux que possède la collection du Muséum ont environ 1 cm de plus grande dimension, leurs faces sont ondulées et un peu concaves ; comme il vient d'être dit, ils ressemblent beaucoup à ceux de Sainte-Marie-aux-Mines.

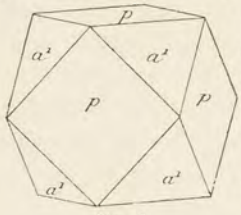


Fig. 2.
Smaltite des Chalanches.

J'ai examiné un curieux échantillon de smaltite recueilli dans le puits Vaussenat, lors de la dernière exploitation ; il est constitué par un groupement en chou-fleur d'un très grand nombre de cubes de smaltite ferrifère d'un gris noir, enfilés en grand nombre suivant un axe ternaire. Ces cristaux ne sont groupés qu'à axes imparfaitement parallèles ; chaque branche de ce groupement est terminée par un pseudorhomboèdre formé d'écailles régulières et tient à sa gangue par un grêle pivot. Ces groupements de cubes déformés rappellent ceux qui seront décrits plus loin dans la fluorine de Romanèche et surtout dans le sel gemme.

CHLOANTHITE

$Ni\,As^2$

Cubique, parahémiédrique.

Macles. Macles a^1 (111) par pénétration.

Formes observées : p (001) ; a^1 (111) ; b^1 (110).

Faciès des cristaux. Les cristaux cubiques de chloanthite se réunissent souvent en grand nombre pour former des groupements en chou-fleur ou des groupements réticulés. Les cristaux sont fréquemment contournés, arrondis.

Dureté. 5,5 à 6.

Densité, 6,4 à 6,6. 6,411 Chalanches (Rammelsberg).

Coloration et éclat. Blanc d'étain, gris d'acier, parfois irisé, se ternit à l'air en devenant grisâtre. Poussière noir grisâtre. Opaque.

Propriétés électriques. Thermoélectrique. On trouve les variétés + et —

Composition chimique. La formule $Ni\,As^2$ correspond à la composi-

tion donnée en *a*. Beaucoup de chloanthites sont cobaltifères et établissent ainsi le passage avec la *smaltite* ; les variétés ferrifères sont désignées sous le nom de *chathamite*.

b) Analyse de la chloanthite de la mine des Chalanches par Rammelsberg (*J. Prakt. Chem.* LV. 486. 1852).

L'analyse *c* a été faite par M. Volkhardt (*Z. K.* XIV. 408. 1888) sur une chloanthite de Sainte-Marie-aux-Mines. Cette analyse conduit à la formule $Ni\,As^3$; ce minéral serait donc une sorte de skutterudite nickelifère.

	a)	*b*)	*c*)
As.....	71,9	71,11	77,94
S.....	»	2,29	»
Ni.....	28,1	18,71	12,01
Co.....	»	traces	3,69
Fe.....	»	6,82	5,07
	100,0	98,93	98,71
Densité	»	»	6,32

Essais pyrognostiques. Ils ne diffèrent de ceux de la smaltite que parce que les réactions du nickel sont remplacées (ou accompagnées dans les types de passage) par celles du cobalt.

Altérations. La chloanthite, de même que la nickélite, se recouvre superficiellement par altération d'un enduit vert clair d'annabergite.

Diagnostic. La chloanthite possède une densité plus faible (6,4 à 6,6) que la rammelsbergite qui a la même composition (6,9 à 7,2); en l'absence de formes déterminables, c'est le seul caractère distinctif de ces deux espèces. Les réactions du nickel permettent de différencier la chloanthite de la smaltite et de la cobaltite (voir à *gersdorffite*).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La chloanthite se trouve dans les mêmes gisements que la nickelite qu'elle accompagne fréquemment. Quand ces deux minéraux sont associés, la chloanthite est plus récente que la nickelite.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. La chloanthite a dû se rencontrer autrefois à Chatelaudren, ainsi que l'attestent les enduits d'annabergite, associés à ceux d'érythrine qui ont été signalés à la surface de la smaltite de ce gisement (voir à *smaltite*).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* On a vu page 557 que la chloanthite est intimement associée à la nickelite de Rioumaou près Saint-Sauveur. Les échantillons du calcaire qui leur sert de gangue, traités par les acides, mettent en liberté de petites veines de nickelite grenue, recouvertes par une zone mince et irrégulière de cristaux cubiques ou de grains impurs de chloanthite blanche, généralement associés à des cubes striés de pyrite.

[*Aragon*]. Le gisement cobaltifère de la vallée de Gistain (voir page 631) a fourni de la chloanthite tout à fait identique à celle qui sera décrite plus loin à la mine des Chalanches. Elle entoure des mamelons de nickelite ; sa surface extérieure, engagée dans le calcaire, est souvent hérissée de petits cristaux cubiques. La fig. 1, de la page 557, représente la photographie d'un échantillon poli d'un groupement de ce genre. Ces minéraux sont recouverts d'annabergite.

Plateau Central. — On a vu, page 558, que la nickelite du filon de la Beaume près de Villefranche est toujours entourée d'une zone extérieure de chloanthite blanche, que recouvre de la blende grenue plus récente.

Vosges. — *Vosges.* En étudiant un échantillon de panabase de la Croix-aux-Mines, faisant partie de la collection du Muséum, j'ai observé de petits rhombododécaèdres de chloanthite, à faces courbes qui sont englobés dans le cuivre gris comme ceux de gersdorffite de Mouzaïa. Les deux minéraux sont intimement mélangés et se distinguent à peine de la panabase par leur couleur d'un gris plus clair. La gangue de ces minéraux est du quartz blanc dont les géodes renferment également quelques cristaux de *proustite*.

[*Alsace*]. La chloanthite en cristaux nets p (100), a^1 (111) a été rencontrée avec les minéraux cobaltifères à Sainte-Marie-aux-Mines (mines Saint-Jacques et Gabe-Gottes). M. Volkardt a trouvé parmi eux des cristaux de même forme dont l'analyse donnée plus haut (analyse *c*) conduit à la formule (Ni, Co, Fe) As^3 qui est celle d'une *skutterudite*, avec nickel dominant.

Alpes. — *Isère.* La chloanthite a été rencontrée à la montagne des Chalanches. L'analyse *b*) montre qu'elle est exempte de cobalt et assez ferrifère. Les nombreux échantillons que j'ai examinés se rapportent à deux types.

Le plus fréquent est d'un beau blanc d'argent, les cristaux ont des

faces éclatantes ; ils présentent la forme de cubes ou de cubo-octaèdres. La chloanthite enveloppe des mamelons de nickelite; elle est elle-même recouverte de quelques petits cristaux de quartz et de calcite. Cette calcite englobe des cubes et cubo-octaèdres très nets de chloanthite ; par dissolution postérieure, la calcite a, par places, disparu, laissant libres des géodes tapissées par les cristaux distincts de chloanthite. Ceux-ci sont généralement çà et là recouverts de mamelons vert pomme d'annabergite. Les cristaux de ce type ne dépassent guère 1 ^{mm} de plus grande dimension.

J'ai observé le second type de chloanthite dans un des échantillons de la collection du Muséum. Il est formé par un bloc à structure miarolitique, constitué par des rhomboèdres contournés de calcite magnésienne, englobant des groupements réticulés de chloanthite. La fig. 1 représente une surface polie de cet échantillon. Les groupements de chloanthite y sont creux; il est probable que, comme à la Beaume, leur partie centrale a été primordialement remplie par un minéral aujourd'hui disparu (probablement *nickelite*).



Fig. 1.
Photographie d'un échantillon poli de calcite des Chalanches renfermant des groupements réticulés de chloanthite.

Ce type de chloanthite rappelle les groupements réticulés de smaltite de Schneeberg.

COBALTITE

$Co\,S^2$, $Co\,As^2$

Cubique, parahémiédrique.

Formes observées. p (100), a^1 (111), 1/2 b^2 [π (210)].

Faciès des cristaux. Les faces du cube sont striées comme celles de la pyrite. Le minéral se trouve aussi en masses grenues ou compactes.

Clivages. Clivage p (100) parfait. Cassure inégale. Fragile.

Dureté. 5,5.

Densité. 6 à 6,3.

Coloration et éclat. Blanc d'argent, gris d'acier teinté de rose, gris noir dans les variétés très ferrifères. Poussière noir grisâtre.

Propriétés électriques. Thermoélectrique, la variété + et la variété — se rencontrent : leur relation avec les stries sur les faces b^2 est moins nette que pour la pyrite (voir page 374).

Composition chimique. La formule $Co\,S^2$, $Co\,As^2$ correspond à la composition *a*). Certaines variétés contiennent jusqu'à 28 % de fer (*ferrocobaltite*).

S.....	19,3
As.....	45,2
Co	35,5
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube fermé, la cobaltite reste inaltérée ; dans le tube ouvert, elle donne des vapeurs sulfureuses et un sublimé d'acide arsénieux. Sur le charbon, elle dégage des vapeurs sulfureuses et arsenicales et fond en un globule magnétique. Mêmes réactions colorées que la smaltite. Soluble à chaud dans l'acide azotique avec dépôt de soufre.

Altérations. La cobaltite donne, en s'altérant, de l'érythrite rose pulvérulente.

Diagnostic. Voir à *smaltite*. Les réactions du cobalt et l'absence d'altération dans le tube fermé permettent de distinguer la cobaltite de la gersdorffite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* De Dietrich et de Charpentier (*op. cit.*, 280) ont indiqué la cobaltite comme associée à la nickelite de Rioumaou près Saint-Sauveur ; de Dietrich parle d'enduits rosés constatés à la surface du calcaire de ce gisement. Dans tous les échantillons que j'ai examinés, le minéral blanc accompagnant la nickelite est la chloanthite (voir page 634).

Vosges. — [*Alsace*]. La cobaltite a été signalée à Sainte-Marie-

aux-Mines par Voltz (*Aperçu des minér. des deux départements du Rhin*. 9). Daubrée a indiqué le même minéral à Lalaye dans les carrières de Noire-Goutte (*Descr. géol. du Bas-Rhin*. 410).

Alpes. — *Isère*. D'après les anciens auteurs, la cobaltite aurait été le minéral cobaltifère le plus fréquent des filons argentifères de la montagne des Chalanches ; elle s'y serait présentée le plus généralement sous forme compacte, mais on y aurait trouvé aussi quelquefois des cristaux nets. Cette cobaltite, d'un gris noir, est indiquée comme fréquemment associée à la nickelite, quelquefois à l'argent natif. Dans les nombreux échantillons que j'ai examinés, le minéral accompagnant la nickelite est de la chloanthite et non de la cobaltite.

Hautes-Alpes. C'est très probablement la cobaltite qui est l'origine du cobalt signalé par Gueymard dans la galène de Chazelet près la Grave.

Algérie. — *Oran*. La collection du Muséum possède une série de très jolis cristaux éclatants de cobaltite, donnés comme provenant du département d'Oran sans indication plus précise. Ces cristaux sont semblables comme forme et comme aspect à ceux du gisement célèbre de Tunaberg en Suède ; ils présentent les formes p, $1/2\ b^2$, avec ou sans a^1 (fig. 22 à 31 de la pyrite).

D'après une indication que je dois à M. Flamand, la cobaltite (*cobalt gris*) a été signalée (Papier. *Bull. Acad. Hippone*, n° 11. 145. 1873), au Djebel-Touïala, dans la région de Lourmel, associée à de la chalcopyrite et de l'oligiste. Il est possible que ce soit de ce gisement que viennent les cristaux que j'ai étudiés.

GERSDORFFITE

$Ni\,S^2$, $Ni\,As^2$

Cubique, parahémiédrique.

Formes observées. p (100) ; a^1 (111) ; $1/2\ b^2$ [π (210)].

Faciès des cristaux. Les cristaux de gersdorffite ne sont pas souvent distincts ; ils se présentent le plus souvent en masses lamellaires ou compactes.

Clivages. Clivage *p* (100) assez facile. Cassure inégale.

Dureté. 5,5. Fragile.

Densité. 5,6 à 6,2.

Coloration et éclat. Blanc d'argent à gris d'acier. Éclat métallique. Le minéral se ternit à l'air et noircit. Poussière gris noir. Opaque.

Composition chimique. La formule $Ni\,S^2$, $Ni\,As^2$ correspond à la composition suivante :

S.....	19,3
As.....	45,3
Ni.....	35,4
	100,0

Le nickel est souvent remplacé par une quantité équivalente, parfois considérable de fer. Il existe presque toujours un peu de cobalt.

Essais pyrognostiques. La gersdorffite décrépite dans le tube fermé, en donnant un sublimé jaune brun de sulfure d'arsenic. Dans le tube ouvert, elle donne des vapeurs sulfureuses et un sublimé blanc d'acide arsénieux.

Sur le charbon, elle dégage des vapeurs arsénicales et fond en unglobule qui, avec le borax, donne les réactions du fer, puis par addition d'une nouvelle quantité de borax, celles du nickel et du cobalt.

Altérations. La gersdorffite s'oxyde à l'air et se transforme en annabergite, généralement terreuse et d'un beau vert clair.

Diagnostic. Voir à *cobaltite.*

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS[1]

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* Parmi les échantillons de la mine de Juzet près Montauban-de-Luchon (voir page 630) que possède la

1. M. Bréon a signalé (*B. S. G.* VIII. 291. 1880) l'existence d'un sulfoarséniure de nickel dans le quartz du filon de Chizeuil (*Saône-et-Loire*) : d'après une communication que ce savant a bien voulu me faire, l'échantillon étudié doit être rapporté à la panabase.

collection du Muséum, se trouve un échantillon très compact, à cassure d'un gris noir recouvert d'une efflorescence verte (*morénosite*). Ce minéral possède toutes les propriétés pyrognostiques de la gersdorffite.

Algérie. — *Alger*. Les vieilles collections renferment des échantillons de gersdorffite, provenant des mines de Mouzaïa (voir à *panabase*); on en trouve aussi indiqués comme provenant de Tenès. Le minéral est le plus généralement compact, englobé dans de la barytine ou dans de la panabase, elle-même massive. Parfois il se trouve en cristaux distincts, enchevêtrés, présentant les formes p (100), a^1 (111) avec ou sans $1/2\ b^2$.

Quand l'ordre de succession est visible, on constate que la gersdorffite est postérieure à la panabase et antérieure à la barytine.

Dans les échantillons de la collection du Muséum, la gersdorffite est localement recouverte d'un enduit vert d'annabergite.

ULLMANNITE

$Ni\ S^2$, $Ni\ Sb^2$

Cubique, parahémiédrique (Klein), tétraédrique (Zepharovich).

Formes observées. p (100).

Faciès des cristaux. Les cristaux présentent parfois, sur les faces du cube, des stries semblables à celles de la pyrite. D'après Miers, les cristaux de Sarrabus possèdent une double série de stries montrant la combinaison des deux hémiédries. Le minéral se trouve soit en cristaux distincts, soit en masses grenues ou compactes.

Clivages. p (100) parfait. Cassure inégale. Fragile.

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 6,2 à 6,7.

Coloration et éclat. Gris d'acier, blanc d'argent. Poussière noir grisâtre. Opaque.

Composition chimique. La formule $Ni\,S^2$, $Ni\,Sb^2$ correspond à la composition *a*). Il existe souvent une petite quantité d'arsenic.

	a)
S.....	15,2
Sb.....	57,0
Bi.....	27,8
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, l'ullmannite donne un sublimé blanc d'acide antimonieux. Dans le tube ouvert, elle dégage de l'acide sulfureux et des vapeurs antimonieuses qui se subliment. Au chalumeau, elle fond, bouillonne en dégageant des vapeurs arsénicales. Le bouton donne les réactions du nickel.

Insoluble dans l'acide chlorhydrique, ce qui permet d'isoler les cristaux engagés dans le calcaire. Décomposée par l'acide azotique avec dépôt d'acide antimonique et de soufre.

Diagnostic. L'ullmannite se distingue facilement de la gersdorffite, de la chloanthite, etc., par ses caractères pyrognostiques et par le résidu d'acide antimonique qu'elle laisse après attaque par l'acide azotique. Les clivages cubiques sont plus faciles dans l'ullmannite que dans la gersdorffite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'ullmannite se rencontre dans des mines d'argent à gangue calcaire et dans quelques gisements plombifères.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* L'ullmannite se trouve à la mine d'Ar près des Eaux-Bonnes où elle accompagne l'arite (voir à *arite*), la dyscrasite, la blende, la pyrrhotite, le quartz, dans des filonnets à gangue calcaire traversant des filons de galène et de blende. Le minéral forme des masses compactes ou clivables, plus rarement des cristaux cubiques nets. L'ullmannite a été rencontrée non loin de là, à la mine d'Anglas ; M. Braly a bien voulu m'en remettre des échantillons renfermant des cubes d'ullmannite qui atteignent $1^{cm}5$ d'arête ; ils sont difficiles à dégager, se clivent avec la plus grande facilité ; ils sont associés à de la blende. L'attaque par les acides du calcaire, qui leur

sert de gangue, permet de les dégager; ils ont toujours leurs faces creusées de profondes cavités.

Dans l'échantillon de calcaire renfermant les cristaux d'arite décrits plus haut, j'ai trouvé des cristaux cristallitiques d'ullmannite, formés par des empilements de cubes, allongés suivant un axe quaternaire.

Alpes. — *Isère*. Un sulfoantimoniure de nickel en filon dans le gneiss a été signalé par Gueymard (*B. S. G.* XII. 516. 1855) à Péchauden en Valbonnais ; l'analyse paraît avoir été faite sur une matière impure. C'est de ce gisement ou de la mine des Chalanches que provient un échantillon d'ullmannite grenue, renfermant des cristaux à clivages cubiques, qu'a bien voulu me donner mon collègue M. Gaudry ; cet échantillon est indiqué comme provenant des environs de Grenoble.

Gisement incertain.

Plateau Central. — La collection de Strasbourg possède un échantillon d'ullmannite compacte associée à de la galène, de la blende dans de la barytine et indiqué comme provenant de Corbières (*Aude*) (Groth. *Strasb. miner. Samml.* 43). Il est probable qu'il y a erreur de département dans cette indication et que cet échantillon provient de l'une des mines de Corbières situées à la limite de l'*Hérault* et de l'*Aveyron*, mines qui renferment tous les minéraux associés à l'ullmannite dans l'échantillon en question (voir à *bournonite*).

GROUPE DE LA MARCASITE

MARCASITE

$Fe\ S^2$

Orthorhombique $mm = 105°5'$

$b : h = 1000 : 979{,}690.\ D = 793{,}789.\ d = 608{,}199.$

$[a : b : c = 0{,}7662 : 1 : 1{,}2342$ (Sadebeck)]

Macles. Les macles de la marcasite sont extrêmement fréquentes et caractéristiques, elles sont au nombre de deux.

1° Macle suivant *m*. Cette macle est la plus commune ; elle présente des types variés suivant la forme élémentaire des cristaux élémentaires qui la constituent.

Macle en *crête de coq*. Dans cette macle les individus constituants possèdent toujours les faces *m* et des clinodômes avec ou sans *p* (001) (type II étudié plus loin). La macle est rarement formée par deux individus seulement ; le plus souvent, il en existe un grand nombre, la macle donne lieu à des groupements polysynthétiques rappelant ceux des feldspaths tricliniques ; quand tous les angles rentrants se trouvent du même côté, on a alors les groupements crêtés que montre bien la fig. 10.

Il arrive, assez rarement du reste, que cette macle se produise par entrecroisement, de telle sorte que l'on observe des angles rentrants aux deux extrémités du groupement et pas d'angles saillants.

Macle de la *sperkise*. Cette macle est surtout fréquente dans la marcasite de la craie et de la houille ; elle est caractérisée par l'absence presque complète d'angles rentrants ; les seules faces normalement développées sont celles de la zone pg^1 ; tantôt les cristaux sont aplatis suivant *p* (001) ou présentent des dômes obtus, tantôt au contraire les faces e^1 étant seules développées, le groupement conduit à des formes pseudo-octaédriques régulières.

Souvent aussi la macle est plusieurs fois répétée, constituée par 4, (fig. 13), 5 (fig. 1), 6 (fig. 2) individus donnant dans ces deux derniers cas un solide fermé en forme de roue. C'est surtout quand la macle

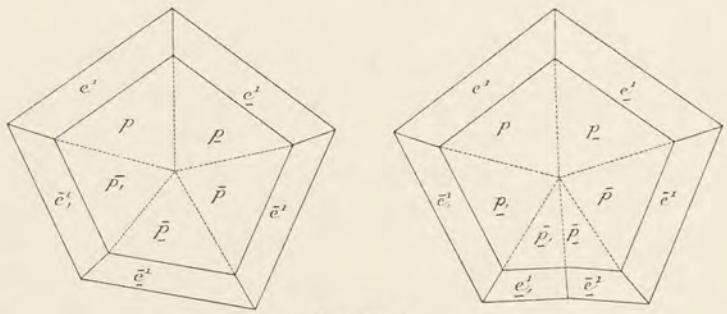


Fig. 1 et 2.

Macle de la sperkise.

est constituée par 4 ou 5 individus, qu'un grand nombre de semblables groupements s'enfilent suivant une arête *pm* et forment ainsi les solides

en pointe de flèche qui ont fait donner le nom de (speerkies) à cette variété de marcasite.

Macle *prismatique*. Les cristaux de Pontpéan décrits plus loin offrent un aspect spécial dans leurs macles. Ce sont de longs prismes hexagonaux dont deux des faces sont remplacées par une gouttière verticale (fig. 7).

2° Macle suivant a^1. Dans cette macle beaucoup plus rare que la précédente, les cristaux se croisent sous un angle voisin de 60°.

Les angles suivants ont été mesurés sur les cristaux de Carmaux, de Pontpéan et du cap Blanc-Nez.

	Angles calculés	Angles mesurés
*$m\ m$	105° 5′	105° 8′
$m\ h^1$	142°32′30″	
$m\ g^1$	127°27′30″	
$p\ a^1$	121°56′	
$a^1\ a^1$ sur p	63°40′	
$p e^4$	167°51′	
$e^4 e^4$ sur p	155°42′	155°30′
$p e^3$	157°39′	
$e^3\ e^3$ sur p	135°17′	135°10′
$p e^{2/5}$	153°44′	
$e^{2/5}\ e^{2/5}$ sur p	127°28′	
$p\ e^2$	148°11′	
$e^2\ e^2$ sur p	116°21′	
$p\ e^1$	129° 1′	128°54′
*$e^1\ e^1$ sur p	78° 2′	78° 0′
$e^4\ e^1$	141°10′	
$e^3\ e^1$	151°21′	151°29′
$e^{2/5}\ e^1$	155°17′	
$e^2\ e^1$	160°50′	
$p\ b^{1/2}$	116°14′	116° 0′
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur m	127°32′	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur a^1	113°53′	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ latér.	89°12′	
$m\ a^1$	132°24′	
$a^1\ e^1$	109°24′	
$e^1\ m$	118°12′	118° 5′

Faciès des cristaux. Les cristaux de marcasite présentent quatre types principaux :

1° Le premier type est formé par les cristaux peu allongés suivant l'axe vertical, présentant toujours les faces a^1 (101) et e^1 (011) avec très fréquemment p (001), m (110) et $b^{1/2}$ (111) (fig. 3). Ils offrent au premier abord l'apparence de cristaux de pyrite qui seraient formés par les faces de l'octaèdre régulier, du cube et du rhombododécaèdre. Des mesures permettent aisément d'établir la distinction qui n'est cependant pas toujours facile quand ces cristaux, au lieu d'être isolés, sont groupés et ne présentent que quelques facettes distinctes se mesurant mal.

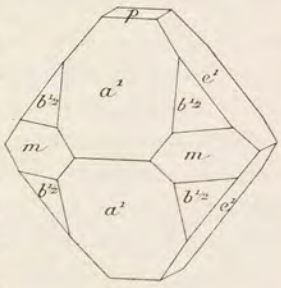


Fig. 3.
Marcasite (type I).

2° Le deuxième type est caractérisé par l'aplatissement, suivant p (001) (fig. 4), de cristaux qui présentent les faces m ; c'est lui qui fournit la macle en crête de coq. Une variété de ce type est constituée par des cristaux pseudo-

hexagonaux dans lesquels les faces m et g^1 sont également développées ; ils sont aplatis suivant la base.

3° Le troisième type (fig. 12) est surtout réalisé dans la macle de la sperkise ; les cristaux qui le présentent sont aplatis suivant p (001) et allongés suivant une arête $p\,g^1$; le plus souvent ils ne montrent dans leurs groupements que les faces de la zone pg^1 (001) (010) et $b^{1/2}$, avec rarement de petites facettes m, en gouttière.

4° Le quatrième type que j'ai observé pour la première fois dans le gisement de Pontpéan est constitué par des prismes p (001) m (110) (fig. 5 et 6), très allongés suivant l'axe vertical et identiques par suite aux cristaux de mispickel de Munzig en Saxe.

Les faces de la zone pg^1 sont très fortement striées, parallèlement à leurs intersections mutuelles ; ces stries correspondent à des oscillations entre p (001) et des dômes très obtus. Les faces de cette zone sont souvent aussi disposées en escalier.

Les cristaux de marcasite sont fréquemment cristallitiques, creusés de cavités plus ou moins irrégulières, les macles y sont plus abondantes que les cristaux simples ; à Pontpéan les cristaux de marcasite sont très souvent formés par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre de petits cristaux conduisant ainsi des sortes de barillets. Les macles prismatiques offrent aussi des décroissements réguliers donnant à l'édifice une section qui rappelle celle des macles du gypse de Paris, dites en fers de lance.

La marcasite a une grande tendance à former des masses fibreuses, des rognons globulaires, fibreux du centre à la périphérie, parfois hérissés à l'extérieur de pointes cristallines rappelant celles du type I ou du type III. Ces rognons sont quelquefois allongés, botroydes, stalactiformes, ils affectent les formes les plus variées et les plus bizarres. On trouve en outre ce minéral en masses grenues ou compactes, en enduits scoriacés, etc.

Enfin une variété bien connue de ce minéral est la *marcasite cloisonnée* représentée par la fig. 11. Elle résulte du développement dans les clivages de galène de petits cristaux de marcasite, orientés d'une façon quelconque ; la galène a postérieurement disparu, laissant une masse caverneuse, cloisonnée d'une façon régulière.

Clivages. Clivages m (110) distincts, traces de clivage suivant e^1 (011).

Dureté. 6 à 6,5. Fragile.

Densité. 4,85 à 4,9

Coloration et éclat. Jaune de bronze, foncant par exposition à l'air ; les variations arsenicales sont presque blanches, parfois grises ou noir brûnâtre. Éclat métallique très vif dans les cristaux non altérés. Opaque.

Groupements avec d'autres minéraux. La marcasite se groupe parfois d'une façon régulière avec les cristaux de pyrite. Le plus souvent alors, la pyrite a une face p (100) parallèle à une face m (110) de la marcasite, et une autre face p parallèle à p (001) de ce dernier minéral. Ce genre de groupement se trouve notamment dans les macles de la sperkise. Plus rarement, la pyrite est disposée de telle sorte qu'une de ses faces b^1 (110) est parallèle à g^1 (010) de la marcasite.

J'ai décrit page 565 les remarquables associations de la marcasite dans des pseudomorphoses de pyrrhotite ; je n'y reviendrai pas, je ferai seulement remarquer que dans le cas où la pyrite ou la galène participent à ces pseudomorphoses, leurs axes quaternaires coïncident avec les axes binaires de la marcasite.

Composition chimique et *essais pyrognostiques.* Comme pyrite.

Altérations. Comme pyrite. Toutefois, la marcasite s'altère beaucoup plus rapidement que ce minéral.

Diagnostic. Voir à pyrite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La marcasite est un minéral abondant se trouvant dans les trois catégories suivantes de gisements.

1° Dans les roches éruptives ;

2° Dans les gisements métallifères ;

3° Dans les formations sédimentaires.

Il est probable que la marcasite est beaucoup plus répandue en France qu'on ne le suppose. Je ne citerai ici que les gisements dans lesquels ont été trouvés des cristaux permettant d'affirmer que le minéral étudié est bien orthorhombique.

1° *Dans les roches éruptives.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* La granulite de Barbin près Nantes renferme non seulement de la pyrite cristallisée, mais encore des cris

taux de marcasite se présentant sous forme de petites lamelles hexagonales p (001), m (110), g^1 (010) à surface généralement terne, d'un noir verdâtre. Elles sont associées à des cristaux de quartz hyalin, d'apatite, de bertrandite, etc.

2° *Dans les filons métallifères.*

L'observation faite pour les gisements suivants de marcasite s'applique à ceux des filons métallifères. Ce minéral y est certainement très abondant ; il est souvent confondu avec la pyrite en l'absence de formes cristallines. J'ai observé des cristaux distincts dans tous les gisements suivants :

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* La marcasite est très abondante dans la mine de Pontpéan en Bruz, elle est postérieure à la blende qui elle-même englobe la galène. Elle existe soit pour elle-même en cristaux distincts, en masses réniformes ou concrétionnées à structure fibreuse, soit en pseudomorphoses complexes de pyrrhotite.

Pour ces pseudomorphoses régulières, je renvoie à la page 565, rappelant seulement que les cristaux élémentaires de marcasite qui les constituent appartiennent au type II (fig. 4) ; ils offrent des groupements réguliers avec galène et pyrite qui ont été également décrits plus haut.

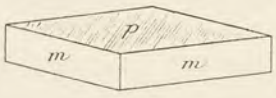


Fig. 4.
Marcasite (type II).

Les cristaux libres offrent généralement un aspect différent (type IV) (fig. 5), bien qu'ils soient constitués par les mêmes formes simples. Ils sont très allongés suivant l'axe vertical ; leur structure est presque toujours polysynthétique ; ils sont constitués par le groupement à axes presque parallèles d'un grand nombre de petits individus de même forme. Assez fréquemment, le cristal résultant, au lieu d'avoir un développement régulier, présente une forme en barillet dont la figure 6 évite une plus longue description ; les cristaux de ce type atteignent plusieurs centimètres.

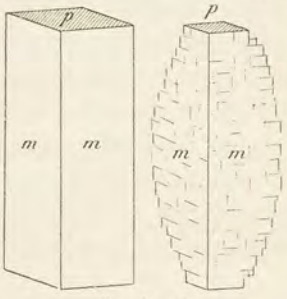


Fig. 5 et 6.
Marcasite de Pontpéan (type IV).

Quand ces cristaux sont maclés suivant m, ils offrent la forme d'un prisme hexagonal irrégulier dont deux

faces sont remplacées par une profonde gouttière verticale (fig. 7 et 8). Souvent ces macles offrent des décroissements réguliers donnant à leurs sections la forme en fer de lance représentée par la fig. 9. Les décroissements ne sont pas seulement réguliers dans la direction de la ligne de macle; le cristal devient de plus en plus large dans la direction de l'axe vertical pour se fondre insensiblement dans la marcasite qui supporte les cristaux libres.

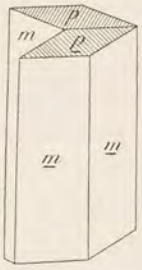


Fig. 7.
Marcasite de Pontpéan. Macle suivant *m* (110).

La marcasite de Pontpéan est blanche et prend une teinte verte livide par altération; les pseudomorphoses ont parfois une couleur superficielle jaune de laiton.

Toutes les variétés de marcasite de ce gisement s'altèrent avec une très grande facilité et il est fort difficile de conserver des échantillons en collection. Cette grande altérabilité est peut-être due en partie à la structure hétérogène du minéral qui, grâce à cette particularité, offre une grande surface à l'oxydation.

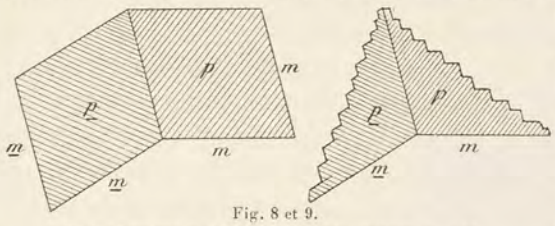


Fig. 8 et 9.
Projections sur *p* (001) de la macle suivant *m* (110) de la marcasite de Pontpéan.

Finistère. C'est à la marcasite qu'il y a lieu de rapporter une partie des pyrites des vieilles mines de Huelgoat et de Poullaouen. D'après les descriptions datant de l'exploitation de la mine, il semble que ces pyrites étaient les derniers minéraux sulfurés formés; on les trouvait fréquemment sur les cristaux de quartz des géodes si fréquentes dans ce célèbre gisement. La marcasite de ces mines est extrêmement altérable; elle est fréquemment associée à la pyromorphite, à la plumbgummite et c'est sa décomposition qui produit si fréquemment la destruction de ces échantillons conservés dans les collections.

Cévennes. — *Gard.* La collection de l'École des Mines possède un échantillon de marcasite stalactiforme qui est indiqué comme venant de Tamaris; il provient sans doute de l'une des nombreuses mines des environs d'Alais, dont il a été question page 583. Il est probable qu'une partie du sulfure de fer de ces mines est formée par de la marcasite et il en est peut-être de même pour celles de Soyons (*Ardèche*).

Je n'ai pu malheureusement avoir à ma disposition d'échantillons de ces mines aujourd'hui abandonnées. C'est à la marcasite qu'il y a lieu de rapporter le sulfure de Saint-Jean-de-Valeriscle près la Grand-Combe ; il se trouve dans une gangue quartzo-calcaire en masses concrétionnées, testacées, à structure fibreuse.

Plateau Central. —*Puy-de-Dôme*. La marcasite, en petits cristaux le plus souvent indistincts, accompagne la galène et la blende dans la mine de la Brousse (Pontgibaud) et parfois la pyromorphite à Pranal.

Loire. La marcasite en rognons de la grosseur du poing a été signalée par Drian (*op. cit.* 166) dans les filons de quartz plombifère de Pont-la-Terrasse. Ce minéral s'altère facilement.

Vosges. [*Alsace.*] J'ai trouvé dans la collection du Muséum quelques jolis échantillons de marcasite provenant des anciennes mines de Sainte-Marie-aux-Mines ; les uns sont en voie de décomposition, les autres sont entièrement transformés en limonite. Les cristaux n'offrent que les faces *p* (001) et *m* (110) ; ils présentent la disposition en crête de coq représentée par la fig. 10.



Fig. 10.

Marcasite (macle en *crête de coq*) de Sainte-Marie-aux-Mines.
(*Photographie grandeur naturelle.*)



Fig. 11.

Marcasite cloisonnée (épigénie de galène) de Sainte-Marie-aux-Mines.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

D'autres échantillons également très altérables présentent une structure cloisonnée (fig. 11) : ils constituent une épigénie partielle de galène ; les cloisons de marcasite correspondent aux directions de clivage de cette dernière.

La collection du Muséum possède un échantillon de marcasite pro-

venant des filons du Val de Villers d'Urbeis ; des cristaux brillants offrant la macle de la sperkise sont engagés dans du quartz qui ne laisse libre qu'une étroite bordure brillante formée par des faces e^1 (011).

Algérie. — *Constantine*. J'ai indiqué page 569 l'existence, dans les mines de l'Aïn-Barbar, de pseudomorphoses de pyrrhotite en marcasite.

3° *Dans les assises sédimentaires.*

a) *Dans les assises paléozoïques.*

Il est possible qu'une partie des sulfures de fer des schistes et autres assises paléozoïques soient constitués par de la marcasite. Ces roches et surtout les schistes s'altèrent en effet avec une grande facilité à l'air et il est souvent difficile de conserver par exemple les fruits ou autres fossiles pyritisés du permien ou du houiller (Autunois, bassin de Saint-Étienne, etc.), qu'ils contiennent.

Toutefois dans tous les gisements dont j'ai examiné des *cristaux distincts*, le minéral est constitué par de la pyrite cubique ; ceux qui sont étudiés plus loin font seuls exception. Cette facile altération du sulfure de fer quel qu'il soit est liée à l'état de division extrême dans lequel il se trouve au milieu de roches plus ou moins poreuses ayant une grande tendance à absorber l'oxygène de l'air.

Il est fort probable du reste que dans nombre de ces gisements la pyrite et la marcasite sont associées ; ces minéraux ne peuvent être distingués qu'en présence de cristaux distincts ; le gisement de Carmaux est à citer à cet égard.

Flandre et Artois. — *Pas-de-Calais. Nord.* La marcasite en cristaux existe probablement dans les géodes calcaires de quelques fosses houillères du Pas-de-Calais et du Nord ; les échantillons que j'ai eus en mains sont insuffisants pour que je puisse l'affirmer.

Ardennes. — La collection de l'École des Mines renferme un échantillon de marcasite en cristaux crêtés (*pm*) (du type I) provenant du calcaire carbonifère de Givet. Ils sont associés à de la barytine et à de la calcite.

Plateau Central. — *Tarn*. On a vu, page 599, que la houille de Carmaux renferme de la pyrite en cristaux cubiques. Dans les

échantillons qu'a bien voulu me communiquer M. Ch. Perès, se trouvent de très intéressants cristaux de marcasite ayant extérieurement la même couleur jaune que la pyrite, mais possédant une couleur blanche dans la cassure fraîche. Les cristaux non maclés de marcasite sont rares et de très petite dimension ; ils appartiennent au type II et sont aplatis suivant p (001) ; les faces p sont striées parallèlement à l'arête $p\,e^1$; on observe en outre les formes e^1 (011), a^1 (101), m (110) (fig. 12) et parfois $b^{1/2}$ (111).

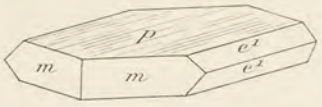


Fig. 12.
Marcasite de Carmaux.

Le plus souvent ces cristaux offrent la macle de la sperkise ; les pointements sont d'une netteté parfaite, montrant quelquefois de petites gouttières terminales m avec ou sans $b^{1/2}$. On retrouve la plupart des types qui seront étudiés plus en détail dans les gisements crétacés — macle de deux, quatre (fig. 13) ou cinq individus fig. 1). Il est assez fréquent de trouver des macles de deux individus allongées suivant une arête $p\,m$ et limitées latéralement par les faces m, a^1, et $b^{1/2}$. Ces macles ont l'aspect des cristaux

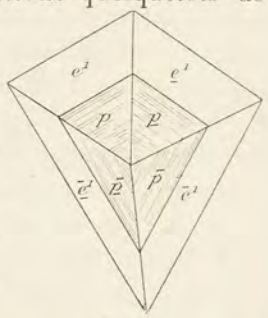


Fig. 13.
Macle de la sperkise formée par 4 individus.

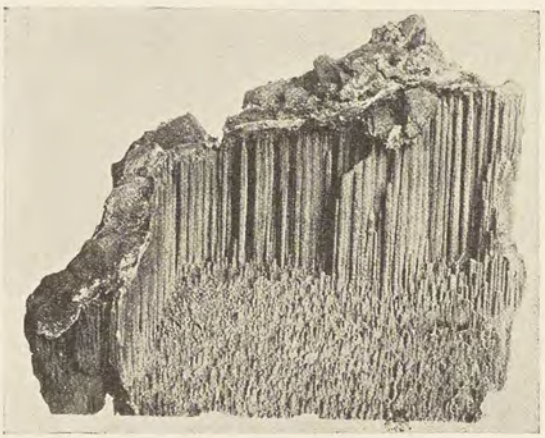


Fig. 14.
Marcasite concrétionnée des environs d'Autun.
(*Photographie réduite au tiers environ.*)

représentés par la fig. 21, avec cette différence, toutefois, que les faces e^1 (011) sont planes, brillantes, que p manque souvent et que $b^{1/2}$ est très développée. Quelquefois les macles de marcasite sont saupoudrées de petits cristaux ($p\,a^1$) de pyrite distribués sans ordre et ne laissant libre que la bordure des arêtes extérieures de la marcasite.

Saône-et-Loire. La fig. 14 représente un curieux échantillon de

marcasite stalactiforme trouvé récemment dans les mines de boghead des Thélots-lès-Autun ; il m'a été communiqué par MM. Berthier et Bayle. Sa couleur est le blanc jaune verdâtre ; les baguettes qui le constituent sont hérissées de pointements cristallins non déterminables. Cet échantillon s'est formé par concrétion dans une cavité de la roche dont il englobe des fragments. Je dois à l'obligeance de M. de Limur un bel échantillon de marcasite du même gisement, formé dans les mêmes conditions : il est constitué par des cristaux groupés en crête de coq tout à fait analogues à ceux que représentent la figure 10, mais ils sont peu épais, fragiles et d'une grande délicatesse.

J'ai rencontré un échantillon de marcasite parmi la série des cristaux de pyrite des mines de Montceau dont il a été question page 603. Ils mesurent seulement un à deux millimètres de plus grande dimension et ont les mêmes formes que ceux de Carmaux.

b) *Dans les assises secondaires.*

J'ai énuméré page 607 les divers niveaux de fossiles pyriteux, ne pouvant, en l'absence de cristaux nets, établir dans ces épigénies organiques de distinction certaine entre la pyrite et la marcasite. Je n'ai eu du reste entre les mains qu'un petit nombre d'échantillons provenant de quelques-uns seulement de ces gisements. Dans la plupart de ceux-ci, ces pseudomorphoses sont accompagnées de cristaux de pyrite cubique ; il est néanmoins fort probable qu'un certain nombre de ces épigénies organiques, et notamment les types facilement altérables du crétacé, sont en réalité constituées par de la marcasite.

Je ne m'occuperai donc ici que des gisements fournissant de la marcasite nettement caractérisée.

α Dans le jurassique.

Plateau Central. — *Ardèche.* Je dois à l'obligeance de M. Hoh d'intéressants échantillons de marcasite provenant de Crussol, vis-à-vis Valence ; ils forment des nids dans une marne calcaire du séquanien. Il est facile de les isoler par un lavage à l'acide chlorhydrique étendu. Les cristaux sont très aplatis (type I), présentant les faces m (110), e (011), e^2 (012) et surtout e^3 (013) ; ils sont un peu allongés suivant

une arête $e^3\,e^3$, parallèlement à laquelle ils sont fortement striés.

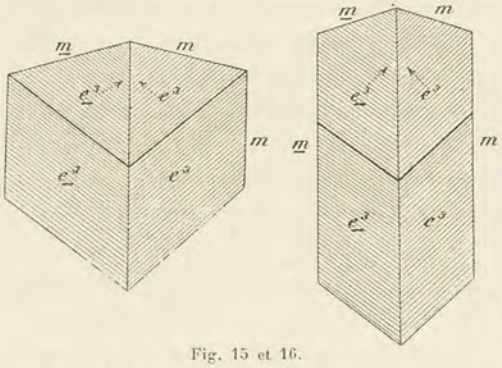


Fig. 15 et 16.
Projections sur p (001) de la macle suivant m (110) de la marcasite de Crussol.

Les macles de deux ou plusieurs individus sont fréquentes, se produisant soit par accollement, soit par pénétration, comme dans la fig. 5 de la page 668 (*mispikel*). Il n'est pas rare de trouver des cristaux dépourvus d'angles rentrants et offrant les divers aspects présentés par les figures 15 et 16.

Aveyron. La collection du Muséum possède deux cristaux isolés de marcasite indiqués comme provenant de Millau (dans le lias).

Saône-et-Loire. Le minerai de fer oolithique qui forme des lentilles dans les calcaires hettangiens à Mazenay renferme des nodules de marcasite : les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Schneider atteignent la grosseur du poing. Ils sont finement fibreux, leur surface est lisse et brillante, parfois terminée par des pointements cristallins. Ces nodules, englobés par une calcite lamellaire, ressemblent plus à ceux de l'argile plastique d'Ivry, qu'à ceux de la craie; ils sont très facilement altérables.

β Dans les assises crétacées.

On a vu plus haut que les ammonites pyriteuses du *crétacé* sont probablement en partie épigénisées par de la marcasite, mais le véritable gisement de ce minéral est le *supracrétacé* où on le trouve, avec une abondance inégale suivant les gisements, dans le *cénomanien*, dans le *turonien* et dans le *sénonien*. La marcasite s'y présente rarement en cristaux isolés ; elle forme le plus généralement des boules de grosseur très variable, mais pouvant arriver à peser plusieurs kilogrammes, leur structure est fibreuse ; ce sont de vrais sphérolites souvent hérissés de pointements cristallins (fig. 17 et 18). Plus rarement ces boules sont constituées par des cristaux agglomérés sans ordre (fig. 20 et 23).

Ces nodules de marcasite, désignés en général par les paysans sous le nom de *pierres de foudre*, subissent dans leur gisement originel l'al-

tération hépatique, mais ils se transforment très rapidement en mélantérite (altération saline) dès qu'ils sont exposés à l'air libre. Ils sont



Fig. 17 et 18.

Nodules de marcasite de la craie : l'un est entier, l'autre a été brisé pour montrer sa structure.

souvent imprégnés de gypse lamellaire qui se développe entre leurs fibres. Leur association avec les silex, les fossiles, n'est pas rare ; ils les englobent ou sont implantés sur eux.

La marcasite se rencontre dans toutes les régions françaises constituées par le supracrétacé. Comme elle se présente avec les mêmes formes dans les divers niveaux, je ne considérerai pas ceux-ci dans des paragraphes distincts. Les gisements suivants se recommandent par l'abondance ou la beauté des échantillons qu'ils fournissent.

Artois. — *Pas-de-Calais.* La région qui fournit en France les plus remarquables échantillons de marcasite est le bas Boulonnais. Ce minéral abonde dans toute la ceinture de craie cénomanienne qui lui sert de limite.

Le gisement le plus intéressant au point de vue de l'abondance et de la beauté des cristaux est le cap Blanc-Nez. La marcasite s'y trouve particulièrement dans la zone à *Ammonites cenomaniensis* ; elle offre divers aspects : dans les niveaux les plus bas, elle forme des rognons irréguliers et volumineux, parfois mamelonnés et hérissés de cristaux mal formés, enchevêtrés (fig. 17 et 18).

Plus rarement, on rencontre, non plus ces boules à structure fibreuse, mais des agrégats de cristaux enchevêtrés, laissant entre eux des vides qui permettent de distinguer nettement leurs formes qui vont être étudiées plus loin (fig. 20 et 23).

Le second aspect de la marcasite est fourni par des rognons de toute grosseur, arrondis ou cylindriques, de couleur foncée, sans trace de cristaux ; leur structure est rayonnée dans la cassure. Ces rognons s'altèrent avec la plus grande facilité, donnant des pseudomorphoses en limonite désignées par les paysans sous le nom de *fer bouilli*.



Fig. 19.
Macle de la sperkise. (*Photographie grossie trois fois environ.*)

Les échantillons bien cristallisés que j'ai étudiés, proviennent de la collection du Muséum, ou m'ont été obligeamment communiqués par M. Sauvage. Ils appartiennent aux trois types suivants :

1° Macles de la sperkise constituées par quatre individus e^1 (011), p (001), souvent enfilés en plus ou moins grand nombre suivant l'axe de macle (fig. 13) ;

2° Macles de la sperkise avec groupements réguliers en roue de 5 (fig. 1), plus rarement de 6 (fig. 2) individus. Elles se réunissent en grand nombre pour former, par leur enchevêtrement, des boules dépassant la grosseur du poing. Il est possible de les dégager par lavage de la craie marneuse qui les englobe. La fig. 20 représente un bel échantillon de ce genre. Fréquemment les macles de la sperkise sont individuellement constituées par l'empilement parallèlement à p (001) de plusieurs individus semblables ; quand ces empilements se font à axes imparfaitement parallèles, il se produit des groupements en gerbes,



Fig. 20.
Nodule de marcasite du cap Blanc-Nez formé par l'enchevêtrement de macles de la sperkise à 5 individus.
(*Photographie réduite de moitié environ.*)

3° Macles de la sperkise constituées par deux individus seulement, allongés suivant une arête $p\ m$. Ces macles sont généralement squelettiformes. Elles sont formées par le croisement de deux lames aplaties, l'une suivant p et portant latéralement deux faces m, l'autre suivant m et limitée en outre par deux faces p. L'extrémité libre du groupement est constituée par quatre faces e^1 irrégulières et souvent une gouttière $m\overline{m}$, avec ou sans $b^{1/2}\ \overline{b}^{1/2}$. Les fig. 21 et 22 montrent cette macle vue parallèlement à p ainsi qu'une section perpendiculaire à l'arête $p\ m$. La fig. 23 est la reproduction d'une photographie d'une boule formée par la réunion d'un grand nombre de macles de ce type.

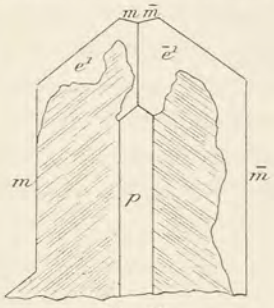


Fig. 21.

Projection sur p d'une macle de la sperkise à deux individus.

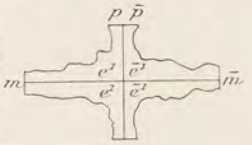


Fig. 22.

Projection sur un plan perpendiculaire à l'allongement de la macle représentée par la fig. 21.

Tous ces échantillons, par la netteté de leurs formes, peuvent être comparés à ceux qui se trouvent de l'autre côté du détroit du Pas-de-Calais, à Folkestone; ils s'en distinguent par leur altération plus grande; tous les échantillons que j'ai examinés sont en effet au moins recouverts d'une mince couche rouge d'oxyde et parfois entièrement transformés en hématite.



Fig. 23.

Nodule de marcasite du Cap Blanc-Nez formé par l'enchevtrement de macles de la sperkise à 2 individus. (*Photographie grandeur naturelle.*)

C'est également dans le cénomanien que se trouvent les amas de sulfure de fer qui ont été exploités autrefois sous le nom de mine de Saint-Pol près Wissant. On y a trouvé des masses inégales, hérissées de pointes cristallines et des globules de la grosseur du poing, cloisonnés à l'intérieur et associés à de la phosphorite. La marcasite abonde aussi dans les nodules phosphatés du Boulonnais.

On peut citer encore les localités suivantes où la marcasite se ren-

contre en abondance : Tingry, les environs de Montreuil-sur-Mer.

Je dois à l'obligeance de M. Collache des nodules de marcasite trouvés dans le poudingue cénomanien (*tourtia*) coupé à 125 m. de profondeur pour le puits de la mine de Fléchinelle, à Ligny-les-Aire. M. Domézon m'en a remis de semblables provenant des mines de Courrières.

Flandre. — *Nord*. Les argiles turoniennes, désignées par les mineurs du Nord sous le nom de *dièves*, renferment de la marcasite en nodules aplatis ou stalactiformes qui sont parfois hérissés de pointements distincts (Guesnain, Dorignies près Douai). Le même minéral se trouve en beaux échantillons dans le sénonien de Lezennes.

Picardie. — *Somme*. La marcasite, en fort beaux rognons souvent hépatiques, se trouve à Cartigny.

Normandie. — *Seine-Inférieure*. De très beaux échantillons de marcasite globulaire se rencontrent dans le turonien et le sénonien de Rouen, et de nombreuses localités sur la côte de la Manche (Dieppe, Étretat, Fécamp, etc.). Les échantillons, avec pointements cristallins déterminables, sont peu communs.

Eure. Le même minéral se rencontre dans la craie sénonienne de Tourneville près Évreux, de la Villette près Louviers, etc.

Calvados. C'est dans le cénomanien que la marcasite se trouve en nodules aux environs de Trouville ; il n'est pas rare de voir de larges lames de gypse dans les fissures de ce minéral qui existe aussi dans le gault du Calvados.

Bassin de Paris. — *Oise*. La craie turonienne et sénonienne des environs de Beauvais (le Becquet et Goincourt, Hardivilliers, Margny-lès-Compiègne), est riche en nodules de marcasite. M. Janet a bien voulu me communiquer l'échantillon représenté par la fig. 24. C'est un silex englobé par un rognon de marcasite ; il a été recueilli dans la craie à *Marsupites* de Goincourt près Beauvais. On trouve aussi des oursins dans ces mêmes conditions.



Fig. 24.

Nodule de marcasite de la craie de Goincourt transformé en limonite et enveloppant un silex. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Seine-et-Oise. Dans ce département, la marcasite n'est pas rare dans la craie sénonienne, notamment aux environs de Mantes, à la Roche-Guyon, Dennemont, etc.

Seine. Les rognons de marcasite sont rares et de petite taille dans la craie de Meudon ; ils sont souvent recouverts de cristaux de gypse, formés par leur décomposition.

Aisne. Les grès verts du gault sont riches en marcasite, notamment à Beaumé, Leuze, la Folie-Hot, Aubenton. Il en est de même de la craie à *belemnites plenus* (Autreppes) et de la craie sénonienne de Belenglise près le Catelet. Les échantillons que j'ai examinés m'ont été communiqués par MM. Barrois et Gosselet.

Champagne. — *Marne*. Des boules de marcasite de très grande taille se trouvent dans la craie de Champagne et notamment à Épernay, aux environs de Châlons-sur-Marne (Camp de Châlons), à Chepy, à Reims (zône inférieure de la craie à *Belemnitella quadrata*).

Aube. Les carrières de craie des environs de Troyes fournissent de très beaux échantillons de marcasite en boules et parfois des cristaux distincts (Creney, Montgeux, Saint-Parres-aux-Tertres), souvent associés à des octaèdres de pyrite également limonitisés. Je dois à l'obligeance de

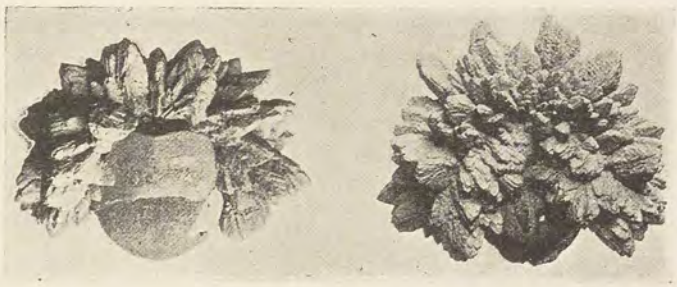


Fig. 25 et 26.

Marcasite implantée sur une térébratule de la craie de Saint-Parres-aux-Tertres
(*Photographie un peu réduite.*)

M. de Mauroi les échantillons que j'ai étudiés. C'est dans le premier de ces gisements qu'on a trouvé du soufre natif au milieu de boules de marcasite évidées et transformées en limonite. Les fig. 25 et 26 représentent un curieux échantillon provenant de Saint-Parres-aux-Tertres ; il m'a été communiqué par M. Stan. Meunier ; on y voit des cristaux de marcasite limonitisée, groupés sur une térébratule.

Ardennes. — La marcasite imprègne les grès verts du gault de l'Ardenne (Aubigny, Lognybogny, Marlemont, Vaux-Vilaine, Faleul,

Tarzy, etc.) : des nodules, ayant parfois une grande taille, se trouvent dans la craie blanche de l'arrondissement de Vouziers.

Bourgogne. — *Yonne*. Les boules de marcasite sont plus abondantes dans le cénomanien (Aillant) et le turonien (Turny, (Dracy), Chailley) que dans le sénonien (Brion).

Jura. — Ogérien signale des nodules de marcasite dans la craie, de Lains et de Saint-Julien.

Anjou. — *Maine-et-Loire*. Des nodules de marcasite ont été signalés dans le tuffeau turonien de Baugé, de Charcé, etc.

Morvan et Berri. — *Nièvre* et *Cher*. La craie marneuse cénomanienne des environs de Vailly et la craie glauconiuse de Vierzon, le gault de la Nièvre et du Cher renferment des nodules de marcasite que m'a indiqués M. de Grossouvre.

Charentes. — *Charente* et *Charente-Inférieure*. Grâce à l'obligeance de M. Arnaud, j'ai pu examiner des échantillons de marcasite provenant des divers niveaux crétacés, si bien étudiés par ce géologue. La marcasite en rognons fibreux, très altérable et souvent accompagnée de gypse, de résine fossile, abonde dans les argiles ligniteuses de la base du cénomanien (gardonien), [île d'Aix, Fouras, Piédemont, Rochefort, etc] : elle se présente parfois sur les canaux de teredos et les fragments de bois silicifié qu'ils accompagnent. Au pont des Barques, on constate au milieu des calcaires à *Anorthopygus orbicularis* l'existence d'une traînée de petits nodules de marcasite altérée.

Dans le sénonien (santonien) de Cognac, il existe de beaux groupements de marcasite (macle de la sperkise à faciès octaédrique) : les échantillons étudiés sont accompagnés de pyrite (p, a^1) altérée ; ils proviennent de carrières détruites pour la construction du chemin de fer.

La marcasite se rencontre encore dans le campanien d'Angoulème; enfin dans le maestrichtien (dordonien), elle existe dans la partie moyenne des marnes à *Clypeolampas Lukei*.

Algérie. — *Constantine*. D'après les renseignements que je dois à M. Blayac, la marcasite en nodules fibreux est assez abondante dans quelques gisements crétacés de Constantine.

Dans les assises tertiaires.

Bassin de Paris. — *Seine*. La marcasite abonde dans l'argile plastique (notamment dans les sables constituant le niveau moyen de la formation et dans les fausses glaises qui les surmontent) de la base de l'éocène des environs de Paris. Elle y forme des rognons, des masses irrégulières à aspect bizarre, parfois tuberculeuses. Leur structure est finement grenue ; elles sont parfois riches en moules de mollusques et en empreintes végétales (Issy, à la porte de Versailles). On voit aussi des rognons à structure fibreuse se distinguant de ceux de la craie par leur surface polie et par la finesse de leurs fibres; le plus souvent ces nodules sont irréguliers (Ivry, Arcueil). Cette marcasite est très altérable. Dans les carrières d'Issy, le sol des parties, où abonde le minéral, est couvert d'efflorescences blanches de mélantérite s'altérant en copiapite, etc.; des réactions secondaires sur l'argile donnent naissance à des cristaux de gypse, à de la webstérite, à de l'apatélite, etc. (voir à ces minéraux).

Marne, *Oise*, *Seine-et-Oise*, *Aisne*. Les lignites (*cendres noires*) du Laonnais et du Soissonnais (sparnacien) qui sont les équivalents de l'argile plastique des environs de Paris, sont parfois imprégnés de marcasite qui s'effleurissent avec la plus grande facilité. Aussi ces lignites sont-ils utilisés soit comme amendement agricole, soit comme minerai d'alun et de sulfate de fer. On les exploite particulièrement dans les cendrières de l'*Aisne* (Chaillevet, Mailly, Urcel, Festieux, Montaigu, Suzy, Soissons, Saint-Quentin, Laon, Château-Thierry), dans l'*Oise* (Arcy, Beaurains), et en *Seine-et-Oise*, à Bonafle etc. ; dans la *Marne* (Berru, Trépail, forêt de Verzy, etc.). Dans ces lignites, la pyrite est extrêmement divisée ; elle donne par décomposition de la mélantérite, parfois du soufre et fréquemment du gypse.

Sologne. — *Loir-et-Cher et Loiret*. Les argiles de Sologne renferment des nodules de marcasite que m'a signalés M. de Grossouvre.

Charentes. — *Charente*. Les argiles noires tertiaires de Lafaye en Honac sont riches en nodules ovoïdes de marcasite à structure fibreuse.

Plateau Central. — *Cantal*. Les assises (tertiaires ou quaternaires?) de *randanite* (voir tome III) exploitées à Auxillac en Virargues

renferment de petits nodules aplatis de marcasite compacte. Je n'ai pas observé de cristaux nets dans les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Bouhard.

Puy-de-Dôme. Les marnes ligniteuses aquitaniennes de Menat (voir à *tripoli*) renferment en grande abondance des nodules un peu aplatis de marcasite : leur structure est fibreuse. J'ai étudié une nombreuse série de ces échantillons qui m'a été communiquée par M. Gontrolet.

Jura. — *Ain.* M. Deperet m'a signalé l'existence de gros nodules de marcasite très altérable dans les mines aquitaniennes de Pyrimont.

Dans les assises thermales.

On a vu page 628 que du sulfure de fer se produit dans un certain nombre de sources thermales françaises où il provient de la réduction des sulfates. Il est possible que dans quelques-uns de ces gisements ce minéral soit constitué par de la marcasite. La démonstration de cette hypothèse n'est pas possible, la substance en question ne formant que des enduits très minces, dépourvus de cristaux déterminables.

LÖLLINGITE ET LEUCOPYRITE

$FeAs_2$ **Fe^3S^4**

Orthorhombique : $mm = 112°27'$

$b : h = 1000 : 1024{,}95$. $D = 831{,}200$. $d = 555{,}973$.

$[a : b : c = 0{,}6689 : 1 : 1{,}2331$ (Brögger)]

Macles. Macles suivant a^1 (101) de deux ou trois individus.

Formes observées. p (001), m (110), e^3 (013).

Les angles suivants ont été mesurés par M. Schrauf sur des cristaux de löllingite des Chalanches.

	Angles calculés	mesurés		Angles calculés	mesurés
mm	112°27′	113°40′	e^4e^4	154°44′	
me^3	102°12′	102°35′	$e^3\,e^3$ sur p	135°19′	133°50′

Clivage. Clivage p (001) parfois net. Cassure inégale.

Dureté. 5 à 5,5. Fragile.

Densité. 7 à 7,4.

Coloration et éclat. Blanc d'argent à gris d'acier. Poussière noire grisâtre. Opaque.

Composition chimique. La formule $Fe\,As^2$ (*löllingite*) correspond à la composition *a*, la formule $Fe^3\,As^4$ (*leucopyrite*) à la composition *b*.

Quelques variétés renferment une quantité notable de cobalt (*glaucopyrite*) et établissent le passage à la *safflorite*; c'est le cas du minéral de la mine des Chalanches dont l'analyse est donnée en *c* d'après Frenzel (*N. J.* 677. 1875). Ce minéral renferme aussi une quantité notable d'antimoine. Certaines variétés (*geyerite*) sont sulfureuses et passent au mispickel; leur densité est plus faible, 6.2 à 6.8.

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
As	72,8	64,1	63,66	64,1
Sb	»	»	5,61	
S	»	»	3,66	
Fe	27,2	35,9	21,22	35,9
Co	»	»	6,44	»
	100,0	100,0	100,59	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, donnent un sublimé d'arsenic métallique, dans le tube ouvert un sublimé blanc d'acide arsénieux; les variétés antimonifères donnent en outre un sublimé d'acide antimonieux avec, dans la geyerite, des vapeurs sulfureuses. Sur le charbon, donnent les vapeurs de l'arsenic (et parfois les réactions de l'antimoine), et un enduit blanc, au feu oxydant; au feu réducteur, un globule magnétique qui, dans les variétés cobaltifères, fournit les réactions du cobalt en plus de celles du fer.

Altérations. Comme le mispickel.

Diagnostic. La löllingite et la leucopyrite se distinguent du mispickel dans le tube fermé; elles donnent immédiatement un anneau noir d'arsenic métallique et pas de sulfure d'arsenic comme ce dernier minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La löllingite se rencontre en France dans des pegmatites et dans des filons métallifères.

1° *Dans les pegmatites et les schistes cristallins.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* La löllingite se présente en masses blanches compactes dans les pegmatites de Miseri près Nantes et en

petits cristaux dans celles d'Orvault. Dans un échantillon de la collection du Muséum, j'ai observé de petits cristaux (me^1) de löllingite ; ils ont environ 1 millim. et sont engagés en grand nombre dans un micaschiste tourmalinifère des Douves Saint-Nicolas à Nantes.

Plateau central. — *Haute-Vienne*. La löllingite se trouve en masses compactes d'un blanc grisâtre dans la pegmatite de la Vilate près Chanteloube, elle acompagne la niobite, la spessartine, le wolfram et les autres minéraux dont il a été question page 81.

2° *Dans des gisements métallifères.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. De la löllingite en fines aiguilles que je n'ai pu dégager de leur gangue de quartz compact, a été trouvée avec chalcopyrite par M. de Limur dans des filonnets traversant le granite du pic d'Arbizon.

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. J'ai observé de la löllingite lamellaire dans une masse jaune de la mine d'étain de Vaulry ; elle accompagne la molybdénite et la cassitérite ainsi que la muscovite.

Alpes. — *Isère*. L'analyse *b* est celle d'une löllingite trouvée par Frenzel dans la mine des Chalanches ; elle établit le passage de la löllingite à la danaïte ; elle est remarquable en outre par sa forte teneur en antimoine. M. Groth en donnant l'analyse du mispickel de ce gisement a fait remarquer (*Ber. Akad. München.* 384. 1885) que les cristaux *m* (110) e^3 (011) mesurés par M. Schrauf (*N. J.* 677. 1075) et indiqués par lui comme löllingite appartiennent sans doute, eux aussi, au mispickel. La collection du Muséum renferme plusieurs échantillons de löllingite, en cristaux malheureusement indistincts ; dans l'un d'eux, la löllingite se trouve sur de l'allemontite ; dans un autre, les cristaux sont engagés dans de la smaltite. Chauffés dans le tube fermé, ils donnent immédiatement une auréole d'arsenic métallique sans trace de sulfure d'arsenic.

Algérie. — *Constantine*. De petits cristaux de löllingite se rencontrent dans le gisement plombifère de Kef-Oum-Theboul ; les géodes qu'ils tapissent renferment parfois de l'argent natif filiforme.

MISPICKEL

$Fe\,S^2$, $Fe\,As^2$

Orthorhombique : $mm = 111°45'$ (Dx).
$b : h = 1000 : 991{,}529$. D $= 827{,}815$. $d = 561{,}0$.
$[a : b : c = 0{,}67750 : 1 : 1{,}19804.]$

Macles. Les macles les plus fréquentes sont les mêmes que dans la marcasite.

1° Macles suivant m (110) simples ou polysynthétiques donnant des groupements formés de cinq individus semblables à ceux de la sperkise.

2° Macles cruciformes suivant a^1 (101) de deux ou trois individus se coupant sous des angles voisins de 60°.

Formes observées. p (001) ; m (110) ; a^1 (101) ; e^3 (013) ; e^2 (012) ; e^1 (011).

Dans le tableau d'incidence qui suit, les abréviations Dx et Lx sont mises en regard des mesures prises par M. Des Cloizeaux sur des cristaux de la mine d'Ar, et de moi-même sur les cristaux de Saint-Prix.

	Angles calculés	Angles mesurés
$*mm$	111°45′	111°40′(Dx)
pa^1	119°30′	
$a^1 a^1$ sur p	59° 0′	58°65′ (Dx)
$a^1 a^1$ sur h^1	121° 0′	121°15′(Lx)
pe^3	158°14′	
$e^3 e^3$ sur p	136°28′	
pe^2	149° 5′	

	Angles calculés	Angles mesurés
$*e^2 e^2$ sur p	118°10′	
pe^1	129°51′30″	
$e^1 e^1$ sur p	79°43′	79°50′(Dx)
$e^3 e^1$	151°47′	
$e^2 e^1$	160°46′30″	
ma^1 adj	136° 6′	
$a^1 e^1$	108°23′30″	
me^1 adj	115°30′30″	114°50′(Dx)

	Angles calculés	Angles mesurés
me^3 adj	102° 0′	
me^2 adj	106°45′	
$a^1 e^2$	114°59′	
$a^1 e^3$	117°23′	

Faciès des cristaux. Les cristaux de mispickel se présentent avec des faciès variés, suivant qu'ils ont ou non les faces m (110) et, dans le premier cas, qu'ils sont allongés suivant l'axe vertical (fig. 8) ou suivant l'axe a (fig. 5). Quand il n'existe pas de faces m (110), les cristaux sont allongés suivant l'axe b (fig. 7). Les faces de la zone pg^1 sont striées parallèlement à l'axe de celle-ci.

Le mispickel se trouve aussi en masses lamellaires, grenues ou compactes.

Clivages. Clivages *m* (110) assez nets, traces suivant *p* (001). Cassure inégale.

Dureté. 5,5 à 6. Fragile.

Densité. 5,9 à 6,2.

Coloration et éclat. Blanc d'argent à gris d'acier. Le minéral se ternit à l'air, les variétés cobaltifères deviennent alors rosées. Éclat métallique. Poussière noire grisâtre. Opaque.

Propriétés électriques. Thermoélectrique. Les variétés + et — se rencontrent.

Composition chimique. La formule FeS^2, $FeAs^2$ correspond à la composition *a*; une partie de l'arsenic peut être remplacée par de l'antimoine, du bismuth. Dans quelques variétés désignées sous le nom de *danaïte* une partie du fer est remplacée par du cobalt (4 à 10 0/0). Quand la proportion de cobalt est plus élevée, le minéral passe au *glaucodot*. Dans d'autres cas, une partie de l'arsenic est remplacée par de l'antimoine et du bismuth. Enfin beaucoup de mispickels sont aurifères et argentifères; celui de la Miouse (*P. de D.*) renferme de 40 à 100 gr. d'or à la tonne (*B. S. M.* IX. 241. 1886).

b) Analyse du mispickel de la mine des Chalanches par Zimmermann (in Groth. *Ber. Akad. München*). 385. 1885); *c*) *d*) *e*)[1] de Meymac par M. Carnot (*C. R.* LXXIX. 479. 1874). Ce mispickel renferme environ 8 gr. d'argent par 100 kil. et des traces d'or non dosable.

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)
As	46,0	45,78	40,15	39,96	39,30
Sb	»	»	1,70	1,90	1,00
Bi	»	»	1,62	4,13	6,58
S	19,7	19,56	16,34	15,92	14,60
Fe	34,3	34,64	31,90	30,21	28,71
Co	»	»	0,16	0,76	1,07
Pb	»	»	0,10	traces	0,10
Gangue	»	»	6,10	4,90	5,70
Eau et perte	»	»	1,93	2,22	2,44
	100,0	99,98	100,00	100,00	100,00

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, le mispickel donne un sublimé rouge de réalgar, puis un anneau noir d'arsenic. Dans le tube

1. Ces mispickels bismuthifères sont à comparer à l'*alloclasite* d'Orawitza (Co, Fe) (As, Bi) S.

ouvert, il dégage des vapeurs d'acide sulfureux et laisse un sublimé blanc d'acide antimonieux. Sur le charbon, il se comporte comme la löllingite ; les variétés contenant de l'antimoine, du bismuth ou du cobalt donnent en outre les réactions de ces corps. Fait feu sous le briquet comme la pyrite en dégageant une odeur aillacée. Décomposé par l'acide azotique avec dépôt de soufre.

Altérations. Le mispickel s'altère facilement à l'air, il se ternit d'abord, puis donne naissance à de la scorodite et à de la pharmacosidérite, plus rarement à de la symplésite qui cristallisent souvent à la place même du minéral aux dépens duquel ils se sont produits.

Diagnostic. Voir à *löllingite*. La couleur et les réactions de l'arsenic permettent aisément la distinction du mispickel et de la marcasite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le mispickel se rencontre dans les divers gisements suivants :

1° Dans des roches éruptives ;

2° Dans des filons métallifères;

3° Dans des schistes cristallins.

Le second de ces genres de gisements est de beaucoup le plus important.

1° *Dans des roches éruptives.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* Des cristaux nets de mispickel avec macles en roue suivant *m* (110) (fig. 1) ont été trouvés par M. Baret dans la granulite de Barbin près Nantes.

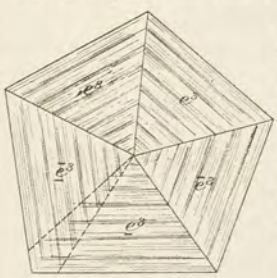


Fig. 1.
Macle du mispickel de Barbin.

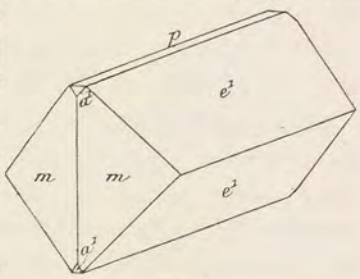


Fig. 2.
Mispickel de Trimounts en Lordat.

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai recueilli des masses cristallines de mispickel avec rares cristaux *m* (100), e^1 (011), et quelquefois a^1 (fig. 2) dans les granulites des carrières de talc de Trimounts en Lordat. Ils y sont accompagnés de quartz.

Plateau central. — *Tarn*. Je dois à l'obligeance de MM. Brémont et Valette de petis cristaux de mispickel ($m\ e^1$) trouvés par eux dans une granulite altérée de Montredon. Ces cristaux atteignent 2 ^{mm} de plus grande dimension.

2° *Dans les filons métallifères.*

a) *Dans les filons stannifères et wolframifères.*

Le mispickel est un des satellites habituels de la cassitérite et du wolfram ; il existe dans presque tous les filons français renfermant ces deux minéraux.

Bretagne. — *Morbihan*. Le célèbre gisement stannifère de la Villeder (voir à *cassitérite*) a fourni autrefois de très beaux cristaux de mispickel dont j'ai étudié de nombreux échantillons, grâce à l'obligeance de M. de Limur. Ils sont généralement engagés dans du quartz laiteux fétide ; ils peuvent atteindre 4^{cm} de plus grande dimension ; leurs formes sont : a^1 (101), e^1 (011), e^2 (012). Ils sont plus ou moins allongés suivant l'arête $e^1\ e^1$ (fig. 3) et leurs faces de la zone d'allongement sont fortement cannelées suivant leur intersection mutuelle, alors que les faces a^1 (101) sont planes et réfléchissantes. Par leur altération, ces cristaux donnent des produits verdâtres cryptocristallins mal définis.

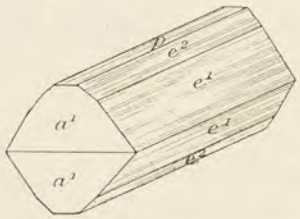


Fig. 3.
Mispickel de la Villeder.

Loire-Inférieure. Le mispickel a été trouvé en masses grenues dans le gisement stannifère de Piriac.

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. Le mispickel se rencontre dans tous les filons stannifères de la chaîne de Blond, à Vaulry et à Cieux (avec quartz, muscovite, cassitérite, wolfram, löllingite, molybdénite, or natif, etc.), à Puy-les-Vignes, près Saint-Léonard (avec wolfram, cassitérite, scheelite, etc.), à Mondelisse, entre Saint-Léonard et Limoges (avec wolfram, molybdénite et scheelite) et dans les filons de quartz des fouilles aurifères de la Creuse et du Limousin dont il a été parlé page 431. Dans tous ces gisements, le mispickel forme des masses cristallines grenues ; je n'ai pas vu de cristaux distincts dans les échantillons que j'ai eu l'occasion d'étudier. C'est par la décomposition de ce

mispickel que se sont formés les beaux cristaux de scorodite et de pharmacolite qui seront décrits dans le tome III.

Corrèze. Dans le filon bismuthifère et wolframifère de Meymac, on a trouvé en abondance un mispickel en masses compactes ou cristallines offrant une teinte rosée sur les cassures oxydées à l'air. M. Carnot en a fait les analyses données en *c*) *d*) *e*) qui montrent une composition exceptionnelle rapprochant ce minéral de l'*alloclasite*.

Puy-de-Dôme. Le mispickel a été trouvé dans un filon de quartz, contenant du wolfram et signalé en 1861 par Fournet au pont de la Miouse en Gelles près Pontgibaud (derrière l'hôtel). D'après M. Gonnard (*B. S. M.* IX. 243. 1886), ce mispickel renferme de 40 à 100 gr. d'or à la tonne ; les échantillons que je dois à l'obligeance de ce savant sont formés de masses cristallines d'un blanc d'acier superficiellement irisées, dépourvues de formes géométriques. Des recherches ont été faites à Madras (1 km. S. E. de Pontgibaud) sur un filon quartzeux de mispickel aurifère et argentifère qui est probablement le prolongement de celui de la Miouse. Des recherches ont été tentées en 1860 à Argentelle au-dessous du hameau de Mont-la-Côte sur un filon de quartz traversant le granite et renfermant avec beaucoup de mispickel quelques mouches de cassitérite.

b) *Dans les filons quartzeux.*

Je réunis ici un certain nombre de gisements dans lesquels le mispickel a été trouvé engagé dans des filons de quartz n'ayant fourni ni cassitérite, ni wolfram. Il est possible qu'une étude approfondie sur le terrain permette de rattacher ces filons soit au groupe qui vient d'être étudié, soit au suivant. Les mouches de mispickel sont assez fréquentes dans les filons de quartz ; je ne cite que les gisements dans lesquels ce minéral se présente avec quelque abondance ou en cristaux distincts.

Anjou. — *Maine-et-Loire.* Le mispickel est connu depuis longtemps dans les environs d'Angers, à Saint-Pierre Montlimart au milieu d'un filon quartzeux de $0^m 80$ de puissance, situé sur la grande route (près du village) à Jallais au Champ de Mars et au Lion d'Angers. Le mispickel de Saint-Pierre de Montlimart est aurifère ; d'après les essais de MM. Cumenge et Robellas le quartz ferrugineux de ce gisement contient 17 grammes d'or à la tonne.

M. Jouitteau a récemment trouvé ce minéral (*Bull. Soc. Sc. nat. Ouest.* II. 215. 1892) à la Desière (ou Desine) près Avrillé, dans un

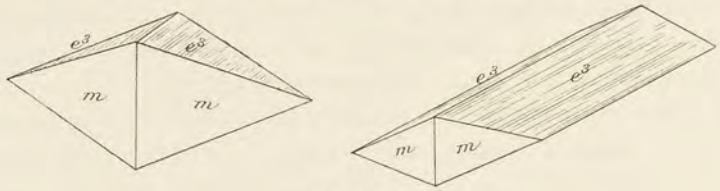


Fig. 4 et 5.
Mispickel d'Avrillé.

filon de quartz blanc exploité pour l'empierrement près d'une ancienne ardoisière. Le mispickel s'y observe en masses cristallines ou en cristaux distincts ; il est associé à de la sidérose. J'ai observé les formes m (110) et e^3 (013) (fig. 4 et 5), les cristaux sont quelquefois allongés suivant e^3 e^3 et présentent des macles fort nettes (fig. 6).

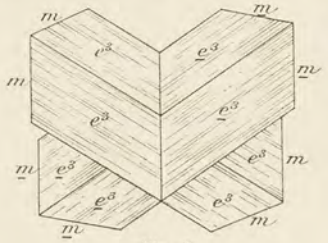


Fig. 6.
Macle du mispickel d'Avrillé.

Les cristaux sont souvent brisés et ressoudés par du quartz ; ils sont difficiles à isoler.

La décomposition du mispickel a donné naissance à des enduits cristallins de *scorodite* ou plus rarement à de petits mamelons fibreux de *dufrénite*.

La collection du Muséum possède des masses cristallines de mispickel, intimement mélangées à de la galène et provenant du petit Montreveaux, au nord de Saint-Florent-Leviet ; ce mispickel a une gangue de quartz.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Un filon de quartz avec mispickel se trouve au col d'Uzious. Je n'ai pu extraire de cristal d'un échantillon que je dois à l'obligeance de M. Nentien.

Ariège. De petits filonnets de quartz, riches en mispickel grenu, se trouvent dans le granite et les schistes modifiés par lui, dans les ravins aboutissant à Mijanès.

Pyrénées-Orientales. La collection du Muséum renferme deux échantillons de mispickel engagé dans du quartz sur le gisement exact duquel je n'ai pu trouver aucun renseignement précis. L'un est indiqué comme provenant de la montagne de la Layade près la Preste,

l'autre du col de la Galine dans le massif du Canigou. Ce sont des masses cristallines s'altérant facilement.

Corbières. — *Aude*. Le mispickel de la Farenque près Carcassonne a été autrefois analysé par Vauquelin. Je n'ai pas de renseignements sur son gisement. Aux mines de Mas Cabardès, se trouvent, dans les micaschistes, deux puissants filons de mispickel, celui de Roquefère et celui de Carrus (avec pyrite).

Plateau Central. — *Ardèche*. Le mispickel a été signalé dans des filons de quartz à Saint-Cierge-la-Serre et Saint-Vincent-de-Durfort (Delmas. *Minér. dans l'Ardèche*. 341. 1872) ; à Flaviac, le même minéral est également engagé dans le quartz avec pyrite.

Il me paraît probable que l'étude de ce gisement permettrait d'y découvrir de bons cristaux.

Lozère. Du mispickel massif a été rencontré dans des filons quartzeux aux environs de Villefort. Le même minéral, seul ou associé à de la pyrite, abonde dans les petits filons quartzeux de la région antimonifère de la Lozère et particulièrement aux environs de Moissac, de Saint Germain-de-Calberte, de Saint-Martin-de-Bobaux et dans toute la région comprise entre Saint-Privat-de-Vallongue, le Collet de Dèze et Saint-Andéol-de-Clerguemort.

Cantal. C'est dans une gangue quartzeuse qu'a été exploité à Bonnac près Massiac, un mispickel aurifère. Il y forme des masses cristallines dans lesquelles je n'ai pas vu de cristaux distincts. Un filon de quartz avec mispickel se trouve dans les environs de Saint-Mary-le Plain.

Puy-de-Dôme. Le mispickel a été autrefois exploité dans le filon quartzeux de Bosbarty (Bauberty) en Anzat-le-Luguet. Les échantillons que j'ai examinés sont constitués par du mispickel fragile, intimement mélangé à du quartz blanc. Je n'ai pu en extraire que des fragments de cristaux ; ils sont allongés suivant l'axe vertical, rappelant ainsi par leurs faciès les cristaux bien connus de Munzig (Saxe).

Le même minéral a été trouvé à Taillefer en Tortebesse ; il renferme, d'après Baudin, 0,0005 % d'argent.

Haute-Vienne. Des filons quartzeux renfermant du mispickel aurifère et argentifère sont connus depuis longtemps à la Mérine, entre Saint-Yrieix et Coussac-Bonneval.

Saône-et-Loire. Des travaux effectués, il y a quelques années, dans la forêt de Saint-Prix (montagne de la Brulée ou du Haut-Folin), ont mis à découvert un filon de mispickel. Il est essentiellement constitué par un mélange de chlorite et de quartz, englobant des cristaux ou des masses grenues de mispickel, associé à un peu de pyrite cubique.

Les cristaux de mispickel atteignent 1 centimètre. Ils sont fragiles et surtout difficiles à isoler. Cependant j'ai pu extraire quelques très bons cristaux à faces brillantes d'un échantillon que je dois à l'obligeance de M. Bougier et dans lequel la gangue chloriteuse est remplacée par une muscovite cryptocristalline.

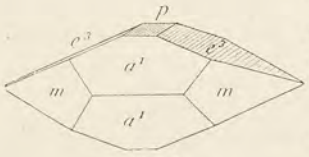


Fig. 7.
Mispickel de Saint-Prix.

Tous les cristaux de ce gisement ont la même forme a^1 (101), e^3 (013) et m (110) p (001) (fig. 7); les faces p, e^3 sont striées parallèlement à leurs intersections mutuelles. Les faces prismatiques sont généralement petites et les cristaux offrent la forme de fuseaux allongés suivant l'arête a^1 a^1; ils ont parfois un aspect dissymétrique par suite du faible développement de deux faces a^1 (101) parallèles. Ces cristaux rappellent, par leurs formes, ceux de Hohenstein près Schemnitz.

Le mispickel de Saint-Prix est d'un beau blanc d'argent, ou d'un gris jaunâtre dans les échantillons à gangue chloriteuse. Les cristaux que j'ai mesurés sont fréquemment recouverts d'une poussière blanche extrêmement mince qu'il est facile d'enlever par la simple friction du doigt.

Vosges. — [*Alsace*]. Un filon de mispickel a été exploité dans la montagne d'Ober-Pers près de Sternensee (Delbos et Köchlin-Schlumberger, *op. cit.*, 345).

c) *Dans des filons antimonifères, plombifères, argentifères, cuprifères, etc.*

Le mispickel se rencontre parfois en très bons cristaux comme élément accidentel dans un grand nombre de filons métallifères dans lesquels il se présente.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. Je dois à l'obligeance de M. Davy la communication de jolis cristaux de mispickel, trouvés par lui à

Martigné-Ferchaud. Ils se trouvent dans un schiste argileux, au contact immédiat des filons quartzeux, riches en stibine. Ils sont extrêmement nets et atteignent 8 millimètres ; ils s'isolent facilement de leur gangue ; leurs formes sont *m* (110), e^3 (013) ; généralement elles sont également développées (fig. 4), mais parfois les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical (fig. 8).

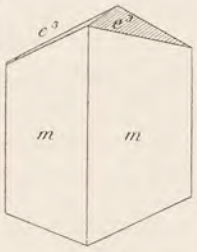


Fig. 8.

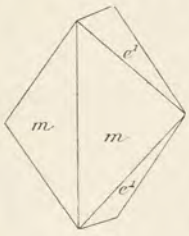


Fig. 9.
Mispickel de la mine d'Ar.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Le mispickel est assez abondant dans la mine d'Ar près des Eaux-Bonnes (voir à *arite*) ; il s'y présente d'ordinaire en masses compactes ; on l'y trouve cependant aussi en jolis cristaux *m* (110), e^4 (011) (fig. 9).

Plateau Central. — *Aveyron.* Le mispickel est rare dans les mines de l'Aveyron. Il a été signalé dans un filon affleurant sur le bord de la route de Villefranche à la Guépie vers le km. 5.

Haute-Loire. Les filons de galène à gangue quartzeuse de Beaumont renferment du mispickel en masses cristallines ; je n'ai pas pu en isoler de cristaux déterminables.

Puy-de-Dôme. Le mispickel a été rencontré dans les mines de Pontgibaud en cristaux contournés, associés à la galène, la pyrite et la barytine.

Loire. A Valsonne, ce minéral a été autrefois exploité pour l'extraction de l'arsenic ; il est mélangé à de la galène et à de la chalcopyrite dans une gangue quartzeuse.

Vosges. — Belfort. Le mispickel se trouve dans les mines de Giromagny, ainsi qu'à Auxelles ; il ne paraît pas s'y rencontrer en cristaux distincts.

M. L. Meyer a récemment signalé (*Bull. Soc. belfortaise d'Emul.* 1895) sur les anciennes haldes du Solgat, à Giromagny, un mispickel cobaltifère (*danaïte*) d'un gris noir foncé qui, par sa décomposition, donne naissance à de petites houppes d'érythrite.

[*Alsace*]. Le mispickel, en petits cristaux *m* (110), e^4 (014)? et en masses grenues, a été rencontré autrefois avec smaltite, arsenic natif, panabase, dans les filons arsenifères de Sainte-Marie-aux-Mines

(Glück-Auf) ; je n'ai pas eu entre les mains de mispickel de cette localité.

Alpes. — *Isère.* Le mispickel se rencontre assez fréquemment à la mine des Chalanches et toujours en cristaux petits, mais nets. Ils sont fréquemment engagés dans l'asbolite argentifère ; leurs faces sont brillantes ; la combinaison la plus habituelle est m (110), e^2 (012) et e^1 (011), avec de petites facettes a^1 (101).

Algérie. — Le mispickel a été signalé dans la mine de blende d'Aïn Barbar.

Nouvelle-Calédonie. — Le mispickel se rencontre en petite quantité avec galène, blende, pyrite, or natif dans les filons quartzeux de Manghine, sur la rive gauche du Diahot.

3° *Dans les schistes cristallins et les schistes métamorphiques.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* Le mispickel est assez commun dans les micaschistes plus ou moins granulitisés des environs de Nantes ou de Nantes même. Sur les bords du ruisseau de Gèvres près la Jonnelière, M. Baret a recueilli des cristaux atteignant 1 cm avec macle de 5 individus (fig. 1). Les autres gisements à citer sont : le Pé de Sèvres en Pallet, la carrière des Sœurs à Petit-Port, celle des deux Fours à Nantes (masses grenues), la carrière de Gigont, à Plessis-de-la-Muse près Nantes (masses compactes dans les veinules des micaschistes).

Plateau Central. — *Loire.* Le mispickel a été rencontré, avec muscovite, andalousite et grenat dans les lentilles quartzeuses des micaschistes de Rive-de-Gier.

Alpes. — *Savoie.* La collection de Strasbourg possède un échantillon de schiste de Pesey renfermant des cristaux de mispickel [m (110), e^2 (012)], allongés suivant la zone verticale. Le même minéral a été rencontré dans les schistes du mont Valézan-sur-Seez.

SULFOSELS

SULFOFERRITES

ÉRUBESCITE

$3\,Cu^2S,\ Fe^2S^3$

Cubique.

Macles. Macle suivant a^1 (111), par pénétration.

Formes observées. p (100), a^1 (111), b^1 (110).

Faciès. L'érubescite cristallisée ne se trouve parmi les gisements français que dans les produits de sources thermales. Dans les autres gisements, elle ne s'observe qu'en masses compactes ou grenues.

Clivages. Traces de clivage suivant a^1 (111) dans les cristaux. Cassure inégale.

Dureté. 3. Fragile.

Densité. 4,9 à 5,4.

Coloration et éclat. Rouge de cuivre à brun tombac dans la cassure fraîche. Le minéral prend, à l'air, de magnifiques irisations bleues et rouges. Poussière d'un gris noir. Opaque.

Composition chimique. La composition théorique répondant à la formule $3\,Cu^2S,\ Fe^2S^3$ (Groth) est donnée en *a*).

b) Analyse de l'érubescite de Monte-Lucia (*Corse*), par Ch. Mène (*C. R.* LXIII. 54. 1886), déduction faite de 81 % de quartz ;

c) De l'érubescite de Saint-Pancrasse (*Aude*), par Berthier (*A. M.* VII. 557. 1835).

	a)	*b*)	*c*)
S.....	28,1	28,0	22,8
Cu.....	55,5	55,5	59,2
Fe.....	16,4	16,5	13,0
Gangue .	»	»	5,0
	100,0	100,0	100,0

Les masses compactes présentent des variations de composition, dues peut-être à des mélanges mécaniques de chalcopyrite, de chalcosite. C'est ainsi que l'analyse suivante a été faite par Berthier (*A. M.* III. 48. 1833) sur un minéral de Nadaud (*Haute-Vienne*).

S.....	20,0
Cu.....	70,0
Fe.....	7,9
Quartz	0,2
	98,1

L'érubescite est parfois argentifère. Celle dont l'analyse est donnée en *c*) renferme 0,0075 d'argent.

Essais pyrognostiques. Comme pour la chalcopyrite.

Diagnostic. L'érubescite se distingue de la chalcopyrite par sa couleur rouge de cuivre et ses irisations qui l'ont fait souvent appeler *cuivre panaché*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'érubescite est un excellent minerai de cuivre; elle se rencontre avec d'autres minerais cuprifères dans les gisements suivants :

1° Dans des roches éruptives ;
2° Dans des filons métallifères ;
3° Dans des sources thermales.

1° *Dans des roches éruptives.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* De belles masses irisées d'érubescite accompagnées de chalcopyrite se trouvent dans la pegmatite à

grands éléments de Miseri près Nantes. Cette roche renferme, en outre, de la biotite, de la muscovite, du béryl, intimement mélangés aux deux minéraux métalliques.

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* M. Gourdon m'a indiqué l'existence de l'érubescite associée à de la fluorine dans la granulite de la carrière du pont des Mousquères près Bagnères-de-Luchon.

2° *Dans les filons métallifères.*

Dans les filons métallifères, l'érubescite est le plus souvent associée à la chalcopyrite, parfois à la galène et à la blende.

Pyrénées. — *Pyrénées-Orientales.* L'érubescite a été rencontrée avec chalcopyrite et malachite dans une gangue de quartz à Roques des Albères près Sparregueri, non loin de Collioures.

Corbières. — *Aude.* Le filon de Saint-Pancrasse en Monthoumet a fourni un minerai essentiellement constitué par un mélange intime d'érubescite, de chalcopyrite et de galène. Ce mélange renferme 0,02 % d'argent, alors que l'érubescite seule en contient 0,0075 (Berthier. *A. M.* VII. 1875), le même minerai renferme de la chalcosite. L'érubescite se rencontre aussi dans le filon de Limousin (près Mas Cabardès) avec oxyde de fer et carbonate de cuivre.

Plateau central. — *Aveyron.* L'érubescite est rare dans les filons cuivreux de l'Aveyron; elle n'a été trouvée que dans celui de Corbières, à la limite de l'Hérault, avec chalcopyrite, panabase, blende, sidérose, etc.

Loire. L'érubescite mélangée à de la chalcosite a été trouvée dans le filon de la Pacaudière, les deux minéraux sont intimement mélangés.

Haute-Vienne. Berthier a analysé (*A. M.* III. 48. 1833) une érubescite compacte amorphe, à cassure raboteuse provenant du bois de Nadaud en Saint-Sylvestre qui possède la composition donnée plus haut. Ce minéral, d'un jaune métallique, nuancé de rouge et de violet, est probablement un mélange mécanique d'érubescite et de chalcosite. Je n'ai pu me procurer d'échantillons de ce minéral, indiqué par Berthier comme s'étant trouvé en très petite quantité.

Allier. Le gisement français d'érubescite le plus important est celui de Charrier près La Prugne qui a fait, il y a quelques années, l'objet d'une exploitation. Ce filon se trouve sur la rive droite de la Besbre dans une roche chloriteuse (schiste paléozoïque métamorphique) vert sombre ; le filon est aussi en relation avec un filon de microgranulite (Deshayes. *B. S. G.* I. 407. 1873).

L'érubescite forme des masses compactes à cassure d'un brun violacé et constitue parfois dans la roche verte des veinules dont la cassure est généralement rosée. Il n'a pas été trouvé de cristaux dans ce gisement aujourd'hui abandonné ; l'érubescite y est accompagnée d'un peu de chalcopyrite ; la pyrite se rencontre aussi en cubes dans les schistes. Enfin le filon cuprifère est traversé par des filons minces de galène et de barytine.

Ardennes. — [*Belgique*]. De petites masses d'érubescite ont été trouvées avec chalcopyrite dans les filons quartzeux traversant les schistes paléozoïques de Vieil-Salm.

Vosges. — [*Alsace*]. L'érubescite a été rencontrée à Framont, intimement mélangée à de la chalcosite massive. Sa couleur est le rouge rosé.

Vosges. L'érubescite compacte a été trouvée au Tillot ; elle est mélangée à de la pyrite.

Alpes. — *Massif du mont Blanc*, *Haute-Savoie*. L'érubescite accompagne la chalcopyrite dans le filon de Roissy près Servoz (voir à *bournonite*).

Isère. De petites veines d'érubescite ont été trouvées dans les calcaires liasiques de Prunières près Laffrey (voir à *blende*).

Hautes-Alpes. L'érubescite en quantité peu notable s'est rencontrée dans un filon quartzeux situé dans la protogine au sud-est de l'hospice du Lautaret, vers la source de la branche droite de la Guisane.

De très beaux échantillons du même minéral, ne constituant malheureusement que des veinules peu importantes, ont été trouvés dans la serpentine du vallon de Saint-Véran dans le Briançonnais ; ils étaient accompagnés de cuivre natif.

L'érubescite se présente sous forme de petits nodules avec chalcopyrite dans les spilites de la mine du Chapeau en Champoléon (voir à *panabase*).

Alpes-Maritimes. L'érubescite est l'un des minerais de cuivre des anciennes mines de cuivre des environs de Puget-Théniers (Mines de La Cerisaie en La Croix, de Val-de-Blore, etc.).

Corse. — Il existe à Ponte Alla Leccia un gisement cuprifère analogue à celui de Monte-Catini. Le gabbro de cette localité est traversé par des filons remplis par du quartz, de l'érubescite et de la chalcopyrite. Ces minerais imprègnent aussi les roches chloriteuses et serpentineuses du voisinage et forment même des nodules dans les parties argileuses de celles-ci. L'érubescite se rencontre, en quantité plus ou moins grande, dans la plupart des gisements corses de chalcopyrite : Castifao, Vallica, Canavaggio, Lento, etc. (voir page 686).

Nouvelle-Calédonie. — L'érubescite en masses compactes à surfaces irisées est associée aux autres sulfures cuprifères exploités à la mine de Pilou, dans la région du Diahot (voir à *chalcopyrite*).

3° *Dans les sources thermales*,

L'érubescite a été trouvée comme produit néogène dans quelques sources thermales avec chalcosite, chalcopyrite, panabase. Ces sulfures y sont formés aux dépens du bronze de monnaies romaines (jetées comme offrandes dans les sources), par les sulfures solubles résultant de la réduction du sulfate de l'eau par les matières organiques.

Plateau Central. — *Allier.* [On verra plus loin la description des monnaies romaines transformées en érubescite et en chalcopyrite par la source thermale de Bourbon-l'Archambault.

Champagne. — *Haute-Marne.* L'érubescite en petits cristaux nets p (100), a^1 (111), à faces courbes, a été rencontrée assez abondamment parmi les sulfures néogènes, formés aux dépens de monnaies romaines dans les thermes de Bourbonne-les-Bains (voir à *panabase*).

CHALCOPYRITE

Cu^2S, Fe^2S^3

Quadratique, antihémiédrique (sphénoédrique)
$b : h = 1000 : 696{,}671$. $D = 707{,}107$.
[$a : c = 1 : 0.98525$ (Haidinger)]

Macles. Les macles de la chalcopyrite sont variées.

1° Macles suivant $b^{1/2}$ (111), avec généralement accolement suivant p, (fig. 5 et 6) (la macle ressemble alors à celle des spinelles dans le système cubique), ou pénétration perpendiculairement à p. Ces macles sont fréquemment très polysynthétiques et aplaties suivant une face $b^{1/2}$.

2° Macles suivant a^1 (101), avec axe de rotation perpendiculaire ; cette macle est souvent polysynthétique.

3° Macles suivant m (110) avec l'axe vertical pour axe de rotation.

Formes observées : p (001), a^1 (101), $a^{1/2}$ (201) ;
$+1/2\ b^{1/2}$ [χ (111)], $-1/2\ b^{1/2}$ [χ (1$\bar{1}$1)].

Les angles suivants ont été mesurés sur les cristaux de Baigorry et des environs de Tenès.

	Angles calculés	Angles mesurés
pa^1	150°15′	
$a^1\ a^1$ sur p	120°30′	
$pa^{1/2}$	140°54′30″	
$a^{1/2}\ a^{1/2}$ sur p	101°49′	
$pb^{1/2}$	125°40′	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur p	71°20′	71°23′
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur a^1	109°53′	109°50′
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur h^1	70° 7′	
$b^{1/2}\ a^1$	144°56′	144°59′
$a^1\ a^1$ sur b^1	90°51′	
$a^{1/2}\ a^{1/2}$ sur $b^{1/2}$	53°49′	
$a^{1/2}\ b^{1/2}$	111°54′30″	111°59′

Faciès des cristaux. Les cristaux de chalcopyrite présentent généralement l'une des formes sphénoédriques plus développée que la forme

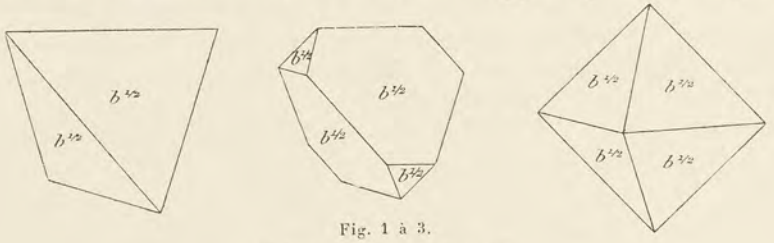


Fig. 1 à 3.
Chalcopyrite. Formes communes.

conjuguée (fig. 2) ; parfois celle-ci est réduite à de petites facettes brillantes non striées, alors que celles qui donnent au cristal son principal aspect sont larges, ternes ou oxydées et portent des stries parallèles à leur diagonale. Les deux formes conjuguées sont parfois également développées (fig. 3).

Le minéral se présente soit en cristaux distincts, soit en masses sans formes géométriques ou en masses mamelonnées, botroydes, stalactiformes.

Clivages. Clivages $a^{1/2}$ (201) quelquefois nets, clivages indistincts suivant *p* (001).

Dureté. 3,5 à 4. Cassure inégale. Fragile.

Densité. 4,1 à 4,3.

Coloration et éclat. Jaune de laiton, se ternissant à l'air. Le minéral est brillamment irisé dans les teintes rouges et bleues. Éclat métallique très vif. Poussière noir verdâtre. Opaque.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. La chalcopyrite et la panabase présentent parfois des groupements réguliers qui seront décrits à la *panabase*.

Composition chimique. La formule $Cu^2 S$, $Fe^2 S^3$ correspond à la composition *a*).

b) Analyse de la chalcopyrite de Sain-Bel par Gueniveau (in Brard. *Minér.* 366. 1824).

	a)	*b*)
S.....	35,0	37,0
Cu.....	34,5	30,2
Fe.....	30,5	32,3
	100,0	99,5

Les analyses montrent souvent une teneur en fer supérieure qui paraît due à des mélanges mécaniques de pyrite. Il existe parfois des traces de thallium, de sélénium, etc.

Breithaupt a donné le nom d'*homicklin* (*Berg. u. Hütt. Z.* XVII. 385. 1858 et XVIII. 65. 321. 1859) à un minéral d'un jaune bronzé, ressemblant à de la chalcopyrite, mais renfermant plus de cuivre (S = 30,21. Fe = 25,81. Cu = 43,76 = 99,78), il l'a notamment signalé en Algérie sans indication précise. Peut-être est-ce une chalcopyrite, en partie altérée en érubescite (Dana).

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube fermé, la chalcopyrite décrépite et donne un sublimé de soufre ; dans le tube ouvert, dégage des vapeurs sulfureuses.

Au chalumeau, elle fond en un globule magnétique qui, avec la soude, donne un bouton de cuivre ferrifère.

Soluble dans l'acide azotique avec dépôt de soufre. La liqueur verte additionnée d'ammoniaque devient bleue et donne un précipité de sesquioxyde de fer.

Altérations. La chalcopyrite, par son altération, donne de nombreux minéraux. Elle est souvent recouverte d'un enduit bleu de covellite, noir de chalcosite ou de mélaconite ; elle se transforme aussi en chalcanthite, en malachite et en chessylite, etc.

Diagnostic. La forme cristalline, la couleur et la densité permettent de distinguer la chalcopyrite[1] de l'érubescite qui possède la même composition qualitative. Les réactions du cuivre, la couleur jaune plus dorée, constituent un bon diagnostic différentiel de la pyrite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

J'étudierai successivement la chalcopyrite dans les trois conditions suivantes :

1° Dans les roches éruptives ;
2° Dans les gisements métallifères ;
3° Dans les sources thermales.

1° *Dans les roches éruptives.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* Les pegmatites à grands élements de Miseri et de Barbin renferment des nids de chalcopyrite qui, dans le premier de ces gisements, est associée à de l'érubescite.

1. La cubanite (CuS, Fe^2S^3) de couleur jaune laiton à jaune de bronze (densité 4.02 à 4.04) possède la composition suivante : S = 35,4. Cu = 23,3. Fe = 41,3 = 100. Elle offre des caractères extérieurs très analogues à ceux de la chalcopyrite, mais elle est cubique, avec clivage suivant *p* très net.

2° *Dans les filons métallifères.*

La chalcopyrite se rencontre dans des filons proprement dits à gangue de quartz ou de sidérose, dolomie, calcaire. Elle y est souvent associée à de la panabase. On la trouve aussi dans des gîtes d'imprégnation.

Elle constitue l'un des minéraux qui accompagnent fréquemment la galène dans les filons concrétionnés. Pour cette dernière catégorie de gisements, je n'ai cité que quelques exemples, la plupart des localités énumérées à l'article *galène* fournissant au moins des mouches de ce minéral.

Bretagne. — *Finistère.* De la chalcopyrite se trouve avec blende et galène dans le filon quartzeux de Kervoal près Huelgoat.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* On trouvera à l'article *panabase* des indications sur les mines de cuivre de Baigorry ; la chalcopyrite a été l'élément constitutif de certains filons ; elle accompagne généralement la panabase. On la trouve en magnifiques sphénoèdes $1/2\ b^{1/2}$ [χ (111)] (fig. 1) avec souvent la forme inverse (fig. 2) : parfois l'une et l'autre sont également développées (fig. 3) ; les formes $a^{1/2}$ (201) (fig. 4), p (001), a^1 (101), ne sont jamais représentées que par de très petites facettes. Ces cristaux sont remarquables par leur netteté ; ils présentent fréquemment les groupements réguliers avec la panabase qui seront étudiés plus loin (voir à *panabase*). Les macles suivant $b^{1/2}$ (111) sont fréquentes (fig. 5 et 6).

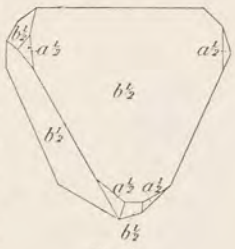


Fig. 4.
Chalcopyrite.
Forme commune.

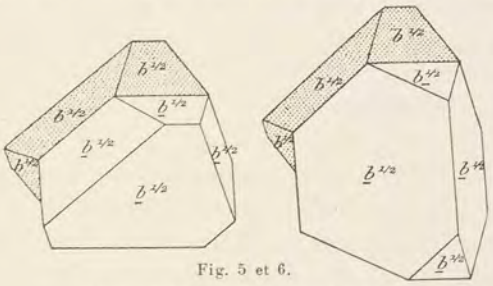


Fig. 5 et 6.
Chalcopyrite. Macle suivant $b^{1/2}$ (111).

Les cristaux de chalcopyrite de Baigorry sont généralement implantés dans des géodes de sidérose avec quartz, dolomie, panabase, etc.

Les filons de sidérose à gangue quartzeuse d'Ainhoa (Perlamborda) sont imprégnés de minéraux cuivreux, chalcopyrite, érubescite, pana-

base qui forment, dans la sidérose, des grains, des cristaux ou même de petits filonnets. Le quartz et la sidérose constituent dans le filon des bandes alternantes ; quelquefois les cristaux de quartz sont rayonnés autour d'un noyau central de sidérose (structure en cocarde). L'imprégnation de cette sidérose par les minéraux cuprifères la rend impropre à l'exploitation du fer.

Des filons analogues se trouvent à Lisqueta près Saint-Étienne-de-Baigorry, au sud de Lescun, à Aspeich (en Gère-Belesten, Bielle et Bilhère). La chalcopyrite s'est rencontrée dans les filons de blende de la mine d'Ar.

Hautes-Pyrénées. De petits filonnets de chalcopyrite à gangue calcaire ont été rencontrés par M. de Limar dans les carrières de marbre de Campan, près Bagnères-de-Bigorre.

Ariège. La chalcopyrite se rencontre parfois en très beaux échantillons dans les filons de quartz traversant le silurien de divers points de l'arrondissement de Saint-Girons (Escalatozte, Mede, etc.) ; ces filons sur lesquels des tentatives d'exploitation furent faites au siècle dernier, sont aujourd'hui abandonnés.

Pyrénées-Orientales. Il existe dans ce département quelques filons de chalcopyrite : celui de Roque-des-Albères près Sparregueri (non loin de Collioures), a fourni de bons cristaux ; ce minéral y est associé à de l'érubescite, du quartz et de la malachite. Je ne crois pas qu'on ait trouvé de cristaux distincts dans le filon de Canavieille, riche, au contraire, en malachite et en chrysocole.

Corbières et Montagne Noire. — *Aude.* Les filons de Saint-Pancrasse en Monthoumet, renferment, dans une gangue de quartz et de barytine, de la chalcosite et un mélange intime de chalcopyrite, d'érubescite et degalène, renfermant 0,02 °/₀ d'argent, d'après les essais de Berthier. La chalcopyrite compacte est engagée dans de la calcite (b^1), à Mas Cabardès.

Aux environs d'Escouloubre, on a exploité autrefois un filon de chalcopyrite, en partie transformé aux affleurements en une masse rouge foncé, enduite de malachite dans laquelle Berthier a trouvé 24,7 °/₀ d'oxyde de cuivre et 57 °/₀ de sesquioxyde de fer (*A. M.* III. 46. 1833). Enfin ce minéral se rencontre à La Fayole, Missègre, Cascatel, le Cardou, Bouisse.

Les assises paléozoïques de Mas-Cabardès et de Labastide-Espar-

beirenque sont traversés par des filons quartzeux renfermant de la fluorine et de la chalcopyrite.

Dans les mines de la Caunette (voir page 499), il existe un peu de chalcopyrite dans les filons plombifères, mais ce minéral existe surtout dans les filons cuivreux, orientés E.-O. ; il y accompagne la blende dans une gangue de sidérose et de calcaire.

Hérault. La chalcopyrite a été exploitée à Cabrières, dans un filon de quartz (avec panabase), ramifié dans les schistes paléozoïques ; on la connaît aussi à Lunas, au Bousquet d'Orb, à Villecelle, Vieussan, Boussagues.

Cévennes. — *Gard.* Des filons cuprifères se trouvent aux environs de Saint-Jean-du-Gard, notamment au mont Brion, à la Valmy (à 6 ou 800 mètres des Gardons et du hameau du Serre, au sud du Bec-du-Ju). Ce minéral s'y présente souvent en jolis cristaux $\pm$ 1/2 $b^{1/2}$, simples ou maclés, implantés sur de la dolomie, recouvrant elle-même le granite. Près Saumane, se trouve un filon de mispickel et de chalcopyrite, avec magnétite et gangue de sidérose et de quartz.

Plateau Central. — *Aveyron.* La chalcopyrite abonde dans l'Aveyron où on la trouve en filons dans les formations les plus diverses et jusque dans le lias. Dans le district métallifère de Najac, elle accompagne la galène, la bournonite, la blende, etc., dans ce quartzeux. Elle est moins abondante aux environs de Villefranche, du Minier du Tarn et de Creissels ; elle est plus fréquente, au contraire, à Corbières et à Sylvanès, à la frontière de l'Hérault. Je ne crois pas que des cristaux distincts aient été trouvés dans les nombreux filons de cette région étudiés par Boisse (*A. M.* II. 453.).

Lozère. Les mines de galène de Villefort ont fourni de la chalcopyrite, parfois bien cristallisée (formes communes) associée à de la fluorine cubique, de la pyrite, de la blende ; un véritable filon de chalcopyrite existe à Freissinet près Villefort. Aux environs de Meyrueis et de Florac, se trouve un vaste réseau de filons quartzeux ; les uns sont riches en galène, les autres en chalcopyrite et panabase avec ou sans galène et barytine. Ces filons sont dans les schistes cristallins. Au Causse-Mejean près Florac, la chalcopyrite se trouve dans des assises liasiques silicifiées.

Ardèche. La chalcopyrite s'est rencontrée abondamment en masses

compactes dans le filon de galène de l'Argentière et particulièrement dans celui des Sablières.

Haute-Loire. De belles masses de chalcopyrite compacte ont été rencontrées dans des filons quartzeux des environs de Langeac.

Puy-de-Dôme. Des filons de chalcopyrite avec gangue de barytine, de quartz associé à un peu de galène, se trouvent dans le gneiss du ravin de la Miouse, au-dessous du village de Banson (Tournaire. *A. M.* XVII. 1860).

Le même minéral a été trouvé en filon dans le granite du Pégu près de Champagnat-le-Jeune.

Rhône. La chalcopyrite a été rencontrée en grande abondance à Chessy ; c'est l'oxydation de ce minéral qui a donné naissance au gisement célèbre de chessylite qui sera étudié dans le tome III ; elle existe du reste dans tous les gisements pyriteux de Sain-Bel, Sourcieux, etc., décrits page 581. La chalcopyrite, dans ces mines, est associée à la pyrite, constituant parfois avec elle des masses rubanées. Les cristaux sont rares ; ils présentent les formes habituelles avec macles fréquentes (fig. 1 à 6).

La chalcopyrite existe aussi à Savigny et dans la plupart des filons de galène de la région ainsi que dans la mine d'oligiste, inexploitée aujourd'hui, de Lantigné.

Loire. Un filon pauvre de chalcopyrite compacte, à gangue de quartz, se trouve à Gumières ; ce même minéral se rencontre comme accident dans les filons plombifères de Saint-Julien-Molin-Molette.

Vosges. — *Haute-Saône.* La chalcopyrite a été exploitée autrefois dans les filons de Château-Lambert et de Plancher-les-Mines.

Belfort. La chalcopyrite a été abondante dans les mines de Giromagny (filon de Saint-Daniel, du Solgat, de Saint-Pierre, de Teutschgrund), de Lepuix (Sainte-Barbe, Saint-André, Saint-Nicolas-des-Bois), d'Auxelles (Saint-Jean, Sainte-Barbe, Scheenmütte, Saint-Martin, Bagralle). Elle s'y est le plus souvent rencontrée en masses compactes dans une gangue de quartz et de fluorine, mais on l'a aussi observée en cristaux simples ou maclés $\pm$ 1/2 $b^{1/2}$ (fig. 1 à 6).

[*Alsace*]. La chalcopyrite a été trouvée dans la plupart des filons de la région de Sainte-Marie-aux-Mines ; les cristaux [$\pm$ 1/2 $b^{1/2}$ simples ou maclés] ont été surtout fréquents dans le ravin de Phau-

noux (Rauenthal) et particulièrement dans les anciennes mines de Saint-Guillaume, Glück-auf, Saint-Nicolas et de Gabe-Gottes ; ils sont parfois fort beaux, implantés sur du quartz ou de la barytine, de la calcite, de la dolomie.

Delbos et Schlumberger signalent en outre ce minéral sous forme compacte dans un grand nombre de mines alsaciennes du Silberthal, des vallées de Guebwiller, de Münster, etc. (*Desc. géol. du Haut-Rhin*. II. 352. 1867).

La chalcopyrite était peu abondante à Framont, dans la mine du Donon, en veinules associées à la panabase, dans la mine jaune (avec blende et galène), et enfin dans la mine de Grandfontaine.

Alpes. — *Massif du mont Blanc*. La chalcopyrite a été exploitée autrefois dans les mines des environs de Servoz (voir à *bournonite*), dans les filons de Sainte-Marie-aux-Fouilly, de Roissy, de Pormenaz.

Savoie. Des filons de chalcopyrite ont été jadis exploités à Doncy (avec panabase), à Fougère en Fessons (avec panabase et blende), aux Rognots en Beaufort, au Bourget, à Malrocher-en-la-Table (avec panabase), à la mine de Presle, au-dessus du Bourget (avec panabase), et surtout à Saint-Georges d'Heurtières (gangue de quartz, de calcite ferrifère, de sidérose avec pyrite, galène, etc.).

Isère. Il existe dans l'Oisans un assez grand nombre de filons contenant de la chalcopyrite comme élément essentiel ou accidentel ; il y lieu de citer notamment ceux du col de la Cochette, entre Vaujany (*Isère*) et Saint-Sorlin (*Savoie*), de Theys et de la montagne des Chalanches (filon Saint-Louis), qui sont aurifères (Gueymard. *Statist. minér. Isère*. 1844).

La chalcopyrite, associée à la panabase, est un accident des mines d'Oulles, de Séchilienne. On la trouve dans les gîtes du Ravin en Entraigues (avec galène), des Sables en Livet et en Gavet, de Riftort en Mizoëns, etc.

Hautes-Alpes. Les environs de la Grave renferment de nombreux filons remarquables par les hauteurs considérables sur lesquelles on les voit apparaître sur les deux parois de la gorge de la Romanche ; il y a lieu de citer notamment les filons de chalcopyrite à gangue quartzeuse de Riftord (rive droite) et de Combe de Courbette (rive gauche) le filon de Pontlong (rive droite) (avec galène, blende, etc.)

Dans le Briançonnais, je citerai un gisement de chalcopyrite et de panabase, au Chardonnet, des filonnets des mêmes minéraux près du col de Christoul, au-dessus de la Salle.

Dans le Valgodemar, se trouvent divers filons de chalcopyrite à gangue quartzeuse [l'Échaillon (avec pyrite), la Motière], en relation avec des spilites, elles-mêmes en contact avec les calcaires liasiques. Il existe aussi un filon de ce minéral dans un lambeau liasique pincé par le gneiss sous le glacier descendant du col du Loup et de la montagne des Jarroux (Garroux).

Alpes-Maritimes. Les gisements des environs de Puget-Thénier (le Cérisier, etc.), renferment de la chalcopyrite.

Drôme. Un filon de chalcopyrite à gangue de barytine et de sidérose a été trouvé dans le lias de Propiac près le lieu dit La Jalaye (Stobieski. *B. S. G.* II. 40. 1844). La chalcopyrite est associée à la chessylite.

Maures. — *Var*. La chalcopyrite se trouve en petite quantité dans la partie très quartzeuse et pauvre du filon des Bormettes (voir à *blende*) ; elle accompagne la panabase à Notre-Dame-des-Maures.

Les mines de Vidauban et du cap Garonne près Toulon renferment de la chalcopyrite, associée à de la galène, de la panabase, dans des grès quartzeux blancs de la base du trias (gîte d'imprégnation).

Corse. — La chalcopyrite accompagne la panabase dans de nombreux gisements de contact (schistes éocènes au contact de gabbros et de serpentine), et notamment dans les suivants : Castifao, Moltifao Ponte-Leccia, Soveria, Corte (et principalement sur le versant sud du col de San-Quilico), Linguizetta, vallées de la Casaluna et de la Navaccia ; Focicchia, Erbajolo, etc.; on la trouve encore dans les schistes de Vezzani (avec pyrite), dans ceux d'Argentella.

Algérie. — *Constantine*. Des filons cuprifères sont exploités sur la frontière tunisienne, à environ 12 km. à l'est de la Calle, à Kef-Oum-Theboul. Ils traversent des marnes et des grès tertiaires ; leur remplissage est de la chalcopyrite, de la pyrite, de la blende, de la galène argentifère et aurifère avec une gangue de quartz et de barytine. Les minerais sont intimement mélangés et ne se présentent pas en cristaux distincts ; la pyrite est antérieure à la chalcopyrite et celle-ci à la blende. Dans le gîte, la teneur en argent diminue avec la profondeur.

Il existe un certain nombre de gisements cuprifères aux environs de

Bône ; ceux d'Aïn-Barbar renferment de la chalcopyrite et de la blende (voir à *blende*) dans une gangue quartzeuse ; ils traversent l'éocène supérieur ; ceux de Mellaha renferment les mêmes minéraux, mais sont dans les schistes cristallins.

Aux environs de Philippeville, à l'Oued Meçadjet, des filons de chalcopyrite ont été autrefois exploités dans les schistes éocènes ; ils renferment divers minéraux cuprifères : oligiste, pyrite, galène, blende.

La chalcopyrite se trouve dans les filons de Jemmapes [Ras-Pharaoun (avec panabase et galène), Souk-es-Sebt (avec oligiste), Oued Goudi (avec chalcosite)] et dans ceux des environs de Khenchela [Bled-el-Hammam (avec panabase)], des environs de Collo [Cheraïa, Achaïchs], de Bougie (Igzer-el-Bghall), etc.

Alger. De nombreux filons cuprifères se rencontrent dans le miocène des environs de Tenès (Djebel-Hadid, Sidi-Bou-Aïssi, Oued Bou-Hallou, Oued Allelah, Oued Taffilès, Cap Ténès). La chalcopyrite y est associée à la sidérose et à l'ankérite. Les trois dernières mines ont été concédées, mais celle de l'Oued Allelah a été seule exploitée jusqu'en 1858. Elle a fourni de magnifiques échantillons de chalcopyrite cristallisée.

Ils sont constitués par la réunion d'un nombre considérable de cristaux, le plus souvent enchevêtrés et difficiles à isoler, mais au milieu desquels se rencontrent ça et là des cristaux très distincts atteignant souvent près de 0 cm 8 ; les faces sont simples $\pm$ 1/2 $b^{1/2}$, avec parfois $a^{1/2}$ (201) et a^1 (101), p (001) (fig. 7). Ils sont presque toujours maclés par accolement ou par pénétration et présentent de nombreuses macles (fig. 5 et 6).

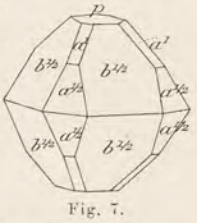


Fig. 7.
Chalcopyrite.

Les cristaux de ce genre se groupent parfois en très grand nombre à axes plus ou moins parallèles pour former le squelette de grands cristaux ayant plusieurs centimètres de diamètre.

La chalcopyrite de l'Oued Allelah est souvent superficiellement irisée et recouverte de rhomboèdres contournés d'ankérite ou de sidérose. Parfois c'est elle qui est implantée sur ces mêmes minéraux.

Dans les environs de Milianah (Aïn-Kerma, Aïn-Soltan, Oued Adelia Hammam Rhir), la chalcopyrite forme dans le miocène des nodules ou des amas à gangue de calcite ou de sidérose ; elle est associée à de la

mélaconite, de la malachite, etc. ; aucun de ces gisements n'a été exploité.

C'est encore dans une gangue de calcaire, d'ankérite, de sidérose et de quartz que se trouvent les mines abandonnées de l'Oued Merdja et de l'Oued Kebir, au sud de Blidah ; ces filons se trouvent dans le crétacé. A l'Oued Bouman et à l'Oued Ouradzgea, la chalcopyrite et la panabase se rencontrent en nodules ou en filonnets dans des filons d'hématite qu'encaisse le cénomanien.

Oran. Des recherches ont été faites sur des filons de chalcopyrite à Abla, au sud-est de Lalla-Maghnia (avec galène et blende) et au Djebel-Mzaïta à l'ouest d'Oran. La chalcopyrite compacte accompagne la galène, la malachite à Gar Rouban (30 km. S.-O. de Lalla-Maghnia).

Nouvelle-Calédonie. — La pointe nord de l'île est assez riche en gisements métallifères. D'après M. Pelatan (*Génie civil* 1892), ceux-ci se rencontrent, soit à l'état d'amas intercalés dans des micaschistes, soit en filons recoupant les phyllades et les schistes ardoisiers qui leur sont superposés. Ils présentent des remplissages à gangue quartzeuse, avec des sulfures et particulièrement de la chalcopyrite, associée à de l'érubescite, de la chalcosite, de la covellite, de la pyrite; ils sont souvent parcourus par des veinules de galène et de blende. Ces gisements sont probablement subordonnés à des diabases.

Les mines les plus anciennement exploitées sont celles de Balade près d'Onegoa (versant droit du Diahot) ; celles qui fournissent actuellement les échantillons rapportés en France sont celles de Pilou, au nord-ouest de la mine de Meretrice, qui a produit beaucoup de minéraux intéressants. Les produits de ces deux mines arrivent généralement mélangés en Europe.

J'ai observé (*B. S. M.* XVII. 49. 1894) les minéraux suivants parmi les produits de ces diverses mines. Ils seront étudiés à leurs articles respectifs.

Mine de Balade : chalcopyrite, chalcosite, pyrite, cuivre natif, cuprite, chessylite, malachite.

Mine Pilou : chalcopyrite, érubescite, chalcosite, covellite, galène, chessylite, malachite, linarite, anglésite, cérusite, buratite, atacamite, cuivre natif, cuprite.

Mine Mérétrice : galène, blende, chalcopyrite, argent natif, anglésite, cérusite, pyromorphite, barytine.

Les minéraux oxydés de ces diverses mines sont généralement englobés dans de la limonite terreuse ou caverneuse.

La chalcopyrite est rarement cristallisée ($1/2\ b^{1/2}$), maclée et accompagnée de quartz. Le plus souvent, elle forme des masses compactes jaune de laiton, irisées superficiellement.

3° *Dans les sources thermales.*

La chalcopyrite se trouve dans diverses sources thermales chlorurées et sulfatées où elle résulte de l'action sur des monnaies romaines de sulfures produits par réduction des sulfates dissous dans l'eau. Elle constitue seulement des enduits à la surface d'autres sulfures (chalcosite) ou sulfoantimoniures (*panabase*).

Flandre. — *Nord*. On trouve la chalcopyrite dans de semblables conditions dans la mer de Flines [voir à *chalcosite*].

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. Daubrée a signalé (*B. S. G.* XIX. 529. 1862) la formation de chalcopyrite aux dépens de monnaies romaines trouvées dans la source thermale de Bagnères-de-Bigorre.

Plateau central. — *Allier*. D'intéressants minéraux secondaires ont été observés par M. de Gouvenain (*C. R.* LXXX. 129. 1875) au cours de travaux de captage de la source chlorurée sodique (52° C.) de Bourbon l'Archambault, émergeant au milieu du granite. Des monnaies romaines de Licinius et de Constance Chlore sont recouvertes d'une carapace de sulfures ou même sont entièrement épigénisées par ceux-ci. Au centre, se trouve de l'érubescite et à la périphérie de la chalcopyrite ; parfois à la limite de séparation de ces deux minéraux s'observent de petites lames de célestite. Dans la même fouille, on a extrait un fragment de fer métallique recouvert de pyrite et de petits cristaux de sidérose.

Champagne. — *Haute-Marne*. La chalcopyrite en petites masses cristallines et en enduits est un des minéraux formés aux dépens des monnaies romaines trouvées dans les thermes de Bourbonne-les-Bains (voir à *panabase*).

4° *Dans les produits d'usines.*

M. Gonnard a trouvé de petits enduits de chalcopyrite dans des creusets d'une cristallerie de Lyon; elle y moulait des cristaux de galène (voir page 508).

GROUPE DE LA ZINKENITE

Ce groupe renferme un certain nombre de minéraux orthorhombiques dont les types les plus communs : zinkenite, emplectite, berthiérite, se rencontrent plus souvent sous la forme fibreuse qu'en cristaux distincts.

Ce sont les espèces suivantes :

Zinkenite.....	$Pb\ S,\ Sb^2\ S^3$
**Sartorite*.....	$Pb\ S,\ As^2\ S^3$
**Emplectite*.....	$Cu^2\ S,\ Sb^2\ S^3$
**Chalcostibite*...	$Cu^2\ S,\ Sb^2\ S^2$
**Galenobismutite*	$Pb\ S,\ Bi^2\ S^3$
Berthiérite.....	$Fe\ S,\ Sb^2\ S^3$
**Mathildite*.....	$Ag^2\ S,\ Bi^2\ S^3$

Quant à la *miargyrite* qui possède la même formule ($Ag^2\ S,\ Sb^2\ S^3$), elle est monoclinique.

La zinkenite et la berthierite sont les seules espèces dont j'ai à m'occuper.

ZINKENITE

$Pb\ S,\ Sb^2\ S^3$

Orthorhombique : $mm = 121°43'$.

$b : h = 1000 : 554{,}874$. $D = 873{,}404$. $d = 486{,}923$.

$[a : b : c = 0{,}5575 : 1 : 0{,}6353$ (G. Rose)]

Formes et faciès. La zinkenite ne se trouve pas en cristaux distincts à Pontgibaud ; elle y a été rencontrée seulement en masses fibreuses, ou columnaires compactes.

Clivages. Pas de clivage net. Cassure inégale.

Dureté. 3 à 3,5.

Densité. 5,3 à 5,35.

Coloration et éclat. Gris d'acier. Éclat métallique. Opaque.

Composition chimique. La formule Pb S, $Sb^2 S^3$ correspond à la composition suivante :

S.....	22,3
Sb.....	41,8
Pb.....	35,9
	100,0

Une petite quantité de l'antimoine peut être remplacée par de l'arsenic.

Propriétés pyrognostiques. La zinkenite fond très facilement en décrépitant. Dans le tube fermé, elle donne un sublimé de soufre et de kermès. Dans le tube ouvert, elle donne des vapeurs sulfureuses et un sublimé blanc d'acide antimonieux. Au chalumeau, elle peut être presque entièrement volatilisée, il se forme un enduit, jaune foncé sur le bord de l'essai, blanc à l'extérieur (Pb). Avec la soude, au feu réducteur, elle fournit un globule de plomb.

Soluble dans l'acide chlorhydrique chaud, avec dégagement d'hydrogène sulfuré et dépôt de chlorure de plomb par refroidissement.

Diagnostic. La zinkenite et les autres sulfoantimoniures de plomb, décrits plus loin, se distinguent de la stibine par le résidu de chlorure de plomb qu'ils donnent à froid après traitement par l'acide chlorhydrique, ainsi que par les réactions du plomb au chalumeau. Ils se distinguent les uns des autres par leur densité d'autant plus grande que la teneur en Pb S est plus élevée ; enfin leur couleur est une bonne indication.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Des recherches ont été faites à Peschadoire près Pontgibaud sur un filon quartzeux renfermant un sulfoantimoniure qui, d'après M. Gonnard (*B. S. M.* V. 49. 1882), contient 45 % d'antimoine et 0.5 % d'argent.

Le minéral en masses d'un gris d'acier est altéré en bleiniérite, jaune brun à brun châtaigne, à éclat résineux.

Vosges. — *Belfort.* Des recherches récentes faites à Auxelles près Giromagny ont fait découvrir un sulfoantimoniure de plomb en apparence assez homogène, d'un gris bleuâtre, que je n'ai pu purifier ; il

est en effet intimement mélangé à de la blende lamellaire et englobé par de la calcite et du quartz : l'examen microscopique montre que ces deux minéraux sont beaucoup plus abondants que ne le fait supposer l'examen à l'œil nu. Je rapporte, sous toutes réserves, ce minéral à la zinkenite.

Gisement douteux.

La collection de Strasbourg renferme un échantillon étiqueté zinkenite de Corbières (Aude) (Groth. *Miner. Samml. Strassburg.* 58). Il est possible que cet échantillon ne soit autre chose que la stibine de La Scorbe (Hérault), citée page 450. J'ai, en effet, trouvé ce minéral dans diverses collections, étiqueté sous le nom de zinkenite de La Scorbe, dans les Corbières (Aude). Si le minéral en question est bien de la zinkenite, il est possible qu'il provienne des filons plombeux de Corbières (*Aveyron*), mais je n'ai pas connaissance que l'on y ait trouvé de zinkenite.

La même collection renferme, avec la même indication de gisement, un échantillon étiqueté *plagionite* (*id.* 59) qui se prête aux mêmes observations.

BERTHIÉRITE

$Fe\ S, Sb^2\ S^3$

Orthorhombique ?

Formes et faciès. La berthiérite ne se rencontre pas en cristaux distincts ; elle forme des fibres très allongées, des masses constituées par des aiguilles entrelacées ou enfin des masses finement grenues.

Clivages. Clivage difficile faisant partie de la zone d'allongement des fibres.

Dureté. 2 à 3.

Densité. 4 à 4,3.

Coloration et éclat. Noir ou gris d'acier. Éclat métallique. Par exposition à l'air le minéral se ternit, noircit, puis prend des irisations superficielles. Opaque.

Composition chimique. Les berthiérites du Plateau Central semblent

ne pas avoir toutes la même composition, aussi Nordenskiöld a-t-il proposé de les désigner sous des noms différents : *anglarite*, *chazellite* et *martourite* (*Atom. Chem. Miner. System.* 1848).

a) Composition théorique correspondant à la formule FeS, Sb^2 S^3 (*anglarite*).

b) Analyse de la berthiérite (*anglarite*) d'Anglar (*Creuse*) par Berthier (*A. M.* III. 49. 1833), déduction faite de 70 °/₀ de gangue.

c) Composition théorique correspondant à la formule 3 Fe S, 3 Sb^2 S^3 (*chazellite*).

d) Analyse de la berthiérite (*chazellite*) de Chazelle (*P. de D.*) par Berthier (*A. P. C.* XXXV. 351. 1827).

e) Composition théorique correspondant à la formule 3 Fe S, 4 Sb^2 S^3 (*martourite*).

f) Analyse de la berthiérite (*martourite*) de Martouret (*P. de D.*) par Berthier (*A. M.* III. 49. 1833) déduction faite de 60°/₀ de gangue.

	a)	b)	c)	d)	e)	f)
S.....	30,2	30,0	30,8	30,3	29,9	29,81
Sb	56,6	57,7	51,3	52,0	59,7	60,21
Fe	13,2	12,3	17,9	16,0	10,4	9,98
Zn	»	»	»	0,3	»	»
	100,0	100,0	100,0	98,6	100,0	100,00

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, fond en donnant un sublimé de soufre ; à haute température, fournit un sublimé de kermès noir à chaud, brun rouge à froid. Dans le tube ouvert, le minéral donne les mêmes réactions que la stibine.

Au chalumeau, sur le charbon, la berthiérite donne les fumées sulfureuses et antimoniales avec enduit blanc ; il reste une scorie noire magnétique, présentant les réactions du fer. Facilement soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement d'hydrogène sulfuré. Décomposée par l'acide azotique avec résidu d'acide antimonique, la couleur jaune de ce résidu est d'autant plus foncée que la teneur en fer du minéral est plus élevée.

Diagnostic. La berthiérite se distingue de la stibine par le résidu jaune qu'elle laisse par évaporation de la liqueur d'attaque par l'acide azotique, la stibine donnant un résidu blanc d'acide antimonique, et par la scorie noire magnétique qu'elle abandonne sur le charbon après volatilisation de l'antimoine.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La berthiérite est un minéral des filons concrétionnés, qui a été trouvé pour la première fois dans les gisements auvergnats suivants :

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. La berthiérite fut découverte, en 1827, par Berthier (*A. M.* XXXV. 351. 1827), à Chazelle; il la décrivit sous le nom d'*haidingerite*. La même année, Haidinger désigna la nouvelle espèce sous le nom de *berthiérite*, en l'honneur du minéralogiste français qui venait de le décrire (*Edinb. J. of. Sc.* VII. 353. 1827). On a vu plus haut que Nordenskiöld l'a appelée *chazellite*.

Elle constitue des masses confusément lamellaires, mêlées de quartz, de calcite ferrifère, de blende et de cubes de pyrite.

Le même minéral a été trouvé par Berthier dans la mine de Martouret (*A. M.* III. 49. 1833). La composition centésimale n'étant pas exactement la même que pour le minéral de Chazelle, Nordenskiöld l'a désignée sous le nom de *martourite*. Ce minéral paraît homogène comme sulfoantimoniure, mais il est très mélangé de quartz. Il est constitué par des fibres parallèles ; la cassure transversale est grenue, presque mate, la couleur est le gros bleu, moins vif que dans la stibine.

Creuse. Le nom d'*anglarite* a été donné par Nordenskiöld à la *berthiérite* d'Anglar, analysée par Berthier. D'après celui-ci, dans les filons d'Anglar, les parois sont formées par de la pyrite compacte, puis vient la berthiérite ; enfin, le centre du filon est constitué par de la stibine pure, renfermant des nids de berthiérite. Celle-ci est d'un gris de fer bronzé, à cassure grenue fibreuse et à fibres minces parallèles et serrées, tandis que la stibine pure est d'un gris bleu à grandes lames allongées, éclatantes et lamellaires.

Loire. Des blocs de berthiérite ont été trouvés dans les champs près de Saint-Héand (Grüner. *Descript. géol. de la Loire*. 259. 1857) : le gisement en place n'a pas été observé.

Vosges. — [*Alsace*]. Daubrée a signalé la berthiérite dans les filons de Honilgoutte en Lalaye (*Descript. géol. du Bas-Rhin*. 303. 1852); ce minéral est un peu arsenical et zincifère. Les échantillons de ce gisement, légués par Daubrée au Muséum, sont formés par des aiguilles à surface irisée, engagées dans le quartz.

GROUPE DE LA FREIESLEBENITE

Le groupe de la freieslebenite ne comprend que trois minéraux, dont l'un était jusqu'à présent rattaché au groupe de la bournonite. M. Sjögren vient de faire voir (*Geol. Forening. Stockholm.* XIX. 153. 1897) que la composition chimique de la boulangérite est représentée, non par la formule (3 PbS, $Sb^2 S^3$), mais par celle donnée plus loin ; la mesure des cristaux a montré en outre que la forme se rapprochait de celle de la diaphorite.

Deux des minéraux de ce groupe sont orthorhombiques et isomorphes (*boulangérite*, *diaphorite*), le troisième, la *freieslebenite*, est monoclinique.

Boulangérite	5 PbS, 2 $Sb^2 S^3$
* *Diaphorite*	5 (Pb, Ag^2), 2 $Sb^2 S^3$
* *Freislebenite*	

La boulangérite seule a été rencontrée en France.

BOULANGÉRITE

5 Pb S, 2 $Sb^2 S^3$

Orthorhombique : $m\,m = 122°\ 8'$.

$b : h = 1000 : 654{,}486$. $D = 875{,}214$. $d = 483{,}732$.

$[a : b : c = 0{,}5527 : 1 : 0{,}7478$ (Sjögren)].

Formes et faciès. La boulangérite des gisements français forme des masses fibreuses, plumeuses, granulaires ou compactes.

Dureté. 2,5 à 3.

Densité. 5,97 (Molières) à 6,18.

Coloration et éclat. Gris de plomb bleuâtre, se ternissant rapidement par exposition à l'air. Opaque.

Composition chimique. La composition théorique correspondant à la formule 5 Pb S, 2 $Sb^2 S^3$ est donnée en *a*).

b) Analyse de la boulangérite de Molières, par Boulanger (*A. M.*

VII. 575. 1835) déduction faite de 5,6 % de pyrite et de 0,6 % de quartz.

	a)	*b*)
S.....	18.88	18,5
Sb.....	25,75	25,5
Pb.....	55,37	53,9
Fe.....	»	1,2
Cu.....	»	0,9
	100,00	100,00

Essais pyrognostiques. Comme pour la zinkenite (p. 690).

Altérations. La boulangérite s'altère très facilement à l'air; elle se ternit, puis se couvre de taches ou d'un enduit régulier jaune de *bleiniérite* (voir tome III).

Diagnostic. (Voir à *zinkenite*).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Cévennes. — *Gard.* Ce minéral a été découvert en 1835, à Molières (près le Vigan)et a été décrit par Boulanger sous le nom de *sulfure double d'antimoine et de plomb* (*A. M.* VII. 575. 1835). Son nom actuel lui a été donné par Thaulow (*P. A.* XLI. 216. 1837). Ce minéral forme des masses cristallines à cassure fibreuse et contournée d'un gris bleuâtre à éclat métallique. Il est recouvert de taches de limonite et d'enduits jaunes de bleiniérite. La gangue est constituée par du quartz et de la pyrite.

Ce minéral a été indiqué autrefois comme abondant à Molières; je n'ai pu m'en procurer.

Puy-de-Dôme. Peut-être est-ce à la boulangérite qu'il y a lieu de rapporter le sulfure de plomb antimonifère en lames rayonnées, signalé par Fournet (*Ann. scient. d'Auvergne.* 1882) dans un filon de sidérose de Tortebesse près Bourg-Lastic, à Joursat et au Cros-en-Vollore-Ville. Je n'ai pu examiner aucun échantillon de ces divers gisements.

GROUPE DE LA JAMESONITE

Parmi les minéraux de ce groupe, un seul, la jamesonite, se rencontre en France : tous sont orthorhombiques et, sauf la dufrénoysite, se présentent plus souvent en masses compactes ou fibreuses qu'en cristaux distincts. Ces minéraux sont les suivants :

**Dufrénoysite* . . .	2 PbS, $As^2 S^3$
**Cosalite*	2 PbS, $Bi^2 S^3$
**Schapbachite* . . .	2 (Pb, Ag^2) S, $Bi^2 S^3$
Jamesonite	2 PbS, $Sb^2 S^3$
**Kobellite*	2 PbS, (Bi, Sb) $2 S^3$

Il faut ajouter la **brongniardite* [2 (Ag^2, Pb)S, $Sb^2 S^3$] qui est cubique.

JAMESONITE

2 PbS, $Sb^2 S^3$

Orthorhombique. $m\ m = 101° 20'$
$[a : b = 0{,}915 : 1]$

Faciès. La jamesonite forme des aiguilles souvent capillaires (*plumosite, antimoine sulfuré capillaire*), des masses fibreuses, fibrolamellaires, compactes.

Clivages. Clivage p (001) parfait, m (110) et g^1 (010) moins faciles. Cassure inégale et conchoïde.

Dureté. 2 à 3. Fragile.

Densité. 5,5 à 6.

Coloration et éclat. Gris d'acier à gris de plomb. Poussière gris noir. Opaque.

Composition chimique. La formule 2 PbS, $Sb^2 S^3$ correspond à la composition *a*). Il existe souvent un peu de fer, d'argent. *b*) analyse de la jamesonite de Pontvieux près Tauves (déduction faite de 23,5 0/0 de pyrite et de 20 0/0 de quartz, par Berthier (*A. M.* XV. 634). Il existe,

en outre, une petite quantité d'argent aurifère. Cette composition est intermédiaire entre celle de la jamesonite et celle de la plagionite, mais le minéral est trop impur pour qu'il soit possible d'en tirer une conclusion certaine.

	a)	*b*)	*c*)
S....	19,7	20,7	21,5
Sb...	29,5	34,8	37,8
Pb...	50,8	44,5	40,7
	100,0	100,0	100,0

Le même minéral a été étudié par Baudin qui y a trouvé (minéral compact) 0,00026 0/0 d'argent et 0,00007 d'or.

Essais pyrognostiques et diagnostic. Voir à *zinkenite*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Bretagne. — *Finistère*. Grâce à l'obligeance de M. Dorlodot d'Armont, j'ai pu examiner des échantillons provenant d'une recherche récente faite à Kervoal en Huelgoat. Ils renferment de la jamesonite en fines aiguilles d'un beau noir de fer, remplissant de leurs groupements délicats tous les interstices d'un quartz blanc laiteux en cristaux enchevêtrés. La zinkenite est associée à de la blende.

Corbières. — *Hérault*. M. Damour possède dans sa collection un échantillon de jamesonite fibrocompacte de la mine de la Bouisso (La Boussole) en Avesne, associée à de la calcite, du quartz et de la pyrite.

Aveyron. Boisse a signalé ce même minéral à las Parets (côte de la Graillerie près Millau), dans un calcaire magnésien.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. La jamesonite a été trouvée au Pont-Vieux en Tauves et des recherches ont été faites à diverses reprises sur les filons à gangue quartzeuse dans lesquels la jamesonite forme des masses compactes ou fibreuses. Dans les échantillons que m'a remis M. Bouhard, la jamesonite constitue de petites masses fibrolamellaires intimement mélangées à du quartz et à de la pyrite et souvent à de la stibine.

GROUPE DE LA BOURNONITE

La composition des minéraux du groupe de la bournonite est représentée par la même formule générale que celle des argents rouges étudiés plus loin 3 RS, $(Sb, Bi, As)^2 S^3$; tous paraissent orthorhombiques, mais la bournonite est la seule de ces espèces qui soit nettement cristallisée. Les minéraux dont les noms sont marqués d'une * ne se trouvent pas dans les gisements français[1].

Bournonite ..	$3\,(Pb, Cu^2)\,S, Sb^2 S^3$
**Stylotypite* ..	$3\,(Cu^2, Ag^2, Fe)S, Sb^2 S$
**Wittichenite* .	$3\,Cu^2 S, Bi^2 S^3$
Aikinite.....	$3\,(Pb, Cu^2)\,S, Bi^2 S^3$
**Lillianite*....	$3\,PbS, (Bi, Sb)^2 S^3$

BOURNONITE

3 (Pb, Cu^2) S, Sb^2 S^3

Orthorhombique. $mm = 93° 40'$

$b : h = 1000 : 654{,}141$. $D = 729{,}368$, $d = 684{,}123$.

$[a : b : c = 0{,}93797 : 1 : 0{,}89686$ (Miller)]

Macles. Macles suivant m (110) très souvent répétées, avec plans de jonction parallèles ou perpendiculaires à cette face : elles donnent des assemblages cruciformes. Il existe aussi, fréquemment, dans les cristaux des lames hémitropes.

Formes observées. p (001); h^1 (100), g^1 (010), m (110), h^7 (430), $h^{7/2}$ (950), h^3 (210), h^2 (310), g^7 (340), $g^{11/5}$ (380), g^3 (120), g^2 (130), $g^{5/3}$ (140), $g^{3/2}$ (150), $g^{7/5}$ (160) [et peut être g^5 (230), g^{15} (780)];

a^2 (102), $a^{4/3}$ (304), a^1 (101), $a^{3/2}$ (203); $e^{4/3}$ (034), $e^{3/2}$ (023), e^1 (011), $e^{2/3}$ (032), $e^{1/3}$ (031);

1. Voir page 695 pour la boulangérite.

b^1 (112), $b^{3/4}$ (223), $b^{2/3}$ (334), $b^{1/2}$ (111), $b^{2/5}$ (554), $b^{1/4}$ (221).

$s = (b^1\, b^{1/11}\, g^{1/8})$ (568), $e_{1/2}$ (134), $z = (b^{1/7}\, b^{1/4}\, h^{1/2})$ (11.3.4), a_3 (211); $e_3 = (b^1\, b^{1/3} g^1)$ (121) [1].

Les abréviations T et Lx indiquent les angles mesurés par M. Termier et par moi-même sur les cristaux de Peychagnard et de Ceilhes.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
mm	93°40′		$p\, a^{3/4}$	144°21′		$m\, e^1$	117°11′	117° 8′ Lx
$m\, h^1$	136°50′	136°58′ T	$p\, a^1$	154°27′	154°40′ Lx	$h^1\, a_3$	144°55′	
$h^1\, h^7$	144°53′	145°23′ T	$p\, e^{4/3}$	164° 4′	146°24′	$h^1\, b^{1/2}$	125°27′	125°24′ Lx
$h^1\, h^5$	147°59′	147°40′ Lx	$p\, e^{3/2}$	149° 7′		$b^{1/2}\, e^1$	144°33′	144°35′ Lx
$h\, h^{7/2}$	152°29′		$p\, e^1$	138° 7′	138°10′ Lx	$g^1\, e_3$	142°21′	
$h^1\, h^3$	154°52′	154°30′ T	$p\, e^{2/3}$	126°37′	127°12′ T	$g^1\, b^{1/2}$	122°57′	122°50′ Lx
$h^1\, h^2$	162°38′	162° 6′ T	$p\, e^{1/3}$	110°23′		$b^{1/2}\, a^1$	147° 3′	147° 2′ Lx
$m\, g^1$	133°10′	133° 9′ Lx	$p\, b^4$	146°45′	146°40′ Lx	$h^1\, z$	155°23′	155°11′ T
$g^1 g^{15}$	136°56′		$p\, b^{3/4}$	138°51′		$h^1\, b^{2/3}$	120°46′	120°11′ T
$g^1\, g^7$	141°21′	141° Lx	$p\, b^{2/3}$	135°29′		$h^1\, s$	116°32′	
$g^1\, g^5$	144°36′		$p\, b^{1/2}$	127°20′	127° 9′ Lx	$h^1\, e_{1/2}$	101°13′	
$g^1\, g^3$	151°56′	151°59′ Lx	$p\, b^{2/5}$	121°23′	121°30′ Lx	$h^1\, e^{1/3}$	90°	
$g^1\, g^{1\,1/2}$	158°13′		$p\, b^{1/4}$	110°52′	111° 5′ Lx	$s\, e^{4/3}$	153°28′	153° 5′ à 154°
$g^1\, g^2$	160°26′	160°20′ Lx	$p\, s$	137°55′	137°58′ T	$s\, e_{1/2}$	164°41′	165°23′
$g^1\, g^{5/3}$	165° 4′		$m\, a_3$	149°15′				
$g^1\, g^{3/2}$	167°56′	167°45′ Lx	$m\, a^1$	120°16′	120°24′ Lx	$a^{3/2}\, s$	149°55′	150°45′
$g^1 g^{7/5}$	169°55′		$a^1\, b^4$	151°44′	151°40′ Lx	$s\, h^{7/2}$	128°42′	128°52′
$p\, a^2$	154°27′	154°40′ Lx	$b^1\, e^1$	150°48′	150°40′ Lx	$a^{3/2} h^{7/2}$	118°32′	119° 3′
$p\, a^{3/2}$	147°29′	147°32′ T	$m\, e_3$	148°10′				

Faciès des cristaux. Les cristaux de bournonite, souvent compliqués par des macles se rapportent à divers types, les uns sont aplatis suivant la base, les autres un peu ou très allongés suivant l'axe vertical. Les cristaux aplatis suivant la base offrent eux-mêmes diverses variétés d'aspect, suivant que les faces de la zone prismatique existent ou n'existent pas ; ils peuvent être allongés suivant l'axe a ou suivant l'axe b.

Les faces prismatiques sont généralement très cannelées parallèlement à l'axe vertical. La bournonite se présente aussi en masses compactes ou grenues.

Dureté. 2,5 à 3. Cassure conchoïdale ou inégale.

Densité. 5,7 à 5,9; 5,78 (Peychagnard).

1. Voir page 705 pour l'indication de quelques autres formes trouvées par M. Gonnard au moment du tirage de cette feuille.

Coloration et éclat. Gris d'acier à gris de plomb noirâtre, noir de fer. Éclat métallique très brillant. Opaque.

Composition chimique. La formule 3 (Pb, Cu^2)S, Sb^2 S^3) correspond à la composition donnée en *a*).

b) Analyses de la bournonite d'Alais, par Dufrénoy (*A. M.* X. 371. 1836).

c) de Peychagnard, par M. Pisani (*B. S. M.* XIX. 102. 1897).

d) des Bormettes, par M. Fonteilles (*Notice sur la mine de Bormettes.* Marseille. 1895).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
S....	19,8	19,4	20,2	20,15
Sb...	24,7	29,4	24,7	24,54
Pb...	42,5	38,9	40,0	41,83
Cu...	13,0	12,3	13,7	13,48
	100,0	100,0	98,6	100,00

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, décrépite et donne un enduit rouge foncé d'oxyde de fer et d'antimoine. Dans le tube ouvert, donne des vapeurs sulfureuses et un enduit blanc d'acide antimonique. Au chalumeau, facilement fusible en donnant tout d'abord un enduit blanc d'acide antimonique, puis un enduit plombifère jaune. Le résidu réduit par la soude fournit un globule de cuivre. La bournonite est décomposée par l'acide azotique, elle laisse une solution bleue et un résidu blanc contenant à la fois de l'antimoine et du plomb.

Altérations. La bournonite s'altère avec grande facilité en donnant le plus généralement des produits jaunes, marbrés de vert qui sont en partie formés par de la bleiniérite, mélangée de malachite. La transformation s'effectue souvent sans que les faces des cristaux perdent leur netteté; quand elle est presque complète, le minéral non altéré reste en grains au milieu des produits secondaires.

Diagnostic. La forme de la bournonite est caractéristique de ce minéral; les variétés compactes ou grenues ne peuvent guère être distinguées des variétés plombifères de panabase que par des essais quantitatifs destinés à mettre en évidence une grande quantité de plomb.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La bournonite est un minéral filonien qui accompagne généralement la galène, parfois la blende, la pyrite, la panabase, les minerais d'argent, etc.

Corbières. — *Hérault et Aveyron.* De nombreux filons métallifères, aujourd'hui inexploités, se trouvent à la limite des départements de l'Hérault et de l'Aveyron, à Ceilhes (filon de la Barre), à Avesne (filon de la Bouisso, désigné inexactement dans quelques collections sous le nom de filon de la Boussole) (*Hérault*) et à Corbières (*Aveyron*). Les beaux cristaux de bournonite de ces gisements, engagés dans la barytine lamellaire, sont quelquefois indiqués comme provenant de Mourgis ; le Grand Mourgis est une montagne dont le signal se trouve sur la limite des deux départements. La bournonite de la Bouisso est associée à de la blende et de la calcite.

Les cristaux de ces gisements présentent toujours les formes p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010), souvent accompagnés de : a^2 (102), a^1 (101), e^1 (011) ; b^1 (112), $b^{1/2}$ (111), et parfois de $b^{2/5}$ (554), $b^{1/4}$ (221), et de divers prismes, h^3 (210), h^2 (310), g^7 (340), g^3 (120), $g^{3/2}$ (150), g^2 (130) ;

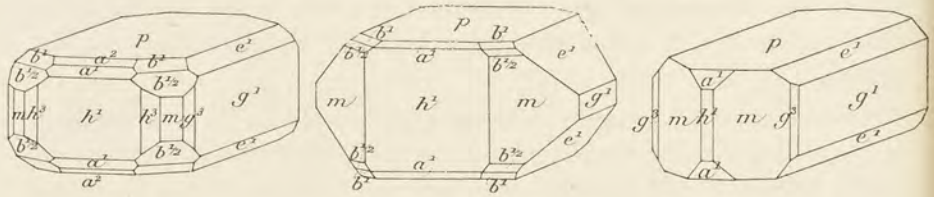


Fig. 1 à 3.
Bournonite.

les fig. 1 à 3 représentent respectivement, d'après M. Schrauf, des cristaux de bournonite de Redruth, de Nagyag et de Neudorf, elles montrent les divers aspects des cristaux provenant des gisements qui nous intéressent : quand ils sont allongés, l'allongement se produit soit suivant $p\,h^1$ (fig. 2), soit suivant $p\,g^1$ (fig. 3). Ces cristaux atteignent 1^{cm} de plus grande dimension. Les macles suivant m (110) y sont fréquentes et souvent complexes.

La bournonite a été rencontrée dans divers autres filons de la même

région (Lastiouses, Puy de Rostes), ainsi que loin de la montagne Noire dans le Rouergue aux environs de Villefranche (Cantagrel, la Baume) dans des filons quartzeux et barytiques qui ont été exploités pour galène, blende, etc. Enfin, Dufrénoy l'indique (*Minéral.* III. 239. 1856) à Cransac.

Cévennes. — *Gard*. Les mines de galène des environs d'Alais ont fourni jadis de la bournonite. Dufrénoy a décrit et analysé (*A. M.* X. 371. 1836) les cristaux trouvés par Brard à la mine de Cendras. M. Miers a fait remarquer dans son mémoire sur la bournonite (*Miner. Magazine*) que les angles donnés par cet auteur sont difficilement intelligibles ; il est probable que les faces qu'il signale sont $p\ m\ h^1\ a^1\ b^1\ b^{1/2}$.

La collection du Muséum possède plusieurs échantillons de ce gisement. Les cristaux de bournonite, implantés sur du quartz avec de la pyrite, sont très altérés, fendillés ; leurs faces sont noires, ternes et terreuses, les mesures au goniomètre d'application sont seules possibles. Le type le plus fréquent est celui de la figure 4 et paraît correspondre aux cristaux étudiés par Dufrénoy ; les formes que j'y ai observées sont p (001), a^1 (101), e^1 (011), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111). Quelques petits cristaux ont la forme de tablettes rectangulaires exclusivement constituées par p (001), a^1 (101) et e^1 (101).

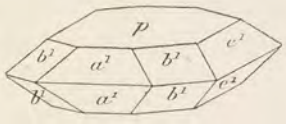


Fig. 4.
Bournonite (type commun).

Le même minéral a été aussi rencontré à la mine de Mercoirol près Alais (filon de Rouvergue) ; l'échantillon que j'ai examiné renferme des cristaux d'un centimètre environ ; ils présentent des macles très répétées avec les faces p (001), a^1 (101), e^1 (011), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111) ; les faces sont assez brillantes. Ils sont associés à de la dolomie et à de la barytine dans une géode quartzeuse.

D'après une indication que M. Miers a bien voulu me donner, la collection du British Museum possède un échantillon de bournonite indiqué comme provenant d'Alais, sans indication plus précise ; il contient de grands cristaux tabulaires suivant p (001), associés à de la dolomie et de la pyrite sur du quartz ; ces cristaux présentent les formes $p\ m\ g^1\ e^1$, $e^{3/2}$ (023), $e^{1/3}$ (031), a^2 (102), b^1 (112), $b^{3/4}$ (223), $b^{1/2}$ (111), e_3 (121) ; ils sont maclés avec plans de macles parallèles et inclinés.

La bournonite en bons cristaux a été trouvée avec panabase, chalcopyrite, quartz, etc., dans les filons de sidérose de Palmesalade en Portes. Je n'ai pas vu d'échantillons provenant de ce gisement.

Haute-Loire. Des lentilles de bournonite, de blende, de galène, se rencontrent dans les filons de fluorine de Barlet en Langeac; d'après les renseignements que je dois à M. Bouhard, ces minéraux se trouveraient dans l'axe du filon alors que les épontes sont riches surtout en pyrite et en chalcopyrite. Les cristaux de bournonite que j'ai vus sont de grande taille, mais peu nets ($p\ m\ h^1\ g^1\ a^2\ e^1\ b^1\ b^{1/2}$).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Grâce à l'obligeance de M. P. Gautier, j'ai pu examiner quelques cristaux de bournonite qu'il a trouvés avec barytine, quartz hyalin, pyrite et limonite dans les fissures des micaschistes des bords de la Dordogne, au-dessous du château de Chapelle près Avèze. Ces cristaux, simples ou maclés suivant m (110), sont aplatis parallèlement à p (001). Les uns présentent les faces m (110) très développées, avec g^1 et e^1, les autres ne possèdent pas de faces de la zone prismatique mais ont les faces e^1 (010) très développées avec parfois a^1, a^2 et b^1 (112) (fig. 4). Ces cristaux se transforment en un mélange de bleiniérite et malachite.

La bournonite a été trouvée par Fournet à la mine de Barbecot près Pontgibaud (*Ann. Sc. Auvergne* 1828) en masses compactes ou en cristaux atteignant rarement 3^{cm}. Dufrénoy a figuré (*Minéralogie*, 1856, pl. 98, fig. 277 et 278) les combinaisons $p\ a^1\ h^1\ b^1\ e^2$, et $p\ h^1\ b^1\ e^1$ au sujet desquelles il y a lieu de faire la même observation que pour les cristaux d'Alais. Cette mine est depuis longtemps fermée.



Fig. 5.
Bournonite de Pranal. (*Photographie réduite au quart environ.*)

Des cristaux p (001), h^1 (100), g^1 (010), e^1 (011), b^1 (112) ont été rencontrés à la mine de Roure (Gonnard. *B. S. M.* V. 47. 1882) dans la barytine; ils ont des faces ternes et rugueuses. A Pranal, la bournonite forme de beaux cristaux, atteignant souvent plusieurs centimètres. Ils sont fréquemment irréguliers et déformés : leurs faces sont planes, mais surtout ternes. On les trouve à la surface

de géodes de quartz, associés à des octaèdres de galène. La fig. 5 reproduit un fort bel échantillon de ce genre que j'ai récemment acquis pour la collection du Muséum.

Les cristaux que j'ai examinés, peu nombreux du reste, sont uniformément aplatis suivant p (001) : ils affectent les formes de tables rec-

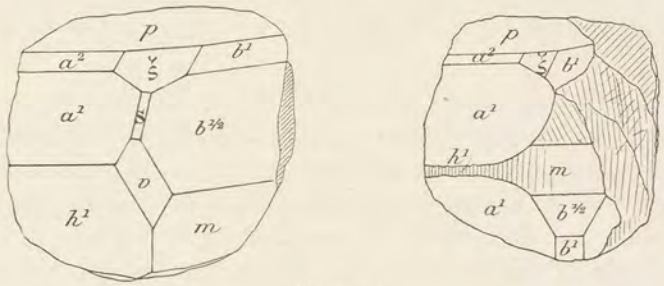


Fig. 6 et 7.

Bournonite de Pontgibaud.

tangulaires par suite du développement de h^1 (100) et de g^1 (010), accompagnés de m (110), et parfois h^2 (310), h^3 (210) : les faces m prennent quelquefois un grand développement ; les autres formes les

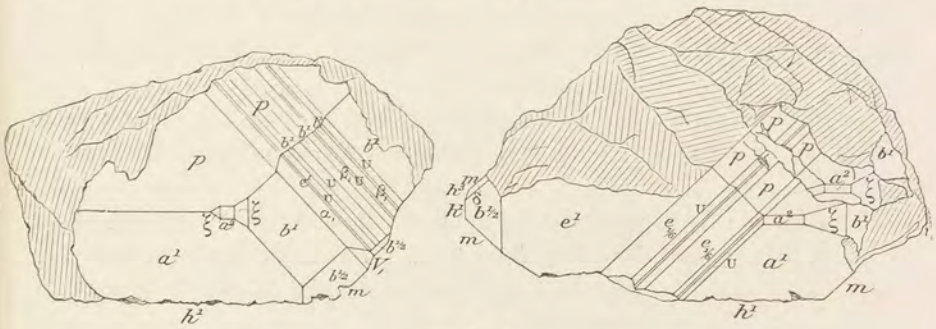


Fig. 8 à 9.

Bournonite de Pontgibaud.

plus habituelles sont b^1 (112), $b^{1/2}$ (111), e^1 (011), a^2 (102), a^1 (101), a_3 (211). Les macles sont fréquentes et souvent complexes.

Au moment où cette feuille allait être tirée, M. Gonnard a bien voulu me communiquer les premiers résultats qu'il a obtenus sur des cristaux beaucoup plus compliqués que ceux que j'ai étudiés. Son tra-

vail paraîtra dans le *Bulletin* de décembre de la Société française de minéralogie, auquel je renvoie pour plus de détails. En outre des formes signalées plus haut, M. Gonnard a observé : h^8 (970), $a^{1/3}$ (301), $\xi = (b^1\, b^{1/3}\, h^{1/4})$ (214) ; U $= a_{1/2}$ (314), e_3 (121), $\Theta = a_{1/3}$ (213), et les formes nouvelles suivantes : $h^{23/13}$ (18.5.0), $e_{1/6} = \beta$ (5.7.12), $\alpha_1 = (b^{1/4}\, b^{1/5}\, g^{1/4})$ (9$\bar{1}$8), V_1 $(b^{1/116}\, b^{1/16}\, g^{1/59})$ (50.66.59), $S = (b^1\, b^{1/3}\, h^{1/2})$ (212). Dans quelques cristaux, la zone ξ (214), S (212), a_3 (211) est assez développée.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie.* Les mines des environs de Servoz, exploitées en 1791 (*J. M.* I. 39.1794) et fermées depuis longtemps, ont fourni de nombreux et beaux minéraux qui ne se trouvent plus que dans les vieilles collections. Elles sont situées dans les vallées de Servoz, de Chamonix et de Valorsine.

La mine de Sainte-Marie aux Fouilly (à l'extrémité occidentale de la vallée de Chamonix) se trouve au bas de l'Aiguillette (chaîne du Brévent); elle a fourni de la panabase, de la chalcopyrite et de la galène dans une gangue quartzeuse et calcaire. Les filons de la montagne de Pormenaz, dominant Servoz, traversent le granite et ont pour gangue le quartz et la barytine; ils ont été attaqués des deux côtés de la montagne, au nord par la mine de Pormenaz, au sud par celle de Roissy. C'est dans cette dernière que l'on a trouvé le plus de minéraux intéressants : chalcopyrite, érubescite, pyrite aurifère, bournonite, malachite, galène, argyrite.

A Pormenaz, on a rencontré de magnifiques cristaux de barytine, de panabase, de galène, ainsi que de beaux cristaux lenticulaires de sidérose.

La mine de Vaudagne, située au S.-O. des anciennes fonderies de Servoz, à la base de la pointe de Saix, a produit de la pyrite aurifère, de la blende et de la galène dans une gangue quartzeuse.

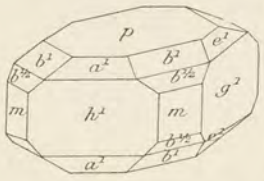


Fig. 10.
Bournonite de Servoz.

La bournonite est le minéral le plus remarquable des mines de Servoz; les cristaux sont fort beaux. Ils sont parfois un peu allongés suivant l'axe vertical, et présentent souvent en plus des faces représentées par la figure 1, a^2 (102), h^3 (210), etc.

M. Miers a bien voulu me signaler, dans la collection du British Museum, l'existence de gros cristaux de bournonite offrant, les uns,

les combinaisons $p\ m\ h^1\ h^2\ h^5 g^5\ g^3\ g^2\ a^1\ a^{1/3}$, b^1, les autres, $p\ m\ h^1 g^1\ a^1\ e^1\ b^1\ b^{1/2}$, etc. C'est aussi sur une macle de ce gisement que le même savant a trouvé le prisme $g^{7/5}$ (160).

La collection du Museum renferme un échantillon indiqué comme provenant de la mine du glacier de la Gria (vallée de Chamonix) ; il présente quelques petits cristaux de bournonite, très allongés et très cannelés parallèlement à l'axe vertical ; ils sont accolés sur leur gangue de quartz par une face prismatique et associés à de la blende. Je n'ai pu isoler de cet échantillon des cristaux déterminables.

M. Damour possède un cristal de bournonite indiqué comme provenant de la Combe Taneau près la Bérarde. Les faces dominantes sont p (001), m (110) et un dôme indéterminé.

Savoie. La bournonite a été rencontrée autrefois dans la mine de Pesey, près Modane. M. Dinetti m'en a signalé de bons cristaux que possède la collection de l'École des ingénieurs (Valentino) de Turin ; ils ont 3 à 4 cm. de grosseur et sont implantés sur de la chalcopyrite et du quartz. Leurs formes sont les suivantes : p (001), h^1 (100) g^1 (010), m (110), a^1 (101), e^1 (011), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111). La bournonite compacte (aurifère et argentifère) a été rencontrée aux environs de Saint-André, près Modane.

Isère. Les mines de sidérose de Saint-Pierre du Mésage, près Vizille, ont fourni de bons cristaux de bournonite ; ils accompagnent des cristaux de dolomie, de sidérose et de pyrite. Dans un échantillon de la collection du Museum, la bournonite est implantée sur des cristaux de ce dernier minéral ; ses faces sont ternes, on peut y reconnaître toutefois les formes p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010), b^1 (111), a^1 (101), e^1 (011) ; dans la zone prismatique, les faces h^1 et g^1 dominent : il existe des macles polysynthétiques nombreuses.

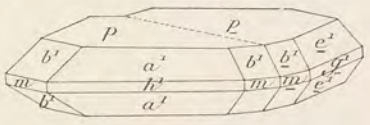


Fig. 11.
Bournonite. Macle suivant m.

La collection du Muséum renferme un échantillon de bournonite, indiqué comme provenant de Laffrey. Il présente des cristaux de 1 centimètre associés à de la sidérose et à du quartz, de la pyrite. Cette association rappelle beaucoup celle de Saint-Pierre du Mésage. Les prismes (m, $g^1\ h^1$) sont réduits à des facettes linéaires. Les formes dominantes sont p (001), a^1 (101), e^1 (011), b^1 (112), à peu près égale-

ment développées. Ces cristaux offrent des macles et des pénétrations irrégulières répétées. M. Gonnard m'a signalé l'existence du même minéral dans la sidérose de Saint-Pierre d'Allevard.

De magnifiques cristaux de bournonite ont été trouvés autrefois à Prunières; ils atteignent 9 centimètres et sont généralement en partie transformés en un mélange de bleiniérite et de malachite. Ces cristaux enchevêtrés forment de petites veines dans les calcaires liasiques (voir à *blende*); ils renferment environ 0,0018 °/₀ d'argent. Les cristaux que j'ai examinés sont des macles offrant les faces p (001), e' (011), e^3 (013), b^1 (112), avec des traces de g^1 (010). A Senepi, dans la même commune, la bournonite se rencontre dans la sidérose ; à la Combe Guichard, elle est associée au cinabre et à la smithsonite.

Des travaux entrepris il y a quelques années dans la mine d'anthracite de Peychagnard ont coupé une veine de dolomie, avec galène et bournonite. Les cristaux de ce dernier minéral ont été décrits par M. Termier (*B.S.M.* XIX. 101.1897); ils atteignent 2 cm 5 de plus grande dimension et sont riches en formes ; on y observe : p (001), h^1 (100), g^1 (010), m (110), h^2 (310), h^3 (210), $h^{7/2}$ (950), $g^{11/5}$ (380), $h^{5/3}$ (140), $b^{2/3}$ (334), $s = (b^{1/11}\, b^1\, g^{1/8})$ (568), $e_{1/2}$ (134), $t = (b^{1/7}\, b^{1/4}\, h^{1/2})$ (11.3.4), $e^{4/3}$ (034), $e^{2/3}$ (032), $a^{3/2}$ (203), avec quelques prismes dont les symboles n'ont pas été établis avec une absolue certitude: h^7 (430), g^{15} (780), g^3 (120), g^5 (230). La caractéristique de ces cristaux réside dans le grand développement de la zone $[h^1\, b^{2/3}\, e^{4/3}]$.

Maures. — *Var.* La bournonite accompagne la blende et la galène dans la mine des Bormettes. Elle y apparaît irrégulièrement (surtout dans la partie ouest du filon) (environ 3 °/₀ du minerai brut) en mouches ou en masses d'un gris de fer, un peu lamellaire dans les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Fonteilles : elle renferme environ 600 gr. d'argent à la tonne (voir à *blende*). On n'a pas trouvé dans ce gisement de cristaux distincts de bournonite : le même minéral est abondant à la mine de la Rieille en Collobrières (voir à *galène*).

Algérie. — *Constantine.* La bournonite a été signalée dans l'amas de galène qui, à Mesboula (37 km. d'Aïn Beïda), se trouve dans les calcaires aptiens.

AIKINITE

3 (Pb, Cu^2) S, Bi^2 S^3

Orthorhombique. $mm = 91° 38'$.

$b : h = 1000 : x$. D = 717, 11. $d = 696{,}96$.

[$a : b : c = 0{,}9719 : 1 : x$ (Miers)]

Formes. L'aikinite forme de longues baguettes allongées suivant l'axe vertical, parallèlement auquel elles sont striées.

Clivages. Pas de clivages, cassure inégale.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 6,1 à 6,8.

Coloration et éclat. Gris de plomb se ternissant à l'air et devenant alors rouge de cuivre. Opaque.

Composition chimique. La formule 3 (Pb, Cu^2) S, Bi^2 S^3 correspond à la composition suivante dans le cas où Pb : Cu = 2 = 1.

S.....	16,8
Bi.....	36,2
Pb.....	36,0
Cu.....	11,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube ouvert, donne des vapeurs sulfureuses et un sublimé blanc fusible en gouttes claires devenant blanches et opaques par refroidissement. Au chalumeau, fond très facilement en un enduit blanc bordé de jaune foncé sur le bord du minéral. Avec le sel de phosphore, donne les réactions du cuivre; après réduction complète donne un globule de cuivre métallique. Attaquée aisément par l'acide azotique avec dépôt de soufre et de sulfate de plomb.

Altérations. L'aikinite se décompose facilement en *bismite*, en *bismutite* terreuses, mélangées de cérusite, de malachite, etc.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Alpes. — *Isère.* J'ai trouvé dans un échantillon de quartz aurifère de la mine de la Gardette (voir *or*), près le Bourg d'Oisans, de fines aiguilles métalliques tout à fait identiques comme aspect et propriétés

à l'aikinite de Berezowsk dans l'Oural. Elles sont intimement mélangées d'or natif et parfois de pyrite. La proportion du minéral que j'ai pu isoler est faible; j'ai pu y constater la présence du soufre, du bismuth, du plomb et du cuivre. Il semble que ce dernier métal soit en plus faible proportion que dans le minéral de Berezowsk; il est donc possible que cette substance soit intermédiaire entre l'*aikinite* et la *lillianite*, qui est une aikinite non cuprifère. L'analogie de caractères extérieurs de mon minéral et de l'aikinite de Berezowsk est trop grande pour que l'on puisse penser à une *cosalite* ($2\,PbS,Bi^2S^3$) cuprifère.

GROUPE DES ARGENTS ROUGES

Les deux principaux minéraux de ce groupe, ayant la même formule générale que la bournonite, sont la *proustite* et la *pyrargyrite*. M. Miers a montré que la *xanthoconite* et la *pyrostilpnite* devaient être considérées comme des espèces dimorphes des précédentes.

Les argents rouges sont donc constitués par les espèces suivantes :

Rhomboédriques.		Monocliniques
Proustite	$3\,Ag^2\,S,\ As^2\,S^3$	*Xanthoconite*.
Pyrargyrite	$3\,Ag^2\,S,\ Sb^2\,S^3$	*Pyrostilpnite*.

Il faut y joindre la *sanguinite*, voisine de la proustite, et probablement rhomboédrique.

Les réactions pyrognostiques suivantes permettent de distinguer les argents rouges arsénicaux des argents rouges antimonieux.

	Proustite et Xanthoconite	*Pyrargyrite et Pyrostilpnite*
Tube fermé.	Fusibles en donnant un sublimé brun rouge de sulfure d'arsenic.	Fusibles en donnant un sublimé rouge foncé de kermès.
Tube ouvert.	Donnent des vapeurs sulfureuses et un sublimé volatil d'acide arsénieux.	Donnent des vapeurs sulfureuses et un sublimé *non volatil* d'acide antimonique.
Au chalumeau.	Fondent et dégagent une odeur sulfureuse et arsenicale.	Fondent en jaillissant, dégagent une odeur sulfureuse et donnent un enduit blanc de $Sb^2\,O^3$ avec un globule de sulfure d'argent.

Au feu oxydant ou au feu réducteur, avec de la soude, donnent un bouton d'argent. Pour trouver des traces d'arsenic dans les pyrargyrites, fondre le minéral au feu réducteur sur le charbon, avec du carbonate de soude (odeur aillacée).

Action de l'acide azotique.	Décomposées avec dépôt de soufre.		Décomposées avec dépôt de soufre et d'acide antimonique.

La couleur de la poussière suffit à elle seule pour distinguer la

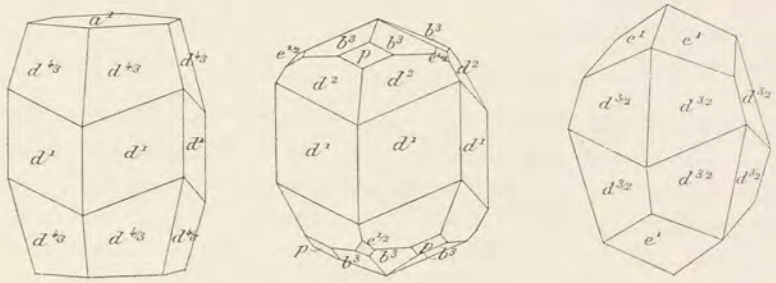


Fig. 1 à 3.
Argent rouge de Sainte-Marie-aux-Mines.

proustite de la pyrargyrite ; celle de la proustite est rouge vermillon, celle de la pyrargyrite d'un rouge pourpre.

Les cristaux de proustite et de pyrargyrite présentent de nombreuses variétés d'aspect, suivant que le prisme ou les scalénoèdres dominent : ils possèdent aussi divers types de pointements. Les figures 1 à 8 représentent diverses combinaisons signalées par Lévy dans la description de la collection Heuland ; elles donnent une idée des principaux aspects qu'offrent ces minéraux. Lévy n'ayant pas distingué la proustite de la pyrargyrite, il n'est pas possible de savoir auquel de ces deux minéraux correspondent ses diverses figures. M. Miers, dans sa monographie des argents rouges, fait remarquer, du reste, après examen des échantillons étudiés par Lévy, que si les figures sont fort bien faites,

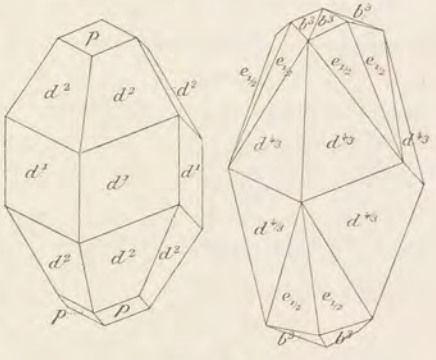


Fig. 4 et 5.
Argent rouge de Sainte-Marie-aux-Mines.

elles ressemblent peu aux échantillons, actuellement dans la collection : ce savant rejette les formes e^3 $(40\bar{4}1)$ et $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$. Je ne m'occu-

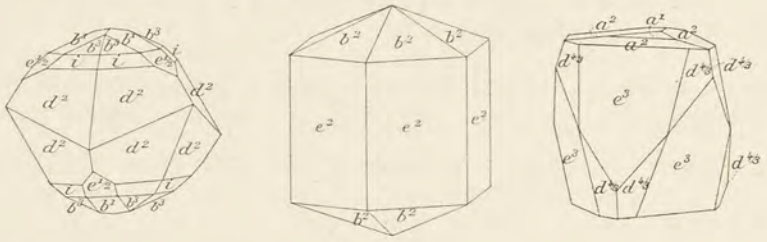


Fig. 6 à 8.
Argent rouge de Sainte-Marie-aux-Mines.

perai plus loin que des formes trouvées dans ce gisement par les auteurs plus récents et par moi-même et je ne donne ces figures que comme documents, appelant de nouvelles recherches sur les minéraux de ce gisement.

PROUSTITE

$3\,Ag^2\,S,\,As^2\,S^3$

Rhomboédrique hémimorphe, $p\,p = 107°48'$.
$[a : c = 1 : 0{,}80393$ (Miers)].

Macles. 1° Macles fréquentes suivant a^2 $(10\bar{1}4)$ ne se présentant souvent que sous forme de lames hémitropes.

2° Macles suivant p $(10\bar{1}1)$ également fréquentes. Les cristaux se croisent presque à angle droit.

3° Macles suivant a^1 (0001) assez rares,

4° Macles suivant b^1 $(01\bar{1}2)$.

Formes observées : a^1 (0001) ; p $(10\bar{1}1)$; e^2 $(10\bar{1}0)$, d^1 $(11\bar{2}0)$, η $(41\bar{5}0)$; b^1 $(01\bar{1}2)$; a^2 $(10\bar{1}4)$; b^2 $(11\bar{2}3)$; b^3 $(21\bar{3}4)$; d^2 $(21\bar{3}1)$; $n' = (b^{1/7}\ d^1\ d^{1/4})$ $(8.3.\bar{11}.2)$; $E = (d^{1/2}\ d^{1/3}\ b^{1/3})$ $(25\bar{7}3)$.

	Angles calculés				Angles calculés
$a^1\ b^1$	166°56′		$b^1\ b^3$	160°14′	$a^2\ a^2$	157°25′
$a^1\ p$	137° 8′		$b^1\ p$	144°19′	$d^2\ d^2$ sur e^1	105°61′
$a^1\ e^2$	90°		$p\ d^2$	155°26′	$d^2\ d^2$ sur e^3	164°42′
$a^1\ b^1$	155° 6′		$p\ d^1$	126° 6′	$E\ E$ sur e^x	151°29′
$^*p\ p$ sur b^1	107°48′		$d^2\ d^1$	150°40′	$\eta\ \eta_i$	150° 8″
$b^1\ b^2$	166°32′		$b^1\ b^1$	137°14′		

Faciès des cristaux. Les cristaux se trouvent surtout en scalénoèdres

et en rhomboèdres aigus, mais de nombreux cristaux affectent la forme prismatique. Le minéral est souvent massif, compact.

Les faces de la zone $p\ b^1\ d^1$ sont particulièrement striées parallèlement à leur intersection; les faces p et b^1 sont souvent courbes.

Clivages. Clivages p $(10\bar{1}1)$ distincts. Cassure conchoïdale à inégale.

Dureté. 2 à 2,5. Fragile.

Densité. 5,57 à 5,64 (variété antimoniale).

Coloration et éclat. Vermillon ou écarlate, noircissant à la lumière; ce n'est qu'en lames minces que la couleur est absolument caractéristique, rappelant celle du cinabre, mais tirant un peu plus sur le rouge brique. Éclat adamantin.

Propriétés optiques. Uniaxe et négatif.

	Li	Na	
n_g =	2,9789	3,0877	(Fizeau)
n_p =	2,7113	2,7921	
$n_g - n_p$ =	0,2676	0,3956	

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est faible.

n_g = rouge sang.
n_p = rouge cochenille.

Composition chimique. La composition correspondant à la formule $3\ Ag^2S\ As^2S^3$ est la suivante :

S.....	19,4
AS.....	15,2
Ag.....	65,4
	100,0

Une très petite quantité d'arsenic est parfois remplacée par de l'antimoine.

Altérations. A la lumière, la proustite noircit et se transforme en argyrite.

Essais pyrognostiques et diagnostic. Voir page 710.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La proustite est un des minéraux des filons argentifères où elle accompagne généralement la pyrargyrite, l'argyrite, la panabase, l'arsenic natif, etc.

Vosges. La collection du Muséum renferme un échantillon de panabase de la Croix aux Mines engagé dans du quartz : ses cavités renferment de petits cristaux de proustite d'un beau rouge rubis ; ce sont des prismes hexagonaux enchevêtrés dont les extrémités ne sont pas distinctes.

[*Alsace*]. Les argents rouges ont été trouvés dans un grand nombre des filons argentifères de Sainte-Marie-aux-Mines et notamment dans ceux de Gabe-Gottes, de Glück-Auf, de Saint-Jean, d'Engelsbourg, de Saint-Jacques, etc. Il semble qu'à une certaine époque ces minéraux y aient été extrêmement abondants et qu'on les ait trouvés en magnifiques cristaux. Depuis la fermeture des mines, on n'en observe plus guère d'échantillons que dans les vieilles collections.

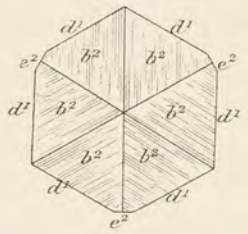


Fig. 1.
Projection sur la base d'un cristal de proustite de Sainte-Marie-aux-Mines.

La figure 1 représente la projection sur la base d'un petit cristal de proustite de ce gisement.

La fig. 2 montre la forme de jolis petits cristaux que j'ai observés dans des géodes de quartz, associés à de la panabase. Ils sont parfois très allongés suivant l'axe vertical. J'ai observé aussi de petits cristaux cristallitiques ayant la forme de la figure 4 (page 711), avec en outre b^1.

J'ai également étudié des cristaux prismatiques suivant d^1, terminés par a^1, b^1, b^2 ; c'est notamment la forme de petits cristaux que M. Seligmann m'a communiqués.

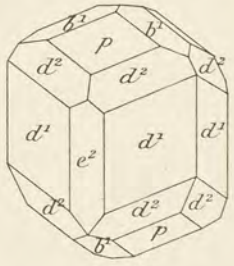


Fig. 2.
Proustite de Sainte-Marie-aux-Mines.

M. Miers a bien voulu me donner la description de trois échantillons de proustite qui se trouvent au British Museum. L'un d'eux est constitué par de gros cristaux prismatiques d^1 $(11\bar{2}0)$, e^2 $(10\bar{1}0)$, terminés par des faces arrondies, oscillant entre b^2 $(11\bar{2}3)$ et b^3 $(21\bar{1}4)$, associés à de l'arsenic natif et à de la barytine. Les cristaux sont fréquemment maclés suivant p $(10\bar{1}1)$ et présentent parfois des lames polysynthétiques de la macle suivant b^1 $(01\bar{1}2)$.

Les cristaux d'un autre échantillon présentent les mêmes macles, mais leurs pointements sont constitués par les formes b^1 $(01\bar{1}2)$ et a^2 $(10\bar{1}4)$; les faces a^2 sont ternes et striées ; ils sont implantés

avec quartz, calcite ($e^2\ b^1$) sur dolomie, quartz et panabase, la calcite est en partie postérieure à la proustite.

Dans le mémoire cité plus haut, M. Miers signale les combinaisons d^1 (11$\bar{2}$0), γ_1 (41$\bar{5}$0), b^1 (01$\bar{1}$2), E (25$\bar{7}$3), n' (8. 3. $\bar{11}$. 2).

Enfin un dernier échantillon offre des cristaux de proustite, implantés sur calcite, quartz et arsenic natif botroyde; ils sont accompagnés par de la *xanthoconite*; leur pointement est constitué par la forme b^1 (01$\bar{1}$2) dominante avec, en outre, b^2 (11$\bar{2}$3).

PYRARGYRITE

$3\,Ag^2\,S,\ Sb^2\,S^3$

Rhomboédrique, hémimorphe $pp = 108°38'$.

$[a : c = 1 : 0{,}78916$, (Miers)]

Macles. 1° Macles très communes suivant h^1 (11$\bar{2}$0) avec l'axe vertical comme axe de rotation et la base a^1 (0001) comme face d'accolement.

2° Macles suivant a^2 (10$\bar{1}$4) communes, avec plan d'association perpendiculaire à a^2, les axes des cristaux font entre eux un angle de 25°40'; quelquefois le plan d'association est (10$\bar{1}$4). Cette macle ne se manifeste parfois que par des lamelles hémitropes.

3° Macles rares suivant p (10$\bar{1}$1).

4° Macles rares suivant b^1 (01$\bar{1}$2).

Formes observées. p (10$\bar{1}$1); e^2 (10$\bar{1}$0, d^1 (11$\bar{2}$0); b^1 (01$\bar{1}$2); b^2 (11$\bar{2}$3), b^3 (21$\bar{3}$4) (voir à *proustite*);

$b^2\ b^2$ sur b^2 153°5', $b^3\ b^3$ sur b^1 140°30'.

Faciès des cristaux. Le type prismatique domine dans les cristaux de pyrargyrite. L'hémimorphisme est souvent caché dans les cristaux bipyramidés par des macles, mais il est parfois très net; il se manifeste aussi dans la zone verticale par l'existence du prisme e^1, réduit à 3 faces et par des stries dissymétriques sur d^1 (11$\bar{2}$0), correspondant à la forme (16$\bar{7}$1) (Miers). Le minéral se trouve aussi à l'état massif ou compact.

Clivages. Clivages p (10$\bar{1}$1) distincts, b^1 (01$\bar{1}$2) imparfaits. Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 2,5. Fragile.

Densité. 5,77 à 5,86.

Coloration et éclat. Rouge de diverses nuances devenant noir à l'air. Rouge pourpre foncé par transparence. Éclat métallique et adamantin. Poussière rouge pourpre rappelant celle de la kermésite. Transparente en lames minces.

Propriétés optiques. Uniaxe et négatif.

$$\begin{aligned} n_g &= 3{,}084 \quad \text{(Fizeau)} \\ n_p &= 2{,}881 \\ n_g - n_p &= 0{,}203 \end{aligned}$$

Composition chimique. La formule $3\,Ag^2\,S,\,Sb^2\,S^3$ correspond à la composition suivante :

S.....	17,8
Sb.....	22,3
Ag.....	59,9
	100,0

Il existe parfois un peu d'arsenic remplaçant une proportion équivalente d'antimoine.

Propriétés pyrognostiques et diagnostic. Voir page 710.

Altérations. Comme pour la *proustite*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pyrargyrite accompagne la proustite et divers autres minéraux argentifères dans certains filons métallifères.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Je dois à M. de Limur la communication d'un échantillon de pyrargyrite de la mine d'Ar (voir à *arite*) : ce minéral forme de petites masses cristallines dans de la calcite lamellaire renfermant en outre de la blende, de la pyrite.

Vosges. — [*Alsace*]. La pyrargyrite paraît plus rare que la proustite dans les filons de Sainte-Marie-aux-Mines. M. Miers a bien voulu me signaler la forme des cristaux de ce gisement qu'il a observés dans la collection du British Museum. Ce sont des prismes d^1 $(11\bar{2}0)$, avec e^2 $(10\bar{1}0)$ terminés par des faces arrondies et striées, oscillant entre b^2 $(11\bar{2}3)$ et b^3 $(21\bar{3}4)$. Ils sont associés à des prismes hexagonaux de calcite sur de l'arsenic natif et de la galène.

Il est possible qu'une partie des cristaux décrits par Lévy, appartienne à la pyrargyrite.

Alpes. — *Savoie*. Je dois à l'obligeance de M. Seligmann la communication d'un échantillon de pyrargyrite provenant de la vieille mine de galène de Pesey, près Moutiers. Il est constitué par de petits cristaux rouge rubis, engagés dans du gypse, et présentant les formes d^1, p et b^1 avec allongement suivant l'axe vertical.

Isère. La pyrargyrite est un des minéraux argentifères rares des filons des Chalanches; elle offre diverses associations. La collection du Muséum possède un échantillon de quartz grenu renfermant ce minéral en particules très fines. J'ai examiné des cristaux d'environ 3^{mm} implantés sur les parois d'une géode de quartz. Ils offrent la forme d^1 $(11\bar{2}0)$; p $(10\bar{1}1)$, b^1 $(01\bar{1}2)$ et d^2 $(21\bar{3}1)$, moins développés que dans la figure 2 de la page 714.

Enfin, j'ai étudié, également dans la collection du Muséum, un vieil échantillon de smaltite ferrugineuse, mélangée à de l'asbolane, des cristaux de löllingite et de l'érythrine. Il renferme des masses cristallines fortement translucides de pyrargyrite sur lesquelles je n'ai pu trouver aucune forme distincte. Il est curieux que cet échantillon si riche en arséniures renferme de la pyrargyrite et non de la proustite.

Corbières. — *Aude*. Dans un récent mémoire sur les mines de la Caunette (voir à *galène*) M. Bernard a signalé l'existence de cristaux allongés d'argent rouge (pyrargyrite ou proustite?) ayant 2 à 3 millimètres de longueur associés à la panabase. Ils se trouvent dans les filons cuivreux, orientés E.-O., qui coupent les filons de galène.

XANTHOCONITE

$3\,Ag^2\,S,\,As^2\,S^3$

Monoclinique $mm = 55°4'$.

$b : h = 1000 : 900{,}266$. $D = 462{,}182$. $d = 886{,}787$.

$[a : b : c = 1{,}9187 : 1 : 1{,}0152$ (Miers)]

$xy = 88°47'$

Macles. Macles suivant p (001) fréquentes.

Formes observées. p (001); h^1 (100); $o^{1/5}$ (501), $o^{1/7}$ (701); $d^{1/2}$ (111), $d^{3/8}$ (443), $b^{1/2}$ $(\bar{1}11)$.

Les angles suivants ont été mesurés par M. Miers (*op. cit.*) :

	Angles calculés	Angles mesurés
mm	55°4′	
mh^1	117°32′	
ph^1	91°13′	90°15′
$po^{1/5}$	111°46′	

	Angles calculés	Angles mesurés
$pd^{1/2}$	131°28′	131°42′
$pd^{3/8}$	123°38′	123°57′
$pb^{1/2}$	130°50′	130°38′

Faciès des cristaux. Les cristaux de xanthoconite de Sainte-Marie-aux-Mines sont caractérisés par le développement des pyramides de la zone *pm* (001) (110) : ils ressemblent au premier abord à des rhomboèdres de sidérose.

Clivages. Clivage *p* (001) distinct. Cassure conchoïdale.

Dureté. 2 à 3. Fragile.

Densité. 5,54.

Coloration et éclat. Brun rouge orangé (jaune citron par transparence). Éclat adamantin à nacré. Poussière jaune orangé. Transparente.

Propriétés optiques. Plan des axes perpendiculaire à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* (n_p) presque perpendiculaire à *p* (001) $5 < v$.

$$2\,E = 125^\circ \text{ environ (Miers)}$$

Composition chimique et essais pyrognostiques. Comme la proustite. Jusqu'au récent travail de M. Miers la formule attribuée à la xanthoconite était : $3\,Ag^2\,S,\,As^2\,S^5$.

Diagnostic. Voir page 710. La xanthoconite se distingue de la proustite par sa forme monoclinique et sa couleur.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Vosges. — [*Alsace*]. Des cristaux de xanthoconite, rappelant ceux de Freiberg ont été trouvés par M. Miers (*Miner. Mag.* X. 194. 1893.) sur un échantillon provenant de Sainte-Marie-aux-Mines et faisant partie de la collection du British Museum. Ils sont d'un jaune orangé, très brillants, et recouvrent de la dolomie avec jolis cristaux de prous-

tite et de calcite sur de l'arsenic natif botroyde. La xanthoconite paraît être contemporaine de la proustite.

M. Miers a observé des groupements de cristaux dans lesquels l'un d'eux a tourné de 180° autour de la normale à g^1 (010) ; les faces p et $\overline{p}$ sont sensiblement parallèles; les formes observées sont p (001), h^1 (100), $o^1/^5$ (501), $o^1/^7$ (701), $d^1/^2$ (111), $d^3/^8$ (443), $b^1/^2$ (111) : les formes $d^1/^2$ et $d^3/^8$ sont surtout très développées.

GROUPE DES CUIVRES GRIS

Les cuivres gris présentent entre eux une grande ressemblance extérieure. Ils cristallisent dans le système cubique, avec hémiédrie tétraédrique. La prédominance habituelle du tétraèdre régulier, seul ou associé à diverses autres formes, les a fait souvent désigner sous le nom de *tétraédrite*.

La formule générale de ces minéraux est 4 R S (Sb, AS)^2 S^3. Les types antimonifères constituent la *panabase*, les arsénifères, la *tennantite* ; il existe de nombreux passages entre eux. Le métal est essentiellement constitué par du cuivre, mais d'autres métaux, argent, mercure, zinc, fer, plomb, peuvent exister en quantité considérable, on y trouve rarement du platine; le bismuth peut remplacer une partie de l'antimoine ou de l'arsenic. Ces variations de composition chimique entraînant des variations consécutives dans la couleur, l'éclat, la densité, etc., ont conduit à la création de nombreux noms de variétés. Le tableau suivant donne la liste des principaux d'entre eux, pouvant se légitimer jusqu'à un certain point par de grands écarts dans la teneur en cuivre et la nature des métaux qui le remplacent en partie.

Panabase.....	4 Cu^2 S, Sb^2 S^3
Freibergite.....	4 (Cu^2, Ag^2)S, Sb^2 S^3
Schwatzite.....	4 (Cu^2, Hg^2)S, Sb^2 S^3
Malinowskite.....	4 (Cu^2, Pb)S, Sb^2 S^3

Tennantite..... $4\,Cu^2\,S, As^2\,S^3$

Sandbergerite.... $4\,(Cu^2, Zn)\,S, As^2\,S^3$

Rionite..... $4\,Cu^2\,S, (As, Bi, Sb^2)^2\,S^3$

Il existe deux minéraux plombifères possédant la même formule, la *jordanite* [$4\,PbS, As^2\,S^3$] et la *meneghinite* [$4\,PbS, Sb^2\,S^3$], mais ils cristallisent dans le système orthorhombique et ne peuvent par suite être parallélisés avec les cuivres gris.

Essais pyrognostiques. Les essais pyrognostiques des cuivres gris sont naturellement très variables suivant la composition du minéral.

Dans le tube fermé, les cuivres gris fondent, ils donnent un sublimé rouge foncé de kermès (*panabase*) ou de sulfure d'arsenic (*tennantite*); la *schwatzite* donne aussi un sublimé gris noir de mercure.

Dans le tube ouvert, ils fondent en dégageant des vapeurs sulfureuses avec un sublimé d'acide antimonieux (*panabase*) ou d'acide arsénieux (*tennantite*), coexistant dans les types intermédiaires.

Sur le charbon, ces minéraux fondent en donnant, suivant la composition, les enduits caractéristiques de l'antimoine, de l'arsenic, du bismuth, et ceux du zinc, du plomb. La présence de l'arsenic est décelée en partie par l'odeur d'ail. Le globule qui reste sur le charbon, fondu avec du carbonate de soude, donne un bouton de cuivre.

Solubles dans l'acide azotique avec résidu de soufre et d'acide antimonique (*panabase*).

Réactions spéciales à certaines variétés. La freibergite après dissolution dans l'acide azotique et décantation du résidu du soufre et d'acide antimonique donne par addition de chlorure de sodium un abondant précipité blanc, soluble dans l'ammoniaque (Ag).

La schwatzite mélangée à trois fois son poids de soude sèche et chauffée dans un tube de verre donne des gouttelettes de mercure, se sublimant dans les parties froides du tube. La malinowskite donne les réactions du plomb.

PANABASE

$4\,Cu^2$..... S, $Sb^2\,S^3$

Cubique, tétraédrique.

Macles. Macles suivant a^1; le plan de contact se fait suivant a^1 ou perpendiculairement à cette face; ces macles se produisent aussi par pénétration, elles sont fréquemment polysynthétiques. Il existe des macles à axes parallèles, symétriques par rapport à une face cubique : elles sont rares.

Formes observées. p (100); b^1 (111), b^2 (210), b^3 (310);

$+ 1/2\,a^1$ [χ (111)]; $+ a^8$ [χ (811)], $+ 1/2\,a^{13/2}$ [χ (13. 2. 2.)], $+ a^4$ [χ (411)], $+ 1/2\,a^2$ [χ (211)], $+ 1/2\,a^{4/2}$ [χ (221)];

$- 1/2\,a^1$ [χ ($1\bar{1}1$)];

$1/2\,s = 1/2\,(b^1\,b^{1/2}\,b^{1/3})$ [χ (321)].

Faciès. Les cristaux sont généralement caractérisés par la prédominance des formes tétraédriques qui ont fait donner à ce minéral le

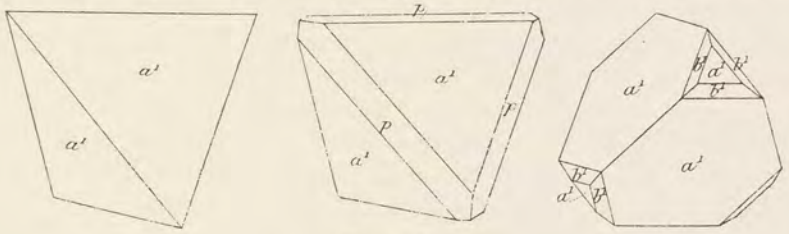


Fig. 1 à 3.

Panabase. Formes communes.

nom de *tétraédrite*. Ce n'est que très rarement que la face dominante est le rhombododécaèdre. Les tétraèdres et les hémitrapézoèdres positifs ont d'ordinaire leurs faces brillantes, les formes inverses sont souvent ternes.

Le minéral se présente aussi en masses compactes ou tout au moins dépourvues de formes géométriques nettes.

Clivages. Pas de clivage. Cassure subconchoïdale ou inégale. Fragile.

Dureté. 3 à 4,5.

Densité. La densité varie avec la composition 4,75 à 4,9 (*panabase*),

4,85 à 5,1 (*freibergite*), [5,04 freibergite de Pranal (Gonnard)], 5,10 (*scharwzite*).

Coloration et éclat. La coloration n'est pas moins variable : elle oscille du gris d'acier au noir de fer; la *freibergite* possède les couleurs les plus claires (gris d'acier clair), les plus foncées (noir de fer) sont présentées par la *schwatzite*. La poussière est de même couleur que le minéral; quelques variétés (*freibergite*) ont la poussière rouge. Éclat métallique très vif. La schwatzite est souvent plus ou moins terne. Opaque ou translucide en lames excessivement minces et dans ce cas rouge.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. La tétraédrite se groupe à axes parallèles avec d'autres minéraux, la blende et la chalcopyrite.

Composition chimique. On a vu plus haut que l'antimoine est souvent remplacé en partie par de l'arsenic (passage à la *tennantite*), qu'une partie du cuivre peut être remplacée par de l'argent (*freibergite*), du mercure (*schwatzite*), du plomb (*malinowskite*), du zinc, du fer; tous les cuivres gris antimonifères, dans lesquels ces corps n'existent qu'en faible quantité, constituent les panabases proprement dites dont la composition théorique est donnée en *a*). La richesse en argent de certains cuivres gris en fait parfois de véritables minerais d'argent.

L'existence de traces de platine a été signalée par Gueymard (*A. M.* XVI. 495. 1849) dans les panabases de divers gisements alpins [mine du Chapeau (*Hautes-Alpes*), Saint-Arey (*Isère*), filons de Cavalles dans les Rousses (Oisans) et Presle (*Savoie*)]. Les essais ont été en partie confirmés par Ebelmen (*id.* 505), mais il semble résulter des études faites par ces chimistes que la distribution du platine dans ces minéraux y est très variable et très irrégulière.

(Analyses

b) de la panabase de Corbières, par Berthier (*A. M.* IX. 529. 1836).

c) — — de Mouzaïa, par Ebelmen (*A. M.* XI. 51. 1847).

d) — — de Sainte-Marie aux-Mines, par Rose (*P.*, *A.* XV. 576).

e) — — de Monchonay en les Ardillats, par Grüner [in Lamy (*Bull. Industr. minér.* XIII. 422. 1869)].

f) de la freibergite de Pranal (Pontgibaud) (in Gonnard. *Mem. Ac Lyon.* XXVI. 1882).

g) de la panabase néogène des thermes de Bourbonne (in Daubrée *C. R.* LXXX. 461. 1875).

h) du cuivre gris des Ardillats, par Ch. Mène (*C. R.* 41. 463. 1860). La teneur en argent est de 0,0005 à 0,021.

i) du Valgodemar, par le même (*C. R.* 411. 1326). La teneur en argent est de 0,0008 à 0,0011.

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)	*h*)	*i*)
S...	23,1	25,3	27,25	26,83	26,37	24,36	23,44	23,0	21,7
As..	»	1,5	9,12	10,19	7,88	»	traces	8,0	10,0
Sb..	24,8	25,0	14,77	12,46	9,97	22,30	26,40	22,0	21,5
Cu..	52,1	34,3	41,57	40,60	42,92	23,56	43,20	32,0	30,8
Ag..	»	0,7	»	0,60	0,65	19,03	»	»	»
Fe..	»	1,7	4,66	4,66	4,69	6,53	4,00	3,0	4,5
Zn..	»	6,3	2,24	3,69	5,70	2,34	traces Ni	»	»
Pb..	»	3,2	»	»	traces	»	traces Sn	12,0	11,5
	100,0	98,0	99,61	99,03		98,11	97,24	100,0	100,0
Densité	»	»	»	»	»	»	»	5,04	5,137

Les analyses *h* et *i* sont données ici comme document, il est possible qu'elles aient été faites sur des mélanges riches en galène (voir p. 728).

Altérations. Par décomposition, la panabase donne de la malachite, de la chessylite. On rencontre des pseudomorphoses de ce minéral en chalcopyrite, bournonite, covellite, cinabre, etc.

Diagnostic. La panabase se distingue des autres sulfoantimoniures par sa forme tétraédrique; les variétés compactes se différencient de la bournonite par l'absence de quantités notables de plomb : la malinowskite ne peut guère toutefois se distinguer de ce dernier minéral que par une analyse quantitative.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La panabase constitue le minéral dominant de beaucoup de filons cuprifères; dans quelques-uns, elle est associée à la chalcopyrite; enfin elle accompagne fréquemment la galène dans les filons concrétionnés.

Je n'ai pas cru devoir séparer ces divers gisements n'ayant pas vu beaucoup d'entre eux et ne pouvant pas toujours définir exactement les conditions dans lesquelles ils se trouvent.

Enfin on a rencontré la panabase dans quelques sources thermales françaises.

1° *Dans les filons métallifères.*

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Les mines des Pyrénées les plus remarquables au point de vue des minéraux que l'on y trouve sont celles de Banca, ou de Baigorry, dont Dietrich a donné une longue description (*Descript. des gis. des minerais des Pyrénées.* 461. 1786).

Les filons cuprifères de Baigorry, aujourd'hui inexploités, se trouvent à 6 kil. au-dessus de Saint-Étienne de Baigorry, près du hameau de Bihourietta, où étaient installées les anciennes usines. Ils sont pour la plupart sur le flanc ouest de la vallée de la Nive, au milieu de schistes alternant avec des quartzites; les principaux filons sont ceux des Trois Rois, de Sainte-Marthe, de Berg-op-Zoom, de Sainte-Élisabeth, de Sainte-Marie, de Saint-Louis, de Saint-Antoine, de Philipsbourg.

Ces filons peu épais sont constitués par du quartz, de la dolomie, de la mésitite, de la sidérose, de la calcite avec divers minerais dont les plus importants sont la panabase, la chalcopyrite, le cuivre natif (mine Saint-Michel), parfois accompagnés de pyrite; la blende est rare en beaux cristaux trouvés seulement dans le filon quartzeux d'Oudarolles; la stibine a été rencontrée par de Charpentier dans une druse de quartz du filon de Berg-op-Zoom.

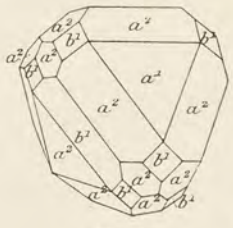


Fig. 4.
Panabase de Baigorry.

Il existe, dans le voisinage, d'autres mines analogues dont une des principales est celle d'Escourleguy (filons de sidérose avec panabase, chalcopyrite et pyrite). Dans ces mines, on trouve souvent des fragments anguleux des roches encaissantes englobés dans les gangues ou dans les minerais.

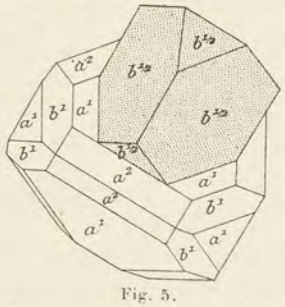


Fig. 5.
Groupement régulier de panabase et de chalcopyrite (la chalcopyrite est en pointillé).

La collection Gillet de Laumont, fondue dans celle du Muséum, et la collection d'Haüy m'ont fourni d'importants matériaux d'étude.

La panabase et la chalcopyrite formaient le minerai exploité. La panabase constitue à elle seule des portions du filon, mais le plus souvent, elle se trouve mélangée au quartz et à la mésitite. Dans la mine des Trois Rois, on a découvert une masse de panabase et de chal-

copyrite atteignant environ 98 mètres × 5 mètres, 95 × 0 mètre, 98, presque uniquement composée par le mélange de ces deux minéraux.

Les cristaux de panabase de Baigorry sont généralement isolés dans des géodes de sidérose lenticulaire, et associée à des cristaux de chalcopyrite, de quartz, de dolomie; leurs faces sont très brillantes, les tétraèdres positifs et négatifs ne possèdent pas la différence d'éclat, si fréquente dans les cristaux d'autres gisements. J'ai observé diverses combinaisons de $\pm a^1$, $\pm a^2, b^1$: les formes $-a^1$ et $-a^2$ n'existent pas toujours (fig. 4 et 5) et sont généralement réduites à de petites facettes.

Les groupements réguliers de panabase et de chalcopyrite sont fréquents; ils ont été décrits par Sadebeck (*Z. d. d. geol. Gesellschaft*. XVI. 443. 1872) : les figures 5 et 6 empruntées à son mémoire permettent de constater la loi simple qui les régit.

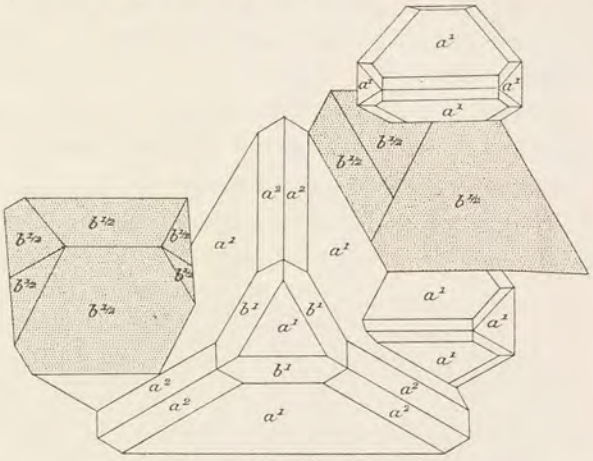


Fig. 6.

Projection sur une face — a^1 de la panabase d'un groupement régulier de panabase et de chalcopyrite (la chalcopyrite est en pointillé).

La collection du Muséum possède de gros cristaux de panabase (1/2 a^2, 1/2 a^2 recouverts d'un enduit mince de chalcopyrite qui rappellent les cristaux bien connus du Cornwall; ils supportent de petits cristaux de dolomie.

Les filons de sidérose d'Ainhoa, de Lisqueta (près Saint-Étienne de Baigorry) de Lescun (quartiers d'Hosque, de Cambouet et de Sabatou); d'Aspeich (en Gère Belesten, Bielle et Bilhère) renferment aussi de la panabase associée à de la chalcopyrite.

La panabase a été rencontrée dans les filons de blende de la mine d'Ar.

Ariège. — Des filons cuprifères se trouvent dans la Vallongue à la Soquette, au fond de la gorge du Riverot d'Augirein; ils ont été cités par de Charpentier (*op. cit.* 359) qui avait donné à Haüy un petit échantillon de panabase compacte que j'ai examiné dans sa collection.

Aude. La panabase a été exploitée autrefois dans divers filons de

l'Aude; il ne semble pas que ces exploitations aient fourni de cristaux. Berthier a essayé des minerais (*A. M.* VII. 1835) provenant des gisements suivants : Quintillan (0,003 d'argent aurifère), il existe dans le gisement un peu de cérusite; Moisans (mine de Caneilles), la gangue de la panabase est la barytine avec un peu de quartz. Dans la mine de Sainte-Marie, aux minéraux précédents se joint la calcite ferrugineuse.

M. Delage m'a signalé en outre la panabase dans les gisements suivants : Padern, Montgaillard, Auriac, Massac-Cédeillan, las Caunes, Davejean. Les mines de la Caunette dont il a été question page 499, servent à l'exploitation d'un filon de sidérose blanche, superficiellement oxydée qui renferme des mouches et des rognons de panabase contenant jusqu'à 3,6 0/0 d'argent : elles sont associées à des cristaux d'argent rouge.

La collection du Muséum possède un bel échantillon de panabase compacte, associée à un peu de blende, provenant de Palairac.

Montagne Noire. — *Hérault*. La panabase a été exploitée avec chalcopyrite à Cabrières. Elle s'y trouve dans un filon quartzeux traversant les schistes paléozoïques. C'est probablement de ce gisement que provient un magnifique échantillon de panabase que possède la collection de l'école des mines. La fig. 7 représente la projection de ce cristal sur une face — a^1 ; la panabase de Cabrières est accompagnée de quartz et de chalcopyrite.

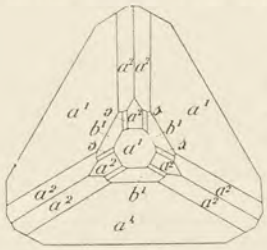


Fig. 7.

Projection sur — 1/2 a^1 d'un cristal de panabase de Cabrières (*Hérault*).

Cévennes. — *Gard*. M. de Mauroi m'a communiqué un échantillon de panabase compacte englobée dans de la barytine et provenant de la route de Montdardier à Saint-Laurent.

J'ai eu entre les mains de jolis cristaux (+ 1/2 a^2) provenant de Saint-Félix Pakiers près Caduz; ils sont recouverts de pyrite et implantés sur du quartz. Des tétraèdres de panabase ont été rencontrés avec bournonite, quartz, chalcopyrite, etc., dans les filons de sidérose de Palmesalade en Portes.

Plateau Central. — *Aveyron*. Le cuivre gris a été trouvé dans un grand nombre de filons cuprifères et plombifères à gangue quartzeuse de l'Aveyron. Voici les principaux gisements cités par Boisse (*op. cit.*) :

A la limite de l'Hérault, à Corbières et à Fonserène, avec érubescite,

chalcopyrite, blende, sidérose, malachite et chessylite ; à Lastiouses et à la Barre avec bournonite, blende et pyrite ; à Ouyre, avec malachite et chessylite ; à la Baume près Sylvanès avec calcite, stibine et enfin au Mas d'Andrieu avec calcite ; à la mine de Falgayrolles (dans les environs de Najac), où les filons de quartz se trouvent dans les gneiss, ils renferment en outre, de la chalcopyrite, de la malachite et de la chessylite ; dans les environs de Villefranche à Magnols, avec galène dans une gangue de quartz, de barytine et de calcite ; à Gaudiès, avec chalcopyrite dans le quartz ; à la Bessière, avec, en outre, blende et quartz, à Viallardet avec chalcopyrite et blende ; au Minier dans la vallée de l'Amalou affluent de droite du Tarn (avec galène).

J'ai eu à ma disposition des échantillons de quelques-uns de ces gisements notamment de ceux du Minier et d'Ouyre : ils sont constitués par de la panabase compacte, sans cristaux distincts. L'analyse *b*) a été faite par Berthier sur une panabase de Corbières.

Puy-de-Dôme. La panabase a été signalée par Fournet dans la galène du filon Saint-Denis, à Rosiers près Pontgibaud.

A la mine de Pranal (voir à *galène*), située à 5 km. au-dessus de Pontgibaud, sur la rive gauche de la Sioule, on a trouvé de magnifiques cristaux de cuivre gris, atteignant 7 cm 5 d'arête ; ils sont implantés sur galène, et constituent les plus beaux échantillons cristallisés de panabase trouvés en France. La fig. 8 représente un échantillon que j'ai récemment acquis pour la collection du Muséum. Ces cristaux appelés *burins* par les mineurs du pays sont rares. L'analyse donnée plus haut montre qu'ils constituent une *freibergite* par leur haute teneur en argent. Les faces dominantes sont



Fig. 8.

Panabase de Pranal.
(*Photographie réduite d'un tiers environ.*)

$+ 1/2\ a^2$ [χ (211)] (fig. 9) avec souvent les faces $+ 1/2\ a^1$ plus ou moins développées et plus rarement des facettes linéaires $+ 1/2\ a^{1/2}$ [χ (221)] qui remplacent les arêtes $a^2\ a^2$ aboutissant aux pointements ternaires.

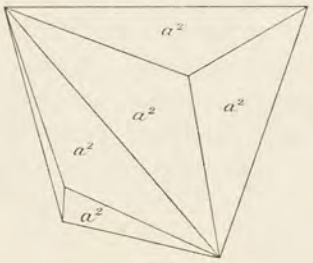


Fig. 9.
Panabase. (Forme commune.)

M. Gonnard a signalé de petits tétraèdres de panabase sur la stibine aciculaire des environs d'Anzat le Luguet.

Ce même minéral a été trouvé dans des filons de quartz de Chalameyroux avec chessylite provenant de son altération (Lecoq et Bouillet, *Vues et coupes* 206).

Rhône. La panabase se rencontre dans la plupart des filons plombifères à gangue quartzeuse des environs de Beaujeu et particulièrement dans ceux de Monsols, des Ardillats, de Chenelette; elle s'y présente en masses compactes, rarement en tétraèdres réguliers.

Ch. Mène a décrit sous le nom de *fournetite* (*C. R.* LI. 463. 1860) une variété de panabase d'un gris d'acier se trouvant avec galène et quartz aux Ardillats, dans un filon qui, contrairement à ceux du voisinage ne renfermait ni barytine, ni fluorine. Fournet dit n'avoir pas trouvé ce minéral qui serait d'après lui un mélange de panabase et de galène (*C. R.* LIV. 1099. 1862 et LII. 311). La composition donnée par l'analyse *h* peut être rapprochée de celle de la malinowskite et il est possible que le minéral en question soit homogène, toutefois aucun des échantillons que j'ai recueillis dans cette région n'est plombifère.

Le filon de Montchonay en les Ardillats est particulièrement riche en panabase et en magnifiques cristaux de fluorine : il a fourni aussi de la chalcotrichite, de la cérusite, de la malachite, etc. La panabase et la galène sont rarement mélangées: quelques variétés friables renferment jusqu'à 2 kg. d'argent par 100 kg. de minerai.

Saône-et-Loire. La panabase en petites mouches se rencontre dans le quartz des filons de pyrite de Chizeuil près Bourbon-Lancy. L'échantillon que je dois à l'obligeance de M. Bréon ne renferme pas de cristaux.

Vosges. — La panabase argentifère a été rencontrée en petite quantité dans la mine de galène de la Croix-aux-Mines ($1/2\ a^1$).

[*Alsace*]. La panabase s'est trouvée en magnifiques cristaux, comme minéral accessoire assez rare, dans les géodes du minerai de fer de la mine grise et de la mine de Grandfontaine à Framont. Les

cristaux dépassent rarement 6^{mm} de plus grande dimension, ils sont d'un noir éclatant, leurs faces sont très réfléchissantes. Les cristaux sont généralement assez compliqués. Ils appartiennent soit au type tétraédrique, soit au type dodécaédrique. Dans le type tétraédrique j'ai observé le plus souvent $\pm$ 1/2 a^1, avec ou sans $\pm$ 1/2 a^2 ; + 1/2 a^2 seul (fig. 9), avec souvent de très petites facettes + 1/2 a^1.

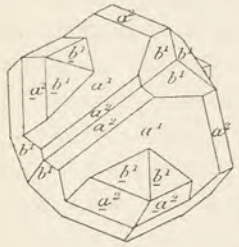


Fig. 10.
Panabase. Macle suivant a^1.

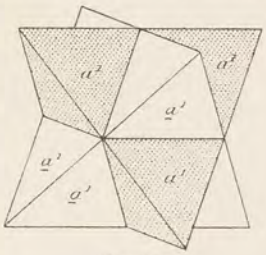


Fig. 11.
Panabase.
Macle par entre-croisement.

La collection du Muséum possède un superbe échantillon de cristaux de panabase tapissant une géode d'hématite rouge : les cristaux à faces éclatantes présentent les formes suivantes : + 1/2 a^1, $\pm$ 1/2 a^2, p (100), b^1 (110), b^3 (310) : ces dernières faces sont remarquablement nettes (fig. 15).



Fig. 12.
Panabase de Framont. (Macle par entre-croisement.) La macle est vue parallèlement à un plan p. (*Photographie grossie trois fois.*)

Les macles par entre-croisement sont très fréquentes (fig. 10 et fig. 11, dans laquelle le tétraèdre dominant seul a été dessiné). La fig. 12 reproduit la photographie d'une macle de ce genre, vue perpendiculairement à un axe binaire commun aux deux tétraèdres groupés en croix.

Dans le type dodécaédrique, les formes sont les mêmes : je n'y ai cependant pas observé b^3 (310). Ces cristaux sont fréquemment allongés suivant un axe ternaire, prenant alors une symétrie pseudorhomboédrique (fig. 13 et 14). Ils ont été quelquefois indiqués comme tennantite, sans doute à cause de leur forme ; tous ceux que j'ai examinés se rapportent sans aucun doute à la panabase.

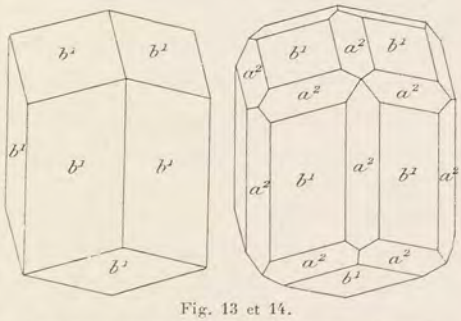


Fig. 13 et 14.
Panabase allongée suivant un axe ternaire. (Framont.)

La panabase était un des principaux minerais (*mine d'argent grise*

exploités à Sainte-Marie-aux-Mines pour l'extraction de l'argent. Elle était surtout abondante dans les filons de Saint-Nicolas, d'Engelsbourg, de Grosser Haldes et de Gott-Hilft-Gewis dans le val de Liepvre, dans les mines de Chrétien, de Gabe-Gottes, de Saint-Guillaume et de Saint-Jacques dans le vallon de Phaunoux (Rauenthal).

L'analyse *d*) donne la composition de ce minéral, parfois accompagné de tennantite.

La panabase de Sainte-Marie est d'un gris d'acier plus ou moins clair; on la trouve associée dans le quartz aux argents rouges, à l'argent natif, à la dolomie, etc.

Les cristaux sont remarquablement nets et assez variés de formes : $\pm$ (1/2 a^1, $\pm$ 1/2 a^2, b^1, p, b^3).

Dans la description de la collection de Strasbourg, M. Groth a signalé (*op. cit.* 66) des cristaux présentant les faces 1/2 a^1, 1/2 a^2, b^1 avec en outre de petites facettes b^2 (210) et probablement b^3 (310).

La panabase a été trouvée à Urbeis en masses compactes, associée à la chalcopyrite, à la sidérose et au quartz.

Belfort. Les anciennes mines de Giromagny (Giromagny, Lepuix, Auxelle-haut) ont fourni jadis beaucoup de panabase argentifère. Ces gisements qui se trouvent sur le prolongement de ceux de Sainte-Marie-aux-Mines ont été longuement décrits par Guillot-Duhamel (*J. M.* VII. 213. 1798). D'après M. L. Meyer (*Bull. Soc. belfortaise d'émulation* 1895), leur panabase renferme une petite quantité d'arsenic; aujourd'hui, on ne rencontre guère que de médiocres échantillons sur les haldes de la mine de Saint-Daniel.

Autrefois les filons de Fanitorne (Pfennigthurm), Saint-Pierre, Saint-Daniel, Teutschgrund, Saint-Nicolas, Saint-Georges ont fourni des cristaux nets offrant les mêmes formes que ceux de Sainte-Marie-aux-Mines ; ils étaient associés à la chalcopyrite sur du quartz.

Haute-Saône. La panabase accompagne la chalcopyrite et la galène dans les filons de Loury et du Crémaillot à Plancher-les-Mines.

Alpes. — *Haute-Savoie.* Les mines des environs de Servoz (voir à *bournonite*) ont fourni jadis de la panabase associée à la chalcopyrite et à la galène (mine de Sainte-Marie-aux-Fouilly), ainsi qu'à la barytine, à la sidérose (mine de Pormenaz), à la dolomie, etc.

J'ai trouvé dans la collection du Muséum des échantillons de ce gisement supportant un grand nombre de jolis cristaux de pana-

base d'un noir de fer éclatant. Ils sont généralement riches en faces; les combinaisons les plus compliquées sont constituées par 1/2 a^1 (striée), $\pm$ 1/2 a^2 (211), b^1 (110) et p (100) avec parfois b^3 (310) et plus rarement + 1/2 a^8 [$\varkappa$ (108)]. Ces cristaux sont implantés sur quartz, avec de la galène, etc.

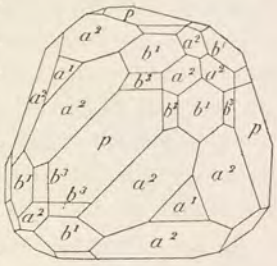


Fig. 15.
Panabase (Framont, Servoz)

Savoie. Des filons quartzeux renfermant de la panabase argentifère, de la chalcopyrite, de la sidérose, de la pyrite ont été exploités autrefois à Bonneval au nord du Bourg Saint-Maurice (avec pyrrhotite), près de Granier au-dessus de la forêt de Mial (gangue de sidérose), dans la mine de galène de Macot et de Thermignon, enfin à Presle aux environs du Bourget (0,0043 d'argent et un peu d'or), à Doucy, près Moûtiers (avec chalcopyrite), à Fougères en Fessons (avec chalcopyrite et blende), à Rognots en Beaufort (avec chalcopyrite dans quartz blanc), à Malrocher en la Table (avec chalcopyrite; la panabase de ce dernier gisement est riche en argent), au mont de la Flèche en Lans-le-Villard.

J'ai examiné un échantillon de la mine de la Presle. Il présente des cristaux nets de panabase (+ 1/2 a^2 avec petites facettes + 1/2 a^4), associés à de la sidérose crétée.

Isère. La panabase abonde dans les filons métallifères de l'Isère. Elle existe généralement avec chalcopyrite dans une gangue de quartz et de barytine; tandis que la chalcopyrite ne renferme d'ordinaire pas de métaux précieux, la panabase au contraire contient parfois jusqu'à 220 gr. d'argent par 100 kg. Héricart de Thury a donné (*J. M.* XXII. 130, 1807) d'intéressants détails sur les anciennes mines de plomb et de cuivre de la chaîne des Rousses; celles des environs de Huez, de Brandes sont à gangue de barytine fétide et de quartz : dans cette dernière mine, le filon descend du haut de la montagne jusqu'à la rive droite de la Sarenne, le minerai est constitué par de la panabase argentifère et de la galène; celui du Lac Blanc, au nord-est d'Huez, a la même constitution, de même que celui de l'Herpie à l'est de Brandes; dans ce dernier gisement la gangue est exclusivement quartzeuse; la mine était riche en cérusite. Enfin la panabase a été exploitée au Grand Galbert au-dessus de Livet, non loin du filon de galène d'Oulles qui contient aussi de la panabase.

Un échantillon provenant de l'une de ces mines et portant la seule indication de montagne des Rousses (Oisans) se trouve dans la collection du Muséum. Il est constitué par des cristaux nets ($+ 1/2\ a^1$, $+ 1/2\ a^1$, b^2, p), implantés sur du quartz et recouverts en partie par une croûte de chessylite. La même collection renferme des échantillons de panabase ($+ 1/2\ a^1\ b^1$) indiqués comme provenant de Fresney d'Oisans.

La panabase argentifère était un des minéraux assez communs des filons des Chalanches ; elle ne s'y est trouvée qu'en masses compactes, souvent associées à de l'asbeste soyeuse.

La panabase se rencontre assez fréquemment dans la sidérose des mines d'Allevard associée à de la pyrite, etc. ; celles des mines du Buisson sont remarquables par leur teneur en or (0,003158) qui les a fait considérer par Gueymard comme un véritable minerai d'or. Les cristaux de ce gisement que j'ai examinés ont été pour la plupart recueillis par M. Gaubert dans les minerais de Saint-Pierre d'Allevard. On y trouve les deux tétraèdres parfois isolés, l'un terne et l'autre brillant. Quand ils sont réunis, c'est le tétraèdre terne qui domine, l'autre constituant seulement de très petites facettes brillantes accompagnées de b^1 ; les faces a^2 accompagnant le tétraèdre à faces ternes, sont très éclatantes, de même que celles de p. Les combinaisons communes de ce gisement sont représentées par les figures 1 à 3.

La panabase se trouve aussi, mais plus rarement, dans les filons de Saint-Pierre du Mésage.

J'ai examiné un échantillon, indiqué comme provenant de Laffrey, et contenant de jolis petits cristaux brillants de panabase associés à du quartz hyalin et de la pyrite. La forme dominante est l'hémitrapézoèdre $+ 1/2\ a^2$ [χ (211)], accompagné de $+ 1/2\ a^1$, $+ 1/2\ a^{13/7}$ [χ (13.2.2)], p (100). Ces pointements sont constitués par b^1 et $- 1/2\ a^2$.

Des masses de panabase argentifère (0,0028 % d'argent) ont été trouvées autrefois dans les calcaires liasiques de la Combe Niveuse en Saint-Arey (Saint-Harey) ; la collection du Muséum possède un magnifique échantillon de ce gisement. Il est formé par une masse homogène à cassure conchoïdale d'un beau noir extrêmement brillant ; il est entouré de malachite et de chessylite et englobe un cristal de quartz.

La panabase a été rencontrée plus rarement à la mine de la Fayolle en Saint-Theoffrey : elle accompagne en beaux cristaux $+ 1/2\ a^1$, $+ 1/2\ a^2$, la blende transparente et le quartz hyalin dans une gangue de sidérose.

Hautes-Alpes. Le gite du Bas du Pic en face de Villard d'Arène renferme surtout de la panabase avec de la chalcopyrite dans une gangue quartzeuse; il se trouve au contact du calcaire jurassique et d'une roche granitique. Des filonnets de panabase, érubescite, galène, chalcopyrite se trouvent dans le vallon de l'Alp aux sources de la Romanche.

Dans le Valgodemar se rencontre, à l'ouest de Saint-Maurice, le filon de panabase à gangue quartzeuse des Roux. Peut-être est-ce de là que provient l'échantillon analysé par Mène (analyse *g*) ; si cette analyse est exacte, le minéral est une *malinowskite*.

Un gisement intéressant est celui du Chapeau en Champoléon, à environ 1 km. au-dessus du Chatelard. Il se trouve au contact du granite et des dolomies liasiques, elles-mêmes traversées par des filonnets de spilite. Dans le granite, les filons renferment surtout de la galène, avec un peu de panabase, mais dans les dolomies, le minerai dominant est une panabase compacte, altérée en malachite. Elle possède une cassure un peu conchoïdale, d'un beau noir; la teneur en argent de ce minéral varie de 0,5 à 6 %. C'est dans cette panabase que Gueymard a trouvé une teneur notable en platine. Ce minéral formait des rognons irréguliers distribués dans un sable fin siliceux.

D'après Gueymard, la panabase de la Chapelle en Valgodemar renfermerait de 1 à 2 millionième de platine.

Alpes-Maritimes. La mine du Cerisier, près Puget Théniers, est un gisement d'imprégnation des grès triasiques, analogue à celui du Cap Garonne. Il a fourni de la panabase.

Provence. — *Var*. La panabase est associée à la chalcopyrite dans les filons de Notre-Dame des Maures (concession de Rieille, en Collobrières, près Hyères). On la trouve enfin dans les gisements d'imprégnation de la base du trias de la Provence (Vidauban, Cap Garonne, près Toulon). Elle y accompagne la galène, la chalcopyrite et divers minéraux oxydés.

Corse. — La panabase n'est pas rare en Corse dans les schistes éocènes au contact des gabbros et des serpentines. M. Nentien m'a notamment signalé les gisements suivants : Castifao, Moltifao, Ponte Leccia, Soveria, Corte (principalement sur le versant sud du col de San Quilico); Linguizetta, vallées de la Casaluna et de la Novaccia, Focicchia, Erbajolo, etc. Elle y forme des masses peu importantes associées à de la chalcopyrite, de l'érubescite, etc.

Algérie. — La panabase est très abondante en Algérie, mais surtout dans la province de Constantine et dans une partie de celle d'Alger; elle s'y rencontre soit comme élément dominant, soit comme produit accessoire accompagnant la chalcopyrite. Presque partout, elle est argentifère. Tous ces gisements sont postjurassiques.

Constantine. La panabase abonde dans les filons des environs de Bougie, à l'ouest de cette ville, à Tagma dans le cénomanien et à l'est au Djebel Azarar et au Djebel-Dib (Tizi-el-Kramis), à Tadergount et à Sidi Djeber dans les calcaires liasiques.

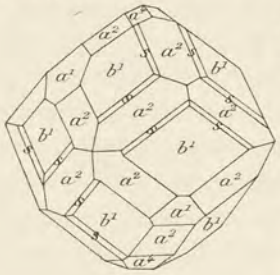


Fig. 16.
Panabase de Tadergount.

J'ai étudié de remarquables cristaux provenant de Tadergount. Ils présentent une forme peu habituelle dans la panabase. Leur forme dominante y est en effet b^1 (110), accompagnée de $+\ a^2$ (211) et parfois de $+\ 1/2\ s$ [$\varkappa$ (321)], de $-\ 1/2\ a^1$ (111) et de $-\ 1/2\ a^4$ (411) (fig. 16). Ces cristaux sont d'un gris noir de fer, ils atteignent 2 ^{cm} de diamètre; leurs faces sont ternes et se mesurent difficilement.

Des filons de panabase se trouvent à El Hamma (à 52 km. S. 5° O. de Sétif), ainsi qu'à une centaine de kilomètres de Djidjelli, aux Beni Meraï et au Grand Babor (El-Anasser); ces gisements sont, comme les précédents, dans les calcaires secondaires.

Au Djebel-Touggourt (à 13 k. O. 3° S. de Batna), le même minéral imprègne le jurassique.

La panabase accompagne la chalcopyrite (en filons dans l'aptien) à Ras Pharaoun et à Ghil-oum Djinn, à Bled-el-Hammam (avec galène), à Azerou-Amellal (avec galène) près Khenchela; on la trouve à Sidi-Rgheïss également dans l'aptien, au Djebel-Guereier, près Jemmapes (avec galène et cinabre) dans les calcaires de l'éocène supérieur.

Alger. Il existe à l'ouest d'Alger une intéressante zone cuivreuse essentiellement constituée par des filons de panabase; elle s'observe sur près de 150 kilomètres entre Ténès et Mouzaïa (massif de Milianah); les principales recherches ont été faites aux environs de Mouzaïa, de Milianah et de Ténès. Cette zone se prolonge au sud de Bougie entre Aït-Abbès et le Djebel Babor sur près de 50 kilomètres; la principale mine à citer est celle de Téliouïne.

Ces gisements sont constitués par des filons de panabase argentifère

et de chalcopyrite, avec gangue de sidérose, de barytine et de calcite. Ils se trouvent dans le crétacé, lui-même en contact avec des ophites.

Dans les environs de Ténès, les mines de Oued Bou-Hallou et de Sidi Bou-Aïssi fournissent surtout de la chalcopyrite avec de la panabase argentifère; dans celles de Beni Aquil, la panabase argentifère se trouve seule en filon dans le sénonien avec hématite, barytine et sidérose. Ce sont les mêmes gangues qui renferment la panabase de Mouzaïa, en filon dans le calcaire et les marnes crétacés.

La panabase de ce gisement a été souvent analysée (voir les analyses citées plus haut); elle se présente en magnifiques cristaux à faces brillantes qui font l'ornement des collections. Ceux que j'ai observés proviennent de Mouzaïa, de Beni-Aquil et de l'Oued Bou-Hallou; ils présentent les mêmes formes et atteignent parfois 3 centimètres de plus grande dimension. La plupart d'entre eux font partie depuis longtemps de la collection du Muséum; quelques-uns m'ont été communiqués par M. Gentil : ils sont uniformément constitués par $+ 1/2\ a^1$, $+ 1/2\ a^2$ également développées et de b^1 (110) (fig. 5 sans $— 1/2\ a^1$). Ce n'est que rarement qu'existe le tétraèdre inverse, sous forme de très petites facettes; — a^2 est plus rare encore. Les gros cristaux ont parfois une structure polysynthétique par suite de l'emboîtement suivant un axe ternaire de plusieurs individus de même forme. Ces cristaux ont souvent les faces $+ a^1$ bombées. Quand ils sont implantés dans leur gangue par un pointement ternaire et bien engagés dans la gangue, ils ont l'aspect de rhomboèdres basés d'hématite. M. Flajolot a décrit (*A. M.* III. 852. 1853) des cristaux de ce gisement, allongés suivant un axe ternaire. Les uns dans lesquels b^1 (110) domine ont le faciès des fig. 13 et 14; les autres, au contraire, conservent un pointement tétraédrique, mais avec un allongement extrême. Je n'ai pas observé ces divers aspects dans les cristaux que j'ai étudiés.

Au delà de Blidah, la panabase se rencontre en filon dans le cénomanien des Ouled Abed (13 km. 5 Sud, 48° Est de Blidah) avec hématite, galène, etc.; à l'Oued Bouman et à l'Oued Ouradzgéa (au Sud de Rovigo), avec chalcopyrite, dans le cénomanien; enfin à Tarazeouïne et à Azeroun (à 8 k. S. de l'Arba), avec galène, blende et gangue ferrugineuse dans le cénomanien.

Tunisie. — La panabase se trouve avec fluorine dans la mine du Djebel-Oust près Zaghouan.

2° *Dans les sources thermales.*

Champagne. — *Haute-Marne.* Des travaux de captage effectués en 1875 dans les sources thermales de Bourbonne-les-Bains ont mis à découvert un puisard romain qui a été asséché. On a découvert au fond de celui-ci une boue argileuse noire, renfermant à la partie supérieure des morceaux de bois, des noisettes, etc., et plus bas près de 4600 monnaies de bronze, 256 monnaies d'argent et 4 pièces en or (portant les effigies de Néron, d'Hadrien, de Faustine et d'Honorius) ainsi que des statuettes et divers autres objets.



Fig. 17.

Photographies d'un échantillon de panabase des thermes de Bourbonne-les-Bains, épigénisant une monnaie romaine et cimentant de petits cailloux quartzeux. (*Grandeur naturelle.*) A droite la partie cristallisée de l'échantillon est grossie.

Ces monnaies étaient en partie transformées en sulfures cristallisés. Au-dessous de la couche argileuse, se trouvait un lit gréseux de 5 cm d'épaisseur dont les éléments étaient cimentés par des sulfures métalliques ; il renfermait également beaucoup de médailles extrêmement sulfurées. Tous ces minéraux ont été étudiés par Daubrée (*C. R.* LXXX. 461 et 604.1875 et LXXXI. 182.834.1008).

Les sulfures observés isolément ou réunis sont la chalcosite, la chalcopyrite, l'érubescite et surtout la panabase.

La panabase forme des cristaux extrêmement nets + 1/2 a^1 avec ou sans + 1/2 a^2 (211) ; leurs faces sont brillantes, mais un peu arrondies. Ce minéral ne se distingue en rien des cristaux naturels (analyse *i*).

La fig. 17 représente un des nombreux échantillons que j'ai pu examiner dans la collection léguée par M. Daubrée au Muséum.

Dans ce même gisement, on a observé de la cuprite, de la malachite, de la chessylite, de l'atacamite et des minéraux plombifères : galène, cérusite, anglésite.

TENNANTITE

$4\,Cu^2...\,S,\,As^2\,S^3$

Cubique, tétraédrique.

Macles. Comme la panabase.

Formes observées. p (100), a^1 (111), b^1 (110).

Faciès. La tennantite et ses variétés se présentent souvent sous forme de rhombododécaèdres seuls ou associés à des formes tétraédriques : celles-ci s'observent aussi distinctes.

Clivages. Traces de clivages suivant b^1 (110).

Dureté. 3 à 4,5.

Densité. 4,37 à 5,12.

Coloration et éclat. Gris de plomb noirâtre, à noir de fer. Éclat métallique. Opaque.

Composition chimique. La formule $4\,Cu^2\,S,\,As^2\,S^3$ correspond à la composition donnée en *a*).

Le cuivre est souvent remplacé en partie par du fer, du zinc, de l'argent; l'arsenic peut être aussi partiellement remplacé par de l'antimoine (passage à la *panabase*), du bismuth (*annivite*)

b) analyse de la tennantite de Sainte-Marie-aux-Mines par Berthier (*A. M.* 1re série XI. 121.).

	a)	*b*)
S.....	25,5	22,8
Sb.....	»	4,5
As.....	17,0	25,0
Cu.....	57,5	39,2
Fe.....	»	4,5
Ag.....	»	1,0
	100,0	97,0

Essais pyrognostiques. Voir à *panabase.*

Diagnostic. Voir à *panabase.* La tennantite se distingue de la panabase par la prédominance des réactions de l'arsenic sur celles de l'antimoine qui manquent complètement dans les types purs.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La tennantite se trouve dans les mêmes gisements que la panabase avec laquelle elle présente de nombreux passages.

Plateau central. — *Rhône*. La tennantite a été trouvée en petits nodules dans le quartz et la pyrite cuivreuse de Sain Bel [voir Fournet. (*Ann. Soc. Agric. Lyon*. VI. 320) pour la description des cristaux d'acide arsénieux produits par grillage de ces minerais].

Vosges. — [*Alsace*]. L'analyse *b*) faite par Berthier montre que la tennantite accompagne la panabase à Sainte-Marie-aux-Mines. L'échantillon analysé présentait les mêmes caractères extérieurs que la panabase du même gisement. L'analyse *d*) de la page 723 montre, du reste, que celle-ci renferme une quantité d'arsenic presque égale à celle de l'antimoine.

Algérie. — *Alger*. L'analyse *c*) de la page 723 fait voir aussi que le cuivre gris de Mouzaïa possède une composition intermédiaire entre celle de la panabase et celle de la tennantite.

OXYSULFURES

KERMESITE

$Sb^2 S^2 O$

Monoclinique.

$$[a : c = 1 : 1{,}4791 \text{ (Kenngott)}]$$
$$x\ y = 77°51'$$

Formes et faciès. La kermésite constitue tantôt des aiguilles à formes rarement nettes, allongées suivant l'orthodiagonale, tantôt de petites masses fibreuses.

Clivages. Clivage h^1 (100) parfait. Sectile. Flexible en lames minces.

Dureté. 1 à 1,5.

Densité. 4,5 à 4,6.

Coloration et éclat. Rouge cerise. Éclat adamantin et métalloïde. Poussière brun rouge. Transparente en lames minces.

Propriétés optiques.

Composition chimique. La formule Sb^2S^2O que l'on peut écrire $2\ Sb^2\ S^3$, Sb^2O^3 correspond à la composition suivante :

Sb^2O^3	30,0
$Sb^2\ S$	70,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, la kermésite noircit, fond et donne un sublimé blanc d'acide antimonique. Si la température est très élevée, la kermésite se sublime. Les autres réactions sont celles de la stibine (voir page 448).

Diagnostic. La coloration, les réactions pyrognostiques et l'association constante avec d'autres minéraux antimonifères permettent de reconnaître aisément la kermésite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La kermésite accompagne très fréquemment la stibine aux dépens de laquelle elle s'est formée. Presque tous les gisements de stibine énumérés page 449 et suivantes renferment à leurs affleurements, en quantité plus ou moins grande, des enduits terreux rouges de kermésite généralement mélangée à de la stibiconite, de la valentinite. Il me semble donc inutile de répéter cette longue liste de gisements, d'autant plus que j'ai déjà indiqué à cette place les gisements les plus riches en kermésite. Je me contenterai de parler ici de trois gisements dans lesquels le minéral se trouve en échantillons nettement cristallins.

Plateau central. — *Corrèze*. La stibine de la mine de Chanac est parfois intimement mélangée à de la kermésite en houppes soyeuses d'un beau rouge cerise, qui semble être de formation contemporaine.

Alpes. — *Isère*. La kermésite se trouve à la mine des Chalanches en petites houppes à éclat très vif, engagées dans l'antimoine natif; plus rarement, on la trouve associée à l'allemontite.

Algérie. — *Constantine*. Le gisement d'Hamimate, célèbre par les magnifiques cristaux de *senarmontite* (voir tome III) qu'il renferme, a fourni quelques échantillons intéressants de kermésite. Les spécimens que j'ai examinés m'ont été donnés par M. Moreau ; ils consistent en un agrégat de fines aiguilles de stibine, creusé de nombreuses géodes que tapissent des croûtes fibreuses, des sphérolites à structure lâche ou des houppes d'aiguilles de kermésite. Elles renferment en outre parfois de fort beaux octaèdres incolores et limpides de senarmontite. Ce minéral est, au moins en partie, postérieur à la kermésite qu'il englobe parfois en prenant alors une coloration rouge.

Ces associations minérales donnent lieu à de fort remarquables échantillons de collection.

VOLTZITE

$Zn^5 S^4 O$

Hexagonale ?

Les propriétés optiques données plus loin montrent que la voltzite est uniaxe : par analogie avec la würtzite, on peut supposer que ce minéral est hexagonal. On ne le trouve qu'en globules ayant parfois une structure zonaire très nette, grâce à laquelle on peut enlever des écailles concentriques : à ce point de vue la voltzite est à comparer à la plumbogummite (voir tome III).

Dureté. 4 à 4,5.

Densité. 3,66 à 3,80.

Coloration et éclat. Rouge rosé sale, brun jaunâtre. Opaque. Translucide en écailles très minces. Transparente en lames minces.

Propriétés optiques. M. E. Bertrand a montré que la voltzite de Joachimsthal est uniaxe et positive (*B. S. M.* IV. 59. 1881).

Composition chimique. La formule $Zn^5 S^4 O$ ou 4 ZnS, ZnO correspond à la composition donnée en *a*).

b) analyse de la voltzite de la mine de Rosiers près Pontgibaud, par Fournet (*A. M.* III. 519. 1833).

	a)	*b*)
ZnS.....	82,7	82,82
ZnO.....	17,3	15,34
Fe^2O^3.....	»	1.84
	100,0	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite violemment; une faible chaleur dégage un peu d'eau avec une odeur aromatique, ensuite le minéral noircit, puis prend une teinte vert brunâtre, et enfin jaune. Infusible. Les autres réactions sont celles de la blende pure. L'acide azotique versé sur le minéral pulvérisé l'attaque violemment avec dégagement de chaleur et de vapeurs rutilantes. L'acide chlorhydrique attaque le minéral avec effervescence.

Diagnostic. La densité, l'action de la chaleur et la composition centésimale permettent seules de distinguer la voltzite de la würtzite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau central. — *Puy-de-Dôme*. La voltzite a été trouvée pour la première fois par Fournet (*A. M.* III. 519.1833) dans la mine de Rosiers, près Pontgibaud.

Le minéral s'est présenté dans les fentes d'un quartz noir ou brun foncé, riche en pyrite très divisée. Il forme des mamelons de la grosseur d'un petit pois, accolés et se recouvrant les uns les autres. Le centre des mamelons est cristallin, le reste de leur masse est testacé et divisible en calottes concentriques à cassure conchoïde qui possède un éclat vitreux, parfois résineux. Les calottes vues à plat ont un éclat nacré et une couleur rosâtre sale ou jaune.

Je n'ai pu trouver dans aucune collection d'échantillons français de ce minéral. Celui que possède M. Damour et celui de la collection Adam qui paraissent provenir du même fragment sont très fibreux et ne correspondent qu'imparfaitement à la description de Fournet; de plus, leur gangue est de la calcite blanche lamellaire alors que le minéral des Rosiers était implanté sur du quartz noir. Ces échantillons sont monoréfringents et semblent provenir de Raibel en Carinthie.

Tunisie. — M. G. Stache a cité sans description (*Verhandl. K. K. geol. Reichsanst. Wien*. 1876.56) l'existence de la voltzite dans le gisement calaminaire du Djebel Reças, à 25 km. sud-est de Tunis; ce minéral y accompagne la blende, la galène, la smithsonite, la calamine, etc. Je n'ai pas eu l'occasion de voir d'échantillons provenant de ce gisement.

SELS HALOÏDES

CHLORURES, BROMURES, IODURES, FLUORURES

HALITE

(SEL GEMME ET SEL MARIN)

Na Cl

Cubique.

Macles polysynthétiques suivant $a^{7/20}$ (20.20.7) signalées par M. Brauns sur un cristal provenant probablement de Stassfurth (voir plus loin).

Formes observées. — p (100), a^4 (111), b^2 (210).

Faciès des cristaux. Les cristaux des salines sont des cubes offrant très rarement des modifications ; ils sont parfois de très grande taille. Les cristaux qui sont produits par l'évaporation rapide, naturelle ou artificielle d'eau salée, prennent, au contraire, des formes cristallitiques dont le type le plus fréquent est constitué par les *trémies* des marais salants. Ce sont des cubes à faces creuses constitués par une série de gradins décroissants dont l'ensemble limite une cavité pyramidale ayant son sommet au centre du cristal (fig. 1).

L'influence des conditions de la cristallisation sur la forme des cristaux de sel gemme est mise en évidence par un magnifique échantillon que possède la collection du Muséum. Il consiste en un madrier de bois, long de 2 mètres qui a séjourné pendant 18 ans dans une galerie des salines de Dieuze où circulait un filet d'eau salée. Il est couvert de plus de deux milles cubes de sel gemme, absolument réguliers attei-

gnant 3 centimètres d'arête (fig. 2). Ces cristaux sont identiques à ceux qu'on trouve normalement dans les mines de sel et ils diffèrent par suite des cubes en trémies qui, seuls, se produisent par cristallisation artificielle rapide des eaux salées traitées dans ce même gisement. Des formes dendritiques, remarquables, produites par la réunion à axes parallèles d'un très grand nombre de cristaux, sont aussi obtenues artificiellement par l'évaporation des eaux salées des salines. On verra plus loin que ces groupements sont allongés suivant un axe ternaire (fig. 8 à 10).

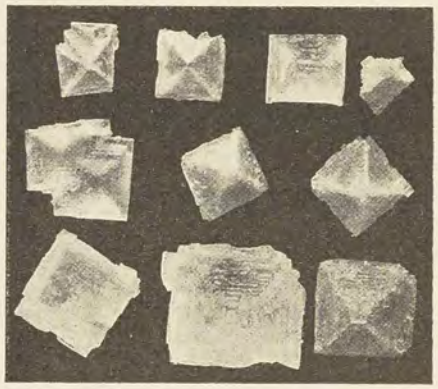


Fig. 1.
Trémies de sel marin des marais salants de Guérande. (*Photographie grossie deux fois.*)

Le sel gemme se présente aussi en masses clivables, largement ou finement cristallines, en masses fibreuses, bacillaires, stalactiformes ou compactes.

Figures de corrosion. Par exposition à l'air humide, les cristaux de sel gemme se creusent de figures de corrosion ayant la forme de pyramides quadrangulaires, correspondant à des cubes pyramidés (fig. 12).



Fig. 2.
Cubes de sel gemme formés à la surface d'une poutre. Mine de Dieuze. (*Photographie réduite au tiers environ.*)

Clivages. Clivages *p* (100) parfaits, sur lesquels on peut obtenir des figures de percussion parallèles aux axes binaires. Cassure conchoïdale.

Dureté. 2,5. Fragile.

Densité. 2,1 à 2,6.

Coloration et éclat. Incolore, blanc, parfois jaune, rouge, bleu. La coloration rouge est due à des inclusions ferrugineuses. L'origine de

la couleur bleue a donné lieu à de nombreuses discussions. Dans un récent travail (*C. R. Acad. Sc. Cracovie.* 1892), M. Kreutz a montré que les hypothèses proposées (phénomène optique spécial, existence de sous-chlorure de sodium, de composés sulfurés, etc.), étaient inexactes et que cette coloration était due à un sel de fer, à déterminer plus exactement, qui se décolore par chauffage au feu oxydant et redevient bleu par chauffage dans l'hydrogène en présence de vapeurs réductives de sodium.

Éclat vitreux. Transparent ou translucide.

Saveur. Saveur salée caractéristique.

Inclusions. Le sel gemme renferme des inclusions d'argile, de gypse, d'anhydrite, de sel gemme de couleur différente (sel bleu de Dax), etc., on observe aussi des inclusions liquides avec bulles mobiles ou non. Ces inclusions sont souvent d'assez grande taille pour être vues à l'œil nu, elles atteignent même plus d'un centimètre de diamètre.

Propriétés optiques. L'indice de réfraction est de 1,5442 (Langley).

Le sel gemme présente parfois des phénomènes de biréfringence plus ou moins nets.

Propriétés calorifiques. — Fortement diathermane.

Composition chimique. La halite de sodium pure a pour composition :

Cl. . .	39,4
Na . .	60,6
	100,0

Le minéral est généralement impur, il est souvent intimement mélangé à divers chlorures (de calcium, de magnésium), à du sulfate de magnésium qui le rendent hygrométrique et déliquescent, à du gypse, de l'anhydrite, etc. Les analyses ci-jointes donnent la composition de quelques-uns des sels utilisés en France pour l'alimentation.

Analyses :

a) du sel marin de Marenne (sel desséché), par Berthier.

b) de l'Étang de Berre, par Naville.

c) du sel recristallisé des salines de Gouhenans (Haute-Saône), par MM. Lange et Naville.

d) de Varangéville (Meurthe-et-Moselle), par MM. Lange et Naville.

e) de Art-sur-Moselle, par MM. Lange et Naville.

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)
Chlorure de sodium.....	97,20	97,10	90,05	96,20	94,61
Chlorure de magnésium...	0,40	0,10	0,75	»	»
Sulfate de magnésium....	0,50	0,22	1,45	0,21	0,37
Sulfate de calcium.....	1,20	1,12	0,95	0,42	0,37
Eau.....	»	1,40	6,65	3,07	4,59
Résidu insoluble..... ..	0,70	0,05	0,15	0,10	0,06
	100,00	99,99	100,00	100,00	100,00

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, la halite décrépite par suite de la mise en liberté de liquides et de gaz contenus à l'état d'inclusions. Elle fond au rouge (et cristallise par refroidissement), en colorant la flamme en jaune intense. Il est volatil au rouge blanc.

La halite, ajoutée à une perle de sel de phosphore, saturée d'oxyde de cuivre, colore la flamme en bleu d'azur foncé (chlorure de cuivre). Soluble dans trois fois son poids d'eau; la solubilité est presque la même à 1° C. qu'à 100° C.

Altérations. Le sel gemme ne s'altère pas, mais il est hygrométrique quand il est impur; il disparaît de ces gisements par dissolution avec la plus grande facilité. Quand il est englobé dans des argiles, il laisse souvent alors un moule qui, postérieurement, peut être rempli par de l'argile, du quartz, du calcaire, par des cristaux de gypse (fig. 14, 16 à 18). Ces moules offrent toutes les particularités des trémies décrites plus haut (marnes du trias).

Dans d'autres cas, c'est l'inverse qui se produit, les trémies de sel gemme se remplissent d'argile, puis, le minéral disparaît par dissolution, laissant ainsi l'empreinte en relief de ses trémies (fig. 15) sous forme de six pyramides réunies autour d'un centre (environs de Paris).

Diagnostic. La saveur salée constitue le caractère essentiel de la halite et permet de la distinguer de tous les autres minéraux solubles; les réactions du chlore et la coloration de la flamme en jaune intense constituent aussi des caractères complémentaires précieux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La halite provient essentiellement de l'évaporation de l'eau de mer ou de la concentration d'eau salée ayant lavé des terrains riches en chlorure de sodium. Je le considérerai successivement :

1° Dans les gisements où il cristallise actuellement (*sel marin*);

2° Dans diverses assises géologiques (*sel gemme*).

1° *Sel de cristallisation actuelle.*

Il y a lieu de distinguer deux principales catégories de gisement du sel actuel.

La première est constituée par les marais salants, la seconde par les lacs salés des régions désertiques.

a) *Dans les marais salants.*

L'évaporation spontanée de l'eau de mer dans des bassins spécialement aménagés pour l'exploitation du sel fournit une quantité notable de la production annuelle du sel en France : elle s'est élevée à 352.000 tonnes en 1890. Ces bassins portent le nom de *marais salants* sur les côtes de l'Océan, de *salins* sur celles de la Méditerranée.

On sait que l'eau de mer ne contient pas seulement du chlorure de sodium en dissolution. D'après Usiglio (*A. P. C.* XXVII. 2e série), 1000 gr. d'eau de la Méditerranée prise au large de Cette, renferment les éléments suivants, en ne tenant compte que de ceux qui sont en quantité notable :

Chlorure de sodium.....	29,424
— de potassium ...	0,505
Bromure de sodium.....	0,556
Chlorure de magnésie.....	3,219
Sulfate de calcium.....	1,357
Sulfate de magnésium.....	2,477
Carbonate de calcium.....	0,114
Oxyde de fer.....	0,003
	37,665

Soit près de 30 kg. de chlorure de sodium par mètre cube. L'évaporation de l'eau de mer permet aux sels qu'elle tient en dissolution de cristalliser, suivant leur ordre décroissant de solubilité. Quand le point de saturation est atteint pour l'un des sels dissous, celui-ci cristallise. A partir d'un certain degré de concentration, le phénomène se complique par la formation de sels doubles. Le carbonate, puis le sulfate de calcium commencent par se déposer (entraînant des traces de strontium), cela a lieu pour le second quand l'eau salée a été réduite de 37 0/0; le chlorure de sodium ne cristallise que lorsque 93 0/0 de l'eau a été évaporée, puis, on voit apparaître le sulfate, le chlorure de magnésium, celui de potassium, les bromures, des traces de borates, etc.

Les salins et marais salants sont essentiellement constitués par une

triple série de bassins de profondeur décroissante. Ils communiquent avec la mer par un réservoir dans lequel l'eau se clarifie. Celle-ci passe ensuite dans la première série de bassins où elle laisse déposer son carbonate de chaux et son oxyde de fer; elle se concentre davantage dans la deuxième série où elle perd son sulfate de chaux (gypse), et enfin laisse déposer son sel marin dans la troisième. Ces bassins sont réunis entre eux par de nombreux canaux; les eaux mères sont versées de la troisième série à la mer; dans les salins du Midi, elles sont recueillies et traitées pour l'extraction des sels qu'elles renferment (sulfate de sodium et chlorure de potassium).

L'existence (Océan) ou l'absence (Méditerranée) de marées nécessite des particularités spéciales dans la construction et l'exploitation des marais salants; leur détail sort du cadre de cet ouvrage.

L'établissement de marais salants exploitables nécessite non seulement l'existence d'une température suffisamment élevée, mais encore celle de vents secs, c'est pourquoi ce genre d'exploitation ne peut pas réussir indistinctement sur toutes les côtes plates offrant la disposition topographique nécessaire. L'influence de ces conditions climatériques sur la production du sel dans les marais salants est mise en évidence par le tableau suivant emprunté à MM. Fuchs et de Launay et donnant la production annuelle moyenne du sel par hectare.

Portugal (Setubal, Rio Sado)....	250 tonnes.
Camargue.....	80 à 100 tonnes.
Ouest de la France.....	25 à 30 tonnes.

En France, les principaux centres de salines se trouvent sur la côte de la Méditerranée près de l'embouchure du Rhône et sur les côtes de l'Océan autour de celle de la Loire, de la Charente, etc.

Sur les côtes de la Méditerranée, le peu de fréquence des pluies permet de ne faire que rarement la récolte du sel (en moyenne tous les quarante jours et parfois une fois par an), celui-ci forme alors des couches épaisses de plusieurs centimètres; il est très pur, d'un beau blanc.

L'abondance des pluies dans l'ouest au contraire, force les saulniers à écumer avec un rateau la surface des eaux concentrées, et cela tous les jours quand le temps le permet. Le sel ne se trouve alors qu'en petits cristaux fréquemment souillés par un peu d'argile qui lui donne une teinte grisâtre. Il est ensuite disposé en tas recouverts et laissé ainsi à l'air de façon à permettre aux sels de magnésium déliquescents de disparaître.

Les cristaux de sel formés dans les salins et les marais salants ont toujours la forme de trémies dont la figure 1 représente les princi-

paux types. Dans les marais salants de l'Ouest, ils sont petits et généralement isolés; dans les salins du Midi, au contraire, ils sont d'ordinaire de plus grande taille et l'on peut extraire des trémies ayant plusieurs centimètres de côté. Lorsqu'on les disloque, on trouve dans leurs débris de curieux groupements cristallins dont la figure 3 représente un exemple. Ces trémies sont constituées par l'emboîtement le long d'un axe ternaire d'un grand nombre de trémies élémentaires réduites à trois faces. Le cristal qui se trouve à l'extrémité de ces groupements à symétrie rhomboédrique a des arêtes vives et des faces généralement planes. Les autres sont cristallitiques et vont en augmentant de taille à mesure que l'on s'éloigne du sommet. Le plus souvent, le cristal terminal seul est libre à la surface de la croûte saline observée.

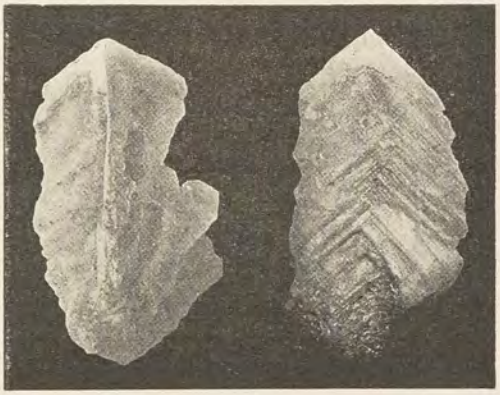


Fig. 3.
Cubes en trémies de sel marin des salines de la Méditerranée allongés suivant un axe ternaire. (*Photographie grandeur naturelle.*)

b) *Dans les lacs salés désertiques.*

Les salines naturelles ou *sebkha* constituent une des particularités minéralogiques intéressantes de l'Algérie. Ce sont des lacs peu profonds en voie d'évaporation, dans lesquels se réunissent les produits du lavage des terrains plus ou moins salés qui forment leur bassin hydrographique. Leur évaporation spontanée ou facilitée par des travaux spéciaux donne pendant l'été une quantité de sel plus ou moins grande qui a été exploitée depuis la plus haute antiquité.

Les eaux de ces lacs renferment en outre du chlorure de sodium, des chlorures de magnésium, de calcium, des sulfates et parfois une certaine quantité de carbonate des mêmes bases, etc.

Le sel de ces gisements présente les mêmes particularités cristallographiques que celui des salins du midi de la France.

Constantine. Des salines naturelles se rencontrent à Hodna (60 km S. de Bordj-bou-Arréridj), aux environs de Sétif (Moul Guemel, Aïn-

Melloul, El-Hamiet, El-Harbine, El-Bazer, El-Beïda), à Chol-Melrir (80 km. S.-E. de Biskra), au sud de Constantine (Mzouri et Tinoilt), Djendeli, El-Meursel, Ank-el-Djemel, El-Guellif), à El-Tarf (28 km. O. 33° S. d'Aïn Beïda) et à Sbikra (16 km. E. S.-E. de Khenchela).

Alger. Les salines naturelles sont abondantes dans le département d'Alger; on en exploite à Zahrez-R'arbi (42 km. N. 55° O. de Djelfa) et à Zahrez-Chergui (64 km. N. 35° E. de Djelfa).

Oran. Les salines du Grand lac d'Oran, d'Arzeu (14 km. de cette ville), de Bou-Zian (14 km. N. 37° E. de Relizane), de Bordjia près Mostaganem sont exploitées.

La saline d'Arzeu a été spécialement étudiée par Ville (*Recherches sur les roches, les eaux, etc., de la province d'Alger et d'Oran*. 82.1852); la cristallisation du sel commence en avril; tous les corps faisant saillie au-dessus de l'eau s'entourent alors d'une enveloppe de cristaux cubiques de sel, ayant de 1 à 2^{cm} d'arête. Le fond du lac se couvre de boursoufflures (ayant de 4 à 5^{cm} de flèche sur 20 à 30^{cm} de diamètre) supportant de beaux cristaux de sel. La couche saline ne dépasse pas 10^{cm} d'épaisseur. Ce sel renferme en moyenne 2 0/0 de chlorures terreux, dont on peut le débarrasser en l'exposant aux eaux de pluie.

M. Flamand m'a signalé des gisements de sel dans la région saharienne comprise entre les plateaux de Lammadas et l'Erg. (Daïa-Melah-Mta-Zirara et Haci-el-Morr). Le sel de Zirara est gris, très cristallin; il forme des couches de 20 à 30^{cm}, alternant avec des bancs gypseux et des bancs de gypse; il s'étend sur 2 km. 5 de long sur 700 mètres de large. Il est recouvert par des dépôts à *Cardium edule*, il est probablement quaternaire récent. C'est à ces dépôts qu'appartiennent les gisements de sel du Touat et du Gourara et la célèbre sebkha d'Amadghar des itinéraires Flatters. A Haci-el-Morr le sel est très magnésien et par suite de mauvaise qualité.

Soudan français. — Des gisements de sel sont exploités par les Maures dans le Sahel soudanais; ces gisements, signalés récemment par M. de Lartigue (*Afrique française*, n° 3), se trouvent dans deux centres principaux.

La sebkha la plus occidentale est celle d'El-Khadera, à 20 jours de marche au N. de Chinguitti. C'est une vaste dépression dont le centre est occupé par une sorte de lac rectangulaire, mesurant environ 50 km. de côté (ce lac est complètement à sec pendant l'été); pour

l'exploiter, les Maures enlèvent tout d'abord la couche superficielle de sable apportée par le vent, puis ils détachent sous forme de barres le sel grenu, disposé par couches successives, ayant de 5 à 8 ^{cm} d'épaisseur; il est parfois d'un beau bleu d'azur. A une profondeur d'environ 1 mètre, l'exploitation cesse par suite de la rencontre de l'eau. Les cavités artificielles ainsi formées sont remplies d'eau pendant la saison des pluies; il suffit de deux ou trois ans pour qu'elles soient de nouveau remplies par du sel cristallisé.

Le centre de l'exploitation le plus oriental est la sebkha de Taraze (à deux journées au nord de Taodenit) située sur la route de caravane de Tombouctou au Maroc; elle fournit un sel très blanc dans les mêmes conditions que la sebkha précédente.

Notons enfin que l'évaporation spontanée de toutes les mares du Sahel fournit un sel impur, exploité par les indigènes.

2° *Dans les formations sédimentaires antérieures au quaternaire.*

Les dépôts de sel que l'on rencontre dans les assises géologiques (*sel gemme*) doivent leur origine à des phénomènes spontanés analogues à ceux qui sont réalisés artificiellement dans les marais salants et qui se produisent spontanément aujourd'hui encore sur les bords de la mer Caspienne et de la mer Noire.

Le sel gemme est associé à du gypse, à de l'anhydrite, à de la polyhalite, à de la carnallite, à de la glauberite, à des carbures d'hydrogène, etc.

Les conditions de formation de semblables dépôts ont été analysées par M. Ochsenius (*Congrès géol. intern. Berlin*, 1885; voir aussi de Lapparent, *Géologie*. 324. 1893). Il faut tout d'abord que le bassin d'évaporation soit séparé de la mer par un barrage qui gêne sa communication avec elle, sans l'interrompre toutefois; il faut que le climat soit sec, afin que l'évaporation soit possible et enfin que le bassin ne reçoive que peu d'eau douce. Quand ces conditions sont réalisées, l'évaporation se produit et la cristallisation commence dans l'ordre indiqué plus haut; elle débute par des dépôts de gypse [1], puis le sel gemme se forme. Si la communication avec la mer est possible et si la densité de l'eau mère (sulfates, chlorures, bromures, iodures, etc.) lui permet de vaincre la

1. Telle est l'origine de la plupart des gisements de gypse français qui seront étudiés dans le tome III; je ne m'occupe ici que des gisements dans lesquels l'évaporation de la lagune a été poussée assez loin pour donner du sel.

force du courant apportant l'eau du large, tous les sels très solubles disparaissent du bassin d'évaporation. L'eau de mer en arrivant dans celui-ci laisse précipiter son sulfate de chaux qui, d'après M. Ochsenius, peut se déshydrater dans ce milieu riche en sels dissous et former ainsi, à la surface du sel gemme déjà cristallisé, un dépôt d'anhydrite.

Le même savant explique la production de la polyhalite par l'attaque de l'anhydrite, consécutive de l'évaporation complète de l'eau de mer, quand un accident orogénique vient interrompre d'une façon définitive la communication avec le large. Ainsi s'expliquent le dépôt des sels variés, généralement déliquescents, qui surmontent les dépôts de sel gemme du célèbre gisement de Stassfurth en Prusse, mais qui ne se rencontrent dans aucun des gisements étudiés plus loin.

En même temps que ces phénomènes de cristallisation se produisent dans les bassins d'évaporation, des vases se déposent et viennent alterner avec les dépôts salins. Les principaux gisements salifères se trouvent dans le trias et à divers niveaux du tertiaire.

La production française a atteint 491.000 tonnes en 1890.

a) *Dans les assises triasiques.*

Le principal niveau dans lequel on trouve en France du sel gemme est constitué par le trias et notamment par sa partie supérieure, le keuper (marnes irisées). Il est toujours associé à du gypse avec lequel il forme généralement des alternances de couches, maintes fois répétées.

Tous les gisements étudiés plus loin, sauf ceux d'Algérie, n'affleurent pas à la surface du sol, mais se trouvent en profondeur; un petit nombre d'entre eux sont exploités dans des mines, le plus grand nombre le sont par dissolution à l'aide de sondages qui atteignent la masse gypseuse et y font pénétrer les eaux des niveaux aquifères traversés. Ces eaux sont ensuite pompées et évaporées artificiellement.

Je citerai dans ce même paragraphe quelques sources chlorurées sodiques, très riches en sel, qui proviennent, à l'évidence, du lavage naturel de gisements analogues à ceux dont il vient d'être question. Le lecteur que cette question intéresserait, trouvera l'étude de toutes les sources chlorurées françaises dans le livre de MM. Jacquot et Wilm (*Les eaux minérales de France*. 1894).

Le sel gemme ne se présente pas comme le sel marin en trémies,

mais en cristaux à faces planes, facilement clivables et dépassant souvent un décimètre de plus grande dimension. Il forme aussi des masses lamellaires, fibreuses, grenues, etc. Il ne peut être employé à cet état, sauf pour le bétail ; il est donc ensuite dissous et traité comme les eaux salées naturelles. Les eaux résultant de sa dissolution sont évaporées ; dans les gisements français, on a presque complètement abandonné le vieux système de première concentration, consistant à faire tomber l'eau à travers des tas de fagots disposés dans la direction du vent principal de la région (bâtiments de graduation) ; ce procédé permet d'obtenir non seulement une concentration, mais encore une purification de l'eau salée qui laisse déposer son carbonate et son sulfate de calcium ainsi que son oxyde de fer. Aujourd'hui ces eaux salées (parfois purifiées par addition d'un lait de chaux qui précipite du sulfate de calcium et de la magnésie hydratée) sont concentrées par la chaleur artificielle.



Fig. 4.
Cubes de sel à faces creuses.
(*Photographie réduite de moitié.*)

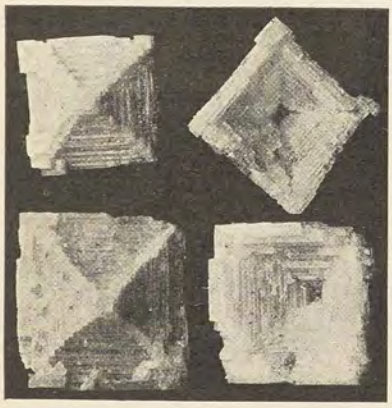


Fig. 5.
Cristaux de sel, vus parallèlement à une face cubique, montrant à droite des trémies en creux et à gauche des trémies en relief. (*Photographie un peu réduite.*)



Fig. 6.
Trémie de sel vue de profil.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

On fait varier à volonté la grosseur du sel d'après la façon dont est conduite l'évaporation. Si celle-ci est lente, les petits cristaux qui se forment à la surface du liquide se réunissent pour former des trémies

qui tombent au fond de la dissolution quand ils ont pris une certaine taille.

Si, au contraire, on fait cristalliser le sel à l'ébullition, les petits cubes ne peuvent se souder et l'on a alors le sel fin ou sel à la minute.



Fig. 7.

Trémies de sel. (*Photographie reduite de moitie.*)

La fig. 4 représente de gros cristaux cubiques de sel, avec indication de trémies obtenues par cristallisation à 40 ou 55° C : leurs dimensions varient de 5^{mm} à 3 centimètres. Les fig. 5 à 7 sont faites d'après des photographies de trémies obtenues entre 55 à 65° C. Pour obtenir des trémies de grande taille, atteignant 10 centimètres d'arête, il est nécessaire d'ajouter à la dissolution une petite quantité d'alun. Les photographies ci-jointes montrent bien la structure de ces trémies, et font voir comment elles s'accroissent par l'adjonction de petits cubes, groupés à axes parallèles. Je dois les beaux échantillons photographiés à l'obligeance de M. Maugras qui les a obtenus à Varangéville.



Fig. 8.

Groupe de cristaux de sel (Salines de Salins). (*Photographie réduite au cinquième environ.*)

Au cours de l'évaporation, il est nécessaire d'enlever les sels moins solubles que le chlorure de sodium qui se précipitent avant lui ; cette opération du *schlottage* précède bien entendu la récolte du sel, ou *salinage*.

Les eaux mères sont conservées et utilisées pour l'extraction de quelques-uns des sels qu'elles tiennent en dissolution.

La fig. 8 représente un groupement de sel obtenu à Salins par cristallisation spontanée d'une solution concentrée. Il est constitué

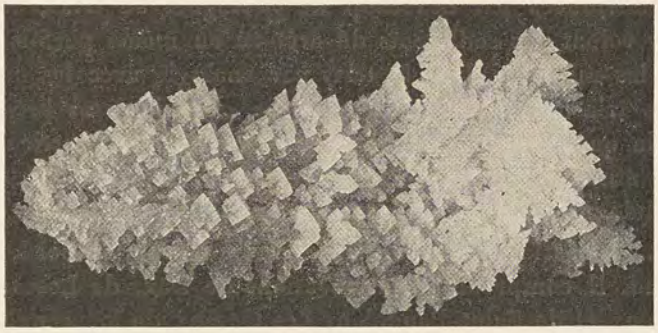


Fig. 9.
Groupe de cristaux de sel. (Fragment de l'échantillon reproduit par la fig. 8.) (*Photographie grandeur naturelle.*)

par des groupements de cubes, disposés à axes à peu près parallèles pour former de grands squelettes cubiques.

La fig. 9 représente un fragment grossi du même échantillon.

Enfin, la fig. 10 donne un exemple de l'allongement suivant un axe

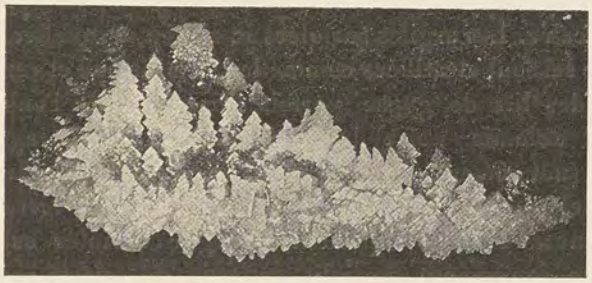


Fig. 10.
Groupe de cristaux de sel allongés suivant un axe ternaire. (Fragment de l'échantillon reproduit par la fig. 8.) (*Photographie grandeur naturelle.*)

ternaire de ces groupements de cubes; on y voit en petit la disposition représentée par la fig. 2.

Dans beaucoup de gisements triasiques, on ne trouve plus de sel gemme, mais la présence de ce minéral au moment du dépôt des marnes irisées est attestée par l'existence de cubes en forme de trémies (fig. 12), résultant de l'épigénie de ses cristaux par de la marne, du calcaire, du quartz, etc.

Pyrénées. — Il existe dans le sud-ouest de la France de nombreux gisements salifères en relation avec des ophites et des marnes bariolées qui sont attribuées par beaucoup de géologues au trias, alors que d'autres y voient des sédiments du crétacé ou même parfois du tertiaire. Je les range ici dans le trias par analogie avec les gisements ophitiques triasiques de l'Ariège que je connais, sans préjuger du reste de la question sur les gisements salifères en particulier que je n'ai pu étudier personnellement avec assez de détail. M. Nentien m'a fourni de nombreux renseignements sur cette région.

Landes. Le bassin salifère de Dax s'étend de Dax, au nord, à Pouillon, au sud. Il comprend les concessions de Dax, de Lescourre, de Montpeyroux et de Saint-Pandelon. Les travaux de la première mine sont actuellement suspendus : ils s'étendaient sous la ville de Dax et, après quelques affaissements, on a jugé prudent de les suspendre. Ceux de Saint-Pandelon sont aujourd'hui à la profondeur de 135 mètres. Les concessions de Lescourre et de Montpeyroux n'ont jamais été exploitées.

Le sel se trouve (Dax, Saint-Pandelon, Montpeyroux, etc.) en masses lenticulaires, plus ou moins mélangées avec des argiles bariolées. Il renferme en outre des fragments d'ophite, de gypse, d'anhyprite, de calcaire. Les argiles bariolées au milieu desquelles se trouvent ces gîtes de sel sont stratifiées comme le sel lui-même et renferment en abondance des lits de gypse (parfois fibreux) et de l'anhydrite, des cristaux de dolomie noire (Saint-Pandelon), de l'aragonite (type Bastennes) (notamment entre Dax et Pouillon) et plus rarement (Saint-Pandelon), des cristaux de pyrite, etc. Les terrains voisins appartiennent au crétacé supérieur. L'argile bariolée salifère et le sel lui-même renferment de jolis cristaux de quartz rouge bipyramidés qu'on trouve en abondance au fond des cuves de dissolution et mieux encore sur les haldes où l'on dépose les boues de dissolution ; la pluie en délayant l'argile les laisse en saillie. Quelquefois le gypse devient assez abondant au milieu des argiles pour être exploitable (carrières à l'ouest du cap de Montpeyroux).

Il existe une source salée naturelle à mi-chemin entre Mimbaste et Pouillon.

Le sel de Dax présente de grandes variations d'aspect. A côté de roches à grains uniformes, se trouvent de nombreux types, rendus porphyroïdes par suite du développement de cristaux de grande taille

pouvant atteindre plus d'un décimètre. Les variétés fibreuses sont assez fréquentes.

Les variations de couleur ne sont pas moindres; les types incolores, blancs, jaunes, rougeâtres, rouge vif et enfin bleus se rencontrent soit seuls, soit mélangés, donnant ainsi des échantillons d'un très bel effet.

Une mention spéciale doit être faite pour le sel bleu. Tantôt la coloration est répandue d'une façon irrégulière au milieu d'un bloc de sel gemme, tantôt elle est localisée dans de petits cristaux d'un bleu pouvant devenir presque noir; ces cristaux sont distribués d'une façon quelconque au milieu de la masse grenue ou même au milieu d'un gros cube de sel.

L'examen microscopique montre que dans ces cristaux bleus la matière colorante est distribuée sans ordre, sous forme de flammèches irrégulières se fondant insensiblement sur leurs bords.

J'ai examiné quelques cubes de clivage présentant une légère teinte opaline. Au microscope, on voit que celle-ci est due à des inclusions bleuâtres renfermant parfois une large libelle.

A Saint-Pandelon, se trouvent dans les argiles de magnifiques cristaux transparents atteignant plus d'un décimètre de plus grande dimension. Les échantillons de cette région m'ont été obligeamment communiqués par M. Favre.

Dans le même département et à la frontière des Basses-Pyrénées, il faut citer, comme très analogues aux précédents, les gisements de gypse de Bastennes-Gaujacq dans lesquels se trouvent quatre anciennes concessions de bitume (Armantieu, l'Échalassière, Labourdette, Pozat); on y trouve des sources salées, mais les sondages n'y ont pas encore fait trouver de lentilles de sel. C'est dans le gypse de Bastennes que se rencontrent les cristaux bien connus d'aragonite (voir tome III).

Basses-Pyrénées. Le bassin salifère de Salies de Béarn est le plus anciennement connu dans les Pyrénées; il a été longuement décrit par de Dietrich qui a donné d'intéressants détails sur le curieux régime économique de son exploitation, régime qui s'est en partie conservé jusqu'à nos jours. Ce bassin renferme du Nord au Sud les trois concessions de Salies (eau salée) [Puits du Griffon, de la Trompe, de Baudat et Fontaine de Boyàa, cette dernière très ancienne], d'Oraas (eau salée) et de Sauveterre-de-Béarn (sel gemme). Dans ce dernier gisement deux sondages ont rencontré le sel gemme sur plus de 150 m. de puissance

sans en atteindre la limite. Il se trouve dans les mêmes conditions que dans les précédents gisements, mais l'ophite y affleure plus rarement.

Les bancs de gypse de Caresse sont à rapporter à la même bande salifère. Il existe d'ailleurs des sources salées à Caresse et à Léren, localités situées à l'ouest de Salies-de-Béarn.

Les gisements de Salies paraissent prolonger vers le Sud celui de Bastennes-Gaujacq. Il faut rapporter à la même bande les gisements de bitume de l'arrondissement d'Orthez (Baigts, Bérenx, Sainte-Suzanne, Castagnède) et aussi le gisement de soufre de Saint-Boës. Signalons enfin ici les sources salées de Camou et de Larrau, dans la Soule, et celles d'Aincille et d'Estérençuby près de Saint-Jean-Pied-de-Port. Ces dernières étaient exploitées du temps de Dietrich, elles sont aujourd'hui complètement abandonnées.

Le bassin salifère de Bayonne-Briscous renferme de nombreuses concessions de sel gemme (Brindos, Larralde, Eyhartzia, Saint-Jouan, Urcuit, Bidart) et de sources salées (Harretchia, six concessions réunies de Briscous, Urcuit, Gortiague ; enfin d'autres sources salées non concédées : Urgatia, etc.).

Le centre des sources salées est la dépression de Mouguerre-Briscous, mais le sel gemme existe à peu près partout et l'ensemble du bassin orienté de l'Est à l'Ouest occupe une partie des collines basses située au Sud de l'Adour, et forme une bande de largeur variable (maximum 4 km.) allant de l'Océan (au Nord de Bidart) à Urt.

Les conditions de gisement sont identiques à celles de Dax : au milieu des calcaires, schistes et quartzites du cénomanien (flysch à silex), on trouve des dépressions occupées par des argiles bariolées à quartz rouge bipyramidé et aragonite (type Bastennes), entremêlées de lits plus ou moins minces de gypse et d'anhydrite. Le sel, bien stratifié, forme des lentilles au milieu de ces argiles et renferme comme elles des fragments d'ophite, de gypse et d'anhydrite. Ce gisement salifère est en relation évidente avec des pointements d'ophite qui en jalonnent la direction, et dont le plus important est celui du tunnel de Villefranque, entre les deux mines de Brindos (Bassusarry) et de Larralde (Villefranque).

M. Detroyat a bien voulu me communiquer une intéressante série de sels de Brindos ; ils sont à éléments moyens, plus rarement porphyroïdes qu'à Dax ; les belles variétés rouges rappellent celles du sel de la Lorraine : les grands cristaux cubiques ne sont pas rares ; mais,

c'est surtout à Larralde (Villefranque) que l'on trouve assez fréquemment, engagés dans l'argile, de magnifiques cristaux de sel gemme absolument transparents, donnant par clivage des solides d'une limpidité et d'une transparence parfaites. Ces cristaux présentent souvent des figures de corrosion (fig. 11) remarquablement nettes (voir plus haut).



Fig. 11.
Photographie de la surface d'une face *p* (100) du sel gemme de Larralde, montrant les figures de corrosion correspondant à un cube pyramidé.
(*Grossissement de 4 diamètres.*)

Le gypse en masses importantes est exploité à Lahonce dans deux grandes carrières situées au pied d'un escarpement ophitique, au voisinage du chemin de fer.

Haute-Garonne. A Salies du Salat, se trouvent des lentilles de sel gemme dans les mêmes conditions qu'à Villefranque. On les exploite depuis 1884 par dissolution, à l'entrée du vallon de Peyret; il existe aussi une source chlorurée sodique, exploitée, qui renferme 30 gr. de chlorure de sodium par litre.

Les premiers sondages ont rencontré le sel à 206 mètres et se sont arrêtés à 250 mètres de profondeur. Un nouveau sondage a atteint 255 mètres. Les échantillons de ce niveau que j'ai examinés, grâce à l'obligeance de M. Huc, sont constitués par un sel à grands éléments, gris blanc, rouge ou violacé, il est mélangé à un peu d'anhydrite, de gypse et de pyrite. A 261 mètres, on a rencontré une roche compacte formée par du sel incolore englobant de petits cristaux d'anhydrite et quelques cristaux de pyrite. L'examen microscopique permet d'y constater, en outre, l'existence de gypse, de cristaux corrodés de dolomie, des lamelles blond clair de phlogopite, et enfin de petits grains de tourmaline et de rutile. Tous ces minéraux sont englobés par de grandes plages de sel gemme à clivages cubiques; ils se concentrent parfois pour former dans le sel des nodules plus durs. La cassure de cette roche ne fait pas penser au premier abord à une roche hétérogène, mais les échantillons exposés pendant quelques instants sous un filet d'eau permettent de distinguer le sel gemme des minéraux insolubles qui restent en relief à sa surface. Les silicates de cette roche sont ceux que j'ai signalés dans les assises calcaires ou gypseuses de cette région, métamorphisées par les ophites.

Ariège. Les sources salées de Camarade et de Gausseraing, près le Mas d'Azil se trouvent également dans les mêmes conditions; celles de Camarade étaient déjà connues du temps de Dietrich.

Corbières. — *Aude*. Près de la petite station thermale de Rennes-les-Bains, sont situées les sources de la Salz, à Sougraine, qui sourdent à 707 mètres d'altitude au milieu de marnes bariolées à quartz bipyramidé; elles renferment 66 gr. de sels par litre (56 gr. de chlorure de sodium); elles ont été exploitées autrefois.

Plateau Central. — *Rhône*. Les argiles bariolées de Chessy, de Poleymieux au Mont d'Or, de Blacé, près Villefranche, renferment des trémies cubiques, épigénies de sel gemme.



Fig. 12.

Pseudomorphoses de cubes de sel gemme des marnes bariolées du trias. (*Photographie réduite au tiers.*)

Saône-et-Loire. Les marnes bariolées de la Grange-du-Bois, près Solutré et Leynes renferment en assez grande abondance des trémies cubiques argileuses, pseudomorphoses de cristaux de sel gemme.

Côte-d'Or. Des pseudomorphoses du même genre m'ont été signalées par M. Collot dans les arkoses triasiques de Malain et dans les grès de Thoreille près Arnay-le-Duc.

[**Alsace**]. — Des pseudomorphoses de sel gemme se rencontrent aussi dans le trias de Saint-Avold.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. Les gisements salifères de la Lorraine se trouvent dans la partie supérieure du keuper gypseux. Le sel gemme constitue de très nombreuses couches, associées à du gypse renfermant parfois des cristaux bipyramidés de quartz.

Les concessions exploitées se rencontrent dans les vallées de la Meurthe et du Sanon, depuis Nancy jusqu'à Rosières-sur-Salines et Einville-au-Jard : ce sont les suivantes que j'énumérerai en allant du Sud-Ouest à l'Est : Sainte-Valdrée, les Aulnois, Pont de Saint-Phlin, la Madeleine à Laneuveville, Art-sur-Meurthe, Saint-Nicolas et Rosières-en-Varangéville, Dombasle, Portieux, Flainval, Crévic, Sommerviller, Maixe, la Sablonnière et Saint-Laurent-en-Einville.

Du sel gemme a été trouvé aussi dans des sondages à Lunéville.

Les lentilles de sel sont elles-mêmes constituées par des bancs superposés qui se distinguent les uns des autres par des variations de structure ou de couleur. Le sel gemme est formé par un agrégat de cubes de diverses dimensions, mais atteignant souvent plusieurs centimètres. En général, le sel est teinté en gris ou en rougeâtre par de l'argile et il n'est que translucide ; ses lits alternent souvent avec des bancs marneux dans lesquels sont englobés des cristaux cubiques transparents pouvant atteindre plus d'un décimètre.

Certaines couches sont finement grenues ou même nettement bacillaires. Celles-ci sont allongées suivant un axe binaire ; les lames de clivage *p* montrent des angles rentrants et rappellent par suite celles des feldspaths tricliniques. Ces angles correspondent à une macle polysynthétique suivant un octaèdre pyramidé.

L'exploitation de toutes ces mines se fait par dissolution, sauf à Varangéville et à Saint-Laurent-en-Einville où l'on exploite le sel dans des mines souterraines. C'est du premier de ces gisements que viennent la plupart des beaux échantillons qui se trouvent dans les collections ; ceux que j'ai examinés m'ont été remis par M. Maugras.

Le sel de Lorraine est accompagné non seulement de gypse, mais encore d'anhydrite, de polyhalite, etc.

[*Lorraine*]. Les célèbres mines de Vic, de Moyenvic, de Château-Salin et de Dieuze situées dans la vallée de la Seille, non loin de la frontière française, sont sur le prolongement septentrional des gisements de la Meurthe-et-Moselle. Le sel gemme s'y trouve dans les mêmes conditions, il se présente en magnifiques échantillons. La collection du Muséum possède un cube de sel provenant de Vic qui atteint 8 cm d'arête ; il montre une large face a^1 (111). La collection de l'École des mines renferme un curieux échantillon de cristaux de sel recueilli dans une galerie de la mine de Vic ; ce sont des cubes,

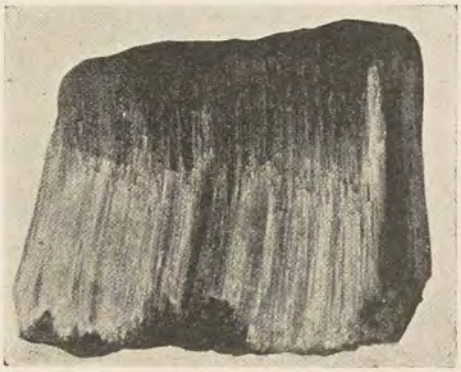


Fig. 13.

Sel gemme fibreux de Dieuze. (*Photographie un peu réduite.*)

aplatis suivant une face p, avec des faces b^2 (210) et a^1 (111); celles-ci présentent dans leur développement une tendance à l'hémiédrie tétraédrique.



Fig. 14.

Cube de sel gemme, montrant des zones d'accroissement. Cristal détaché de l'échantillon représenté par la fig. 2. Mine de Dieuze.
(*Photographie grossie deux fois.*)

A Dieuze, les couches fibreuses de sel ont souvent plus de 20 ^{cm} d'épaisseur dans la direction d'allongement des fibres (fig. 13); les échantillons rouges y sont très abondants.

J'ai décrit page 744 le curieux échantillon (fig. 12) de cristaux de sel de Dieuze que possède la collection du Muséum, cristaux formés lentement dans une galerie abandonnée. Ces cristaux cubiques sont zonés (fig. 14) et présentent sur les faces cubiques des reflets chatoyants bleuâtres rappelant ceux de la pierre de lune.

Vosges. — *Haute-Saône*. Des salines existent à Gouhenans et à Melecey; elles sont exploitées par sondages.

Jura. — Les gisements du Jura se trouvent à un niveau inférieur à celui des gisements lorrains; ils s'observent à la base du keuper.

Doubs. Plusieurs salines sont situées aux environs de Besançon et notamment à Pouilley-les-Vignes, à Miserey, à Châtillon. Elles sont exploitées par dissolution, le niveau salifère est à 150 ou 200 mètres au-dessous du niveau du sol.

Jura. Dans ce département, l'industrie saulnière est assez active aux environs de Lons-le-Saulnier (salines de Montmorot, de l'Étang du Saloir), à Salins et à Arc et enfin à Grozon entre Arbois et Poligny.

L'exploitation se fait par dissolution; les sondages ont rapporté des blocs de sel gemme blanc, gris, jaune, rouge ou noir, parfois cristallisé en cubes nets, mais constituant le plus souvent des masses laminaires ou fibreuses. D'après Ogérien, les variétés fibreuses sont mélangées de polyhalite.

Par évaporation des eaux riches en sel, il se produit parfois de magnifiques cristallisations. Les figures 8 à 10 représentent un échantillon de ce genre provenant de Salins. Il est formé par des groupements cristallitiques de cubes offrant une grande analogie avec ceux qui

ont été signalés dans la galène. Ils sont ici d'une remarquable régularité.

A Salins, des sources salées sont utilisées pour l'usage balnéaire; elles renferment 23 gr. de chlorure de sel par litre.

Alpes. — *Savoie*. Les calcaires du muschelkalk de la Tarentaise sont recouverts par de puissantes couches de gypse et d'anhydrite qui sont localement imprégnées de sel gemme (Bourg Saint-Maurice, Moûtiers).

A Salins, localité située à 1,600 m. au sud de Moutiers, se trouve une source minérale, aujourd'hui utilisée pour la thérapeutique, mais exploitée comme saline jusqu'en 1866. La densité de son eau est de 34° C; elle renferme 16 gr. 69 de résidu par litre dont 12,49 de chlorure de sodium.

Algérie. — Il existe en Algérie un grand nombre de gisements de sel gemme qui, grâce au climat chaud et sec de cette région, peuvent affleurer à la surface du sol. Des sources salées, exploitées par les indigènes pour l'extraction du sel, sont le résultat du lavage de gisements analogues, situés en profondeur. Ces gisements, renfermant des marnes bariolées (avec parfois des cristaux bipyramidés de quartz) et de gypse ont été rapportés par la plupart des géologues algériens à divers niveaux du crétacé et même du tertiaire. M. Marcel Bertrand et plus récemment MM. Blayac et Gentil ont attribué quelques-uns d'entre eux au trias. Je les réunis ici tous ensemble sans rien préjuger de la question d'âge que je n'ai pas été personnellement à même d'apprécier (Voir à ce sujet, Ville. *Recherches sur les roches des provinces d'Alger et d'Oran* 1852 et 1857 et la *Notice minéral. publiée en 1889 par le service des mines d'Algérie*).

Constantine. Une énorme masse de sel gemme se trouve à El-Outaïa (25 km. N. 20° O. de Biskra), dans des masses bariolées à cristaux de quartz, associées à des cargneules et des gypses (triasiques d'après M. Marcel Bertrand); il est rare, au contraire, dans les mêmes conditions au Djebel-Zouabi, près Sedrata (triasique d'après MM. Blayac et Gentil), au Djebel Metlili (66 km. O. 28° S. de Batna), à l'Ouleb-Kebbeb (18 km. O.-S.-O. de Milah).

De nombreuses sources salées se trouvent aux environs de Bougie (Mont Sissa, Beni Ourtillan, El Mellaha, Dra-el-Arbaa), de Sétif (Aïn-Kronna, Beni Ismaïl), de Batna (Ouled-Ali, Djebel Touggourt, Kraïm-Saïd), de Milah (Aïn-Radjeradja, Aïn-Serzokra), de Constantine (Djebel-Zrouabi).

Alger. Le rocher de sel (Djebel Sahari) de Rang-el-Melah, à 23 km. N.-N.-O. de Djelfa, forme des escarpements, atteignant 35 mètres de hauteur. Il est formé en grande partie par du sel gemme d'un gris bleuâtre, veiné de diverses couches d'argile gypseuse. Sa surface est très ravinée; les circulations d'eau souterraine y ont creusé de grandes cavités, tapissées de stalactites de sel. De beaux cristaux et de larges lames de clivages cubiques, transparentes, ont été trouvées au Djebel Sahari.

Ville et les auteurs qui ont écrit sur cette région ont considéré ce gisement salifère comme éruptif et postérieur au miocène. Des sources salées sortent de ce rocher de sel.

A Aïn-Hadjera (44 km. O. de Djelfa) se trouve un gisement analogue, mais moins important.

Des sources salées se rencontrent à El-Melah-Mtâ-el-Habeth (10 km. O. de Tenès sur le bord de la mer), à Anseur-el-Louza (21 km. N. 36° E. de Teniel-el-Haâd), à l'Oued Melah (25 km. E. 3° S de Feniet-el-Haâd), à l'Ouled-Hedim et à Rebaïa (au sud de Médéah), à l'Oued Sebka (29 km. E. 30° S. de Bouïra). Elles affleurent dans le crétacé et sont exploitées par évaporation pour l'extraction du sel.

Oran. Des amas de sel gemme associés à du gypse, dans des marnes bariolées renfermant des paillettes d'oligiste et du quartz bipyramidé, se trouvent à l'Ouled-Khalfa (11 km. O. d'Aïn-Temouchent), à Aïn-Ouerkal (41 km. E. 2° S. d'Aïn-Sefra), à l'Oued Cheria (40 km. S. de Geryville), au Djebel Malah (52 km. S. 15° O. d'Aflou), à Khang-el-Melah (au sud d'Aflou, sur la route de Laghouat), à El-Zerga (4 km. N.-O. du poste de Djenien-Bou-Resk). Les échantillons de ces gisements, que M. Flamand m'a communiqués, sont constitués par du sel gemme à grands clivages gris ou blancs : ils renferment parfois des géodes avec cristaux cubiques.

Une source salée est exploitée à Tellout (34 km. E. 15° N. de Tlemcen).

b) *Dans les assises tertiaires.*

Bassin de Paris. — *Seine*. Les marnes du gypse de Paris ont fourni des moulages de trémies de sel gemme qui ont donné lieu à de nombreuses discussions. Découvertes par Desmarets et Constant Prévost (*J. P.* CXIX. 158.1809) dans les marnes jaunes à *Pholadomya*

ludensis (voir à *gypse*) de la Hutte-aux-Gardes à Montmartre, elles ont été rencontrées depuis dans toute la ceinture nord de Paris, depuis Passy jusqu'au faubourg du Temple (notamment derrière l'hôpital Saint-Louis); à Montreuil, ainsi qu'à Argenteuil, etc., elles atteignent forme parfois un décimètre de plus grande dimension.

Constant Prévost les a retrouvées aussi dans des bancs de calcaire marneux et dans des marnes supérieures au gypse (oligocène), à Montmorency, Monlignon et Saint-Prix. La collection du Muséum possède un échantillon de Monlignon ne se distinguant en rien comme forme de ceux des marnes du gypse (*B. S. S.* VIII. 320. 1837).

Notons enfin que M. Munier Chalmas a trouvé des pseudomorphoses identiques dans l'éocène moyen du bassin de Paris au milieu des *caillasses*, dont il sera longuement question dans l'étude des gypses.

Des moulages identiques ont été rencontrés dans divers gisements étrangers en même temps que des pseudomorphoses de cubes en trémies (fig. 12) reproduisant le cristal de sel lui-même et non l'empreinte de ses cavités régulières.

Ces moulages sont constitués par des pyramides quadrangulaires, portant des stries en escaliers parallèles à leur base (fig. 15). Elles se fondent insensiblement dans la marne argileuse qui les renferme et dont elles possèdent la composition; elles sont souvent emboîtées 6 par 6, leur sommet étant au centre de l'assemblage : elles constituent ainsi un cube dont les faces ne sont pas distinctes.



Fig. 15.

Pyramide quadrangulaire des marnes à *Pholadomya ludensis* de Montmartre constituant le moulage en relief d'une trémie de sel gemme. (*Photographie réduite d'un tiers environ.*)

La disposition régulière des 6 pyramides, si fréquente dans la constitution des substances pseudocubiques et qui est un des meilleurs arguments que l'on puisse mettre en avant pour défendre l'hypothèse d'un minéral cubique originel en général, et du sel gemme en particulier, fut une des raisons qui conduisirent Constant Prévost à la repousser et à imaginer l'hypothèse des fentes de retrait prismatique, qui, acceptée longtemps dans la science, est aujourd'hui rejetée par tout le monde (*B. S. G.* VIII. 320. 1837, IV. 455. 1847).

Les particularités de ces échantillons peuvent s'expliquer de la façon suivante : le sel gemme a cristallisé dans les marnes saumâtres,

sous forme de gros cubes en trémies, réduits à leurs arêtes et à de minces cloisons. Dès l'origine, la marne qui englobait ces trémies a eu, par suite, la forme de six pyramides, réunies autour du centre et portant l'empreinte de toutes les irrégularités de la structure des trémies. Quand plus tard, le chlorure de sodium a été dissous, ces pyramides ont conservé leur position mutuelle. La continuité de la matière de ces pyramides et de la marne ambiante s'explique aisément, puisque ces pyramides ne sont autre chose que la marne elle-même ayant pénétré dans le cristal en voie de formation.

Il est facile, du reste, de reproduire des pyramides tout à fait identiques à celles qui viennent d'être décrites, en remplissant avec de la paraffine les grandes trémies de sel semblables à celles qui sont représentées par la figure 7, et en dissolvant ensuite le sel dans l'eau.

Provence. — *Bouches-du-Rhône.* Les figures 16 à 18 sont la



Fig. 16 à 18.

Cubes de sel gemme pseudomorphisés en gypse de Saint-Mitre ; les figures 17 et 18 représentent des déformations pseudorhomboédriques. (*Photographie réduite de moitié.*)

reproduction de photographies de curieuses pseudomorphoses de sel marin qui se rencontrent dans les marnes gypseuses aquitaniennes de Saint-Mitre, entre Aix et Éguillet.

Ce sont des cubes à faces creuses entièrement constitués par des cristaux lenticulaires enchevêtrés de gypse jaunâtre. Ces pseudomorphoses atteignant 15 centimètres d'arête n'ont pas toujours la régularité de la fig. 16 ; le plus souvent elles sont déformées, prenant une apparence rhomboédrique ou monoclinique (fig. 17 et 18). Ce sont ces cristaux déformés qui avaient frappé Coquand qui les compara à des cristaux de calcite quand il les découvrit (*B. S. G.* IX. 220. 1838). Nöggerath leur a assigné leur véritable origine (*N. J.* XIV. 309. 1846).

SALMIAC

$Az\,H^4\,Cl$

Cubique. Plagiédrique (hémiédrie holoaxe).

Macles. Macle suivant a^1 (111).

Formes observées. p (100), a^1 (111), b^1 (110), a^2 (211).

Faciès des cristaux. Les cristaux de salmiac des gisements décrits plus loin sont parfois normalement développés, mais le plus souvent ils sont déformés, allongés suivant un axe ternaire, binaire ou quaternaire, et groupés pour former des masses stalactiformes, des croûtes cristallines, des efflorescences, etc.

Le rhombododécaèdre est la forme la plus commune, mais on trouve aussi p, a^1, a^2.

L'hémiédrie holoaxe du salmiac a été mise en évidence par M. Tschermak qui a observé sur des trapézoèdres les stries et figures de corrosion représentées par les figures 1 et 2, correspondant à l'hémihexoctaèdre (875) (*T. M.* IV. 533 1882). Dans le seul échantillon de salmiac de la Ricamarie offrant la forme a^2, que j'ai eu l'occasion d'étudier, les faces sont profondément corrodées, mais d'une façon tout à fait irrégulière.

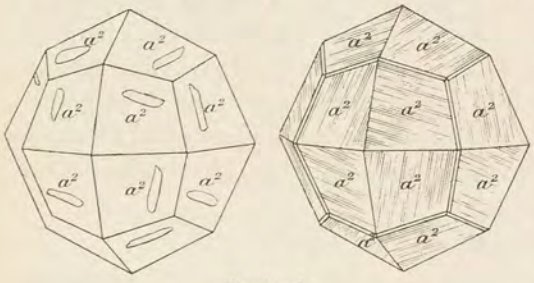


Fig. 1 et 2.

Trapézoèdres de salmiac montrant les stries et les figures de corrosion caractéristiques de l'hémiédrie holoaxe.

Clivages. Clivage p (100) imparfait. Cassure conchoïde.

Dureté. 1,5 à 2. Fragile.

Densité. 1,528.

Coloration et éclat. Incolore, gris, jaune. Éclat vitreux. Transparent.

Propriétés optiques. L'indice du salmiac est, d'après Grailich, n = 1,6422.

Saveur. Saveur piquante.

Composition chimique. La composition théorique correspondant à la formule Az H^4Cl est donnée en *a*).

L'existence de l'iode dans le salmiac de Commentry a été indiquée par Bussy (*J. Pharmacie* XXV. 718.1839); le brome n'y a pas été recherché. D'après ce savant, l'iode disparaît assez rapidement par exposition à l'air.

Le salmiac de la Ricamarie, près Saint-Étienne, renferme à la fois du brome et de l'iode (M. Mayençon); d'après une analyse de M. Damour, la teneur en bromure et en iodure d'ammonium s'élève à 0,26 % (*B. S. M.* VIII. 347.1884).

La coloration jaune est due à des traces de chlorure de fer.

	a)
Cl.....	66,3
Az H^4.....	33,7
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, le salmiac se volatilise sans fondre. Chauffé dans un tube, avec de la chaux hydratée, il dégage des vapeurs ammoniacales. On peut constater l'existence de l'iode et du brome de la façon suivante : on ajoute à la solution aqueuse concentrée du minéral un petit fragment d'amidon, puis deux gouttes d'acide azotique, l'amidon se colore bientôt en bleu (iode) ; par une nouvelle addition d'acide azotique, la coloration bleue disparaît et fait place à une coloration orangée (brome).

Soluble dans trois fois son poids d'eau froide.

Diagnostic. La saveur piquante et le dégagement d'ammoniaque dans le tube, quand le minéral est chauffé avec de la chaux, permettent facilement la distinction du salmiac et du sel gemme.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — Le salmiac est l'un des produits les plus abondants qui se forment soit dans les houillères embrasées par des incendies spontanés[1], soit dans les déblais des puits en exploitation

1. L'inflammation spontanée de la houille a été pendant longtemps attribuée à la seule oxydation des pyrites. M. Fayol a montré (*Bull. m. industr. minéral.* VIII. 644, 1879) que ce phénomène était essentiellement d'un autre ordre, qu'il était

qui prennent feu après leur sortie au jour et brûlent lentement en développant une très grande chaleur, de la fumée et des flammes visibles la nuit. C'est surtout dans les déblais qu'il est possible d'étudier la formation de ces minéraux dont le mécanisme de production rappelle celui des fumerolles volcaniques.

Les houillères des environs de Saint-Étienne (*Loire*), et notamment celles du Brulé, à la Ricamarie, de la Mine en Montrambert, de la Béraudière au puits des Rosiers (côte Chaude, au quartier Gaillard), sont celles qui ont fourni ces produits en plus grande quantité. On peut citer encore : Commentry (*Allier*), Cransac (*Aveyron*), Perrecy-les-Forges (*Saône-et-Loire*), etc.

Entre les blocs de roche qui recouvrent l'incendie, on voit se former de véritables fumerolles dont l'ouverture est garnie de délicates cristallisations et d'enduits concrétionnés plus ou moins durs.

Les produits cristallins sont surtout formés par du salmiac en cristaux incolores, blancs, rouges, jaunes, suivant que le minéral est pur ou associé à du réalgar, de l'orpiment ou du soufre. On observe aussi des octaèdres d'arsénolite. M. Mayençon qui a étudié ces produits a signalé aussi des efflorescences noires, constituées par des produits arsénicaux et même des cristaux distincts d'arsenic natif (Reveux en Saint-Jean-Bonnefonds), de galène (La mine), de bismuthinite (puits des Rosiers, etc.) (*C. R.* LX XXVI. 491.1878).

Les croûtes cristallines sont essentiellement formées par des sulfates d'aluminium et de fer, mélangés à du sulfate et du chlorhydrate d'ammoniaque, de l'arsenic natif, parfois de la galène, et divers produits arsénifères, etc.

Tous ces minéraux proviennent directement de la combustion du charbon et des pyrites qu'il renferme ; des réactions secondaires interviennent, en outre, pour produire l'oxydation du soufre, la formation d'acide sulfurique, puis l'attaque par celui-ci des roches calcinées.

Les nombreux échantillons du Brulé que j'ai examinés et qui ont été recueillis il y a une quinzaine d'années, présentent des particularités intéressantes ; ils se rapportent à trois formes ; la plus commune est le rhombododécaèdre, les cristaux sont souvent déformés, ils sont

le résultat de l'absorption de l'oxygène atmosphérique par la houille : les meilleures conditions pour l'échauffement d'une houille donnée, sont : un mélange de fragments et de poussière avec température élevée, une grande masse et une certaine quantité d'air.

implantés sur leur gangue par un mince pédoncule à l'extrémité duquel quelques faces du cristal sont normalement développées. Cet axe d'allongement est le plus souvent un axe ternaire, plus rarement un axe binaire ou un axe quaternaire. Quand de semblables cristaux sont accolés à côté les uns des autres, il se produit de véritables masses fibreuses. Les cristaux sont souvent aussi squelettiformes.

J'ai observé quelques macles intéressantes par pénétration rappelant celles de l'érubescite, et des macles par accolement. Tantôt il n'existe que deux individus, tantôt, au contraire, il y en a trois et la macle est alors identique aux macles pseudorhombiques de la sodalite de la Somma et de la blende de Pontpéan (fig. 3).

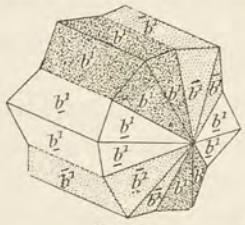


Fig. 3.
Salmiac de la Ricamarie.
Macle de trois individus.

Beaucoup plus rarement, on observe des cubes à faces planes ou en trémies, des octaèdres avec ou sans faces du cube et des rhombododécaèdres : ces derniers cristaux sont parfois aplatis parallèlement à une face cubique.

Enfin, plus rarement encore, le salmiac des environs de Saint-Étienne se présente en trapézoèdres a^2 (211), assez fréquemment squelettiformes et réduits à quelques-unes seulement de leurs faces.

Vosges. — [*Alsace*]. Des cristaux de salmiac ont été trouvés parmi les produits de la combustion des lignites d'Uttwiller.

La collection du Muséum possède de beaux échantillons de salmiac, qui ont la même origine, mais qui ont été produits artificiellement. La mine de lignite de Bouxwiller a été pendant longtemps exploitée pour la fabrication du sulfate de fer et de l'alun. Le lignite pyriteux disposé en tas était brûlé lentement (voir à *mélantérite*) ; après 12 à 18 mois de grillage, la masse était reprise par l'eau qui dissolvait tous les sels solubles. C'est dans le traitement de ces eaux mères que se sont formés les gros cubes que j'ai examinés ; les uns ont des faces planes et rappellent les cristaux de sel gemme des salines, alors que d'autres sont creusés en trémies et sont identiques aux cristaux du sel marin des marais salants ; ils sont colorés en brun par une matière organique bitumineuse.

GROUPE DE LA CÉRARGYRITE

Les minéraux de ce groupe sont les suivants :

Cérargyrite	Ag Cl
**Embolite*	Ag (Br, Cl)
Bromyrite	Ag Br
**Iodobromite*	Ag (Cl, Br, I)
**Iodyrite*	Ag I

Les quatre premières espèces sont cubiques, l'iodyrite est hexagonale et hémimorphe. Le tableau suivant donne les réactions pyrognostiques des chlorures, bromures et iodures d'argent, permettant aisément leur diagnostic différentiel.

	Cérargyrite	*Bromyrite*	*Iodyrite*
Dans le tube fermé.	Fusibles sans décomposition.		Fond, puis devient jaune orangé à chaud et reprend sa couleur jaune à froid.
Sur le charbon.	Fusibles en laissant un globule d'argent.		
		Dégage des vapeurs de brome.	Dégage des vapeurs d'iode.
Réactions générales.	Placés sur une lame de zinc humide, noircissent, puis donnent de l'argent qui prend l'éclat métallique par le frottement.		
Réactions spéciales.	Le minéral ajouté à une perle de sel de phosphore, saturée d'oxyde de cuivre colore la flamme en bleu d'azur.	Fondu avec du sel de phosphore dans un tube fermé, le minéral dégage : Des vapeurs jaune brun de brome.	Des vapeurs violettes d'iode.
Action de l'acide azotique.		Insolubles	
Action de l'ammoniaque.	Très facilement soluble.	Difficilement solubles.	

Dans les gisements français on ne trouve que la cérargyrite et la bromyrite.

CÉRARGYRITE

Ag Cl

Cubique.

Macles. Macles suivant a^1 (111).

Formes observées. p (100), a^1 (111).

Faciès. Les cristaux sont relativement rares. Le plus souvent, la cérargyrite est compacte et constitue des croûtes plus ou moins cristallines.

Clivages. Pas de clivages. Cassure conchoïdale.

Dureté. 1 à 1,5. Parfaitement sectile.

Densité. 5 à 5,55.

Coloration et éclat. Incolore, gris perle, jaune verdâtre; le minéral devient brun violet par exposition à l'air. Éclat résineux et adamantin. Transparent ou translucide.

Propriétés optiques. L'indice de la cérargyrite (Na) est 2,0611 (M. Wernicke).

Composition chimique. La composition correspondant à la formule Ag Cl est la suivante :

Cl....	24,7
Ag ...	75,3
	100,0

Altérations. La cérargyrite devient violette, puis noire par exposition à la lumière; par réduction complète elle donne de l'argent métallique. M. de Limur m'a communiqué un curieux échantillon de ce genre qui s'est produit accidentellement dans sa collection. Un fragment de cérargyrite de Huelgoat avait été placé sur une griffe de laiton; au bout de quelques années, celle-ci était couverte d'un enduit vert de chlorure de cuivre, et la cérargyrite a été transformée en une masse d'argent métallique.

Essais pyrognostiques et diagnostic. Voir page 771.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cérargyrite se trouve, avec divers autres minerais d'argent, surtout dans les parties superficielles de certains filons métallifères. Elle

y est d'origine secondaire; elle est souvent alors engagée dans de la limonite.

Bretagne. — *Finistère*. La cérargyrite a été trouvée à Huelgoat en petits cristaux cubiques à éclat très brillant, parfois associée à la bromyrite, dans les oxydes de fer terreux ou scoriacés dont il a été question page 480. Ce minéral semble avoir aussi existé, très finement divisé, dans les mêmes gangues dont la teneur en argent est souvent élevée. Les mines d'Huelgoat étant aujourd'hui fermées, ce minéral ne se rencontre plus que dans les vieilles collections.

Montagne Noire. — *Aude*. La cérargyrite paraît exister à l'état finement divisé dans la limonite du chapeau de fer d'oxydation des filons plombifères de la Caunette (voir page 499) : d'après les essais de M. Bernard, ces minerais renferment, en effet, une quantité très notable d'argent qui peut être en partie extraite par l'ammoniaque; il existe peut-être aussi des traces d'*iodyrite*. Ces minéraux ne sont pas discernables à l'œil nu.

Vosges. — [*Alsace*]. La cérargyrite a été trouvée autrefois en certaine abondance dans les filons argentifères de Sainte-Marie aux-Mines; elle est aujourd'hui très rare dans les collections. Le seul échantillon que j'ai vu est constitué par une masse compacte, recouvrant un fragment d'argile ferrugineuse; il a été donné au Muséum par Daubrée; ce minéral a été cité à Sainte-Marie en petits cubes confusément groupés.

Alpes. — *Isère*. La cérargyrite s'est rencontrée en assez grande abondance dans les filons argentifères de la montagne des Chalanches sous forme d'enduits ou de croûtes minces, associées à l'argent natif et surtout à l'asbolite argentifère qu'elle imprègne parfois (voir à *argent*). Schreiber l'a trouvé une fois en cubes nets.

BROMYRITE

Ag Br.

Cubique.

Formes observées. p (100), a^1 (111).

Faciès. Les cristaux sont rares, le minéral forme le plus souvent des masses compactes ou concrétionnées.

Clivages. Pas de clivages. Cassure inégale.

Dureté. 2 à 3. Sectile.

Densité. 5,8 à 6.

Coloration et éclat. Jaune vif, jaune d'ambre verdâtre, parfois vert olive par exposition à l'air. Éclat résineux à adamantin. Transparente à translucide.

Propriétés optiques. L'indice mesuré par M. Wernicke (Na) est 2,2533.

Composition chimique. La composition correspondant à la formule Ag Br est la suivante :

Br...	57,4
Ag...	42,6
	100,0

Essais pyrognostiques. Diagnostic. Voir page 771.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Bretagne. — *Finistère*. Les oxydes ferrugineux, caverneux du chapeau de fer des filons de Huelgoat ont fourni non seulement la cérargyrite dont il a été question p. 773, mais encore de jolis petits cristaux d'un vert olive de bromyrite. Ils ont été signalés pour la première fois par Berthier (*A. M.* XIX. 741. 1841). Les échantillons que j'ai examinés m'ont été communiqués ou donnés par M. Daubrée et par M. de Limur; leurs faces sont très brillantes; on observe p (001) avec ou sans a^1 (111).

Il est possible que certains de ces cristaux renferment du chlore et soient constitués par de l'*embolite*. La rareté de cette substance ne m'a pas permis de faire d'essais convaincants à cet égard, d'autant plus qu'elle est souvent associée à la cérargyrite.

CALOMEL

Hg Cl.

Quadratique.

$$b : h = 1000 : 1218{,}27. \quad D = 707{,}107.$$

$$[a : c = 1 : 1{,}72291 \text{ (Schrauf)}]$$

Clivages. Clivage suivant h^1 (100) et $b^{1/2}$ (111). Cassure conchoïdale.

Dureté. 1 à 2. Sectile.

Densité. 6.482.

Coloration et éclat. Blanc ou gris jaunâtre brun. Éclat adamantin très vif. Poussière blanc jaunâtre. Transparent ou translucide.

Propriétés optiques. Uniaxe et positif.

$$n_g = 2{,}60 \text{ (Senarmont)}$$
$$n_p = 1{,}96$$
$$n_g - n_p = 0{,}64$$

Composition chimique. La formule Hg Cl correspond à la composition suivante :

Cl...	15,1
Hg..	84,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, le calomel se volatilise sans fondre et se condense dans les parties froides. Chauffé avec de la soude, il donne des gouttelettes de mercure. Insoluble dans l'eau, soluble dans l'eau régale, noircit sous l'influence des alcalis.

Diagnostic. La forme, l'éclat, joints à la réaction dans le tube, avec la soude permettent aisément de distinguer le calomel.

Gisement incertain.

Corbières. — *Hérault.* D'après une note publiée dans le *Bulletin de la Société géologique* (IV. 367. 1837), le calomel aurait été trouvé dans les marnes tertiaires de Montpellier en petites veinules et en cristaux distincts dont la forme se rapportait à celle d'un prisme à base carrée modifiée sur ses bords. Je renvoie à cet égard à la discussion de la page 416 concernant le mercure natif de Montpellier.

FLUORINE

$Ca\,F^2$.

Cubique.

Macles. Macles par pénétration suivant a^1 (110) (fig. 1).

Formes observées. p (100); a^1 (111); b^1 (110); a^3 (311); b^2 (310); $t = (b^1\ b^{1/2}\ b^{1/4})$ (421); $w = (b^1\ b^{1/3}\ b^{1/7})$ (731).

Faciès. Les cristaux de fluorine sont en général normalement déve-

loppés ; les faces du cube présentent souvent des pyramides quadratiques très surbaissées dues à l'existence de cubes pyramidés très obtus. Parfois, la fluorine prend des formes cristallitiques allongées suivant un axe quaternaire ou un axe ternaire ; leurs faces sont alors généralement courbes (Romanèche).

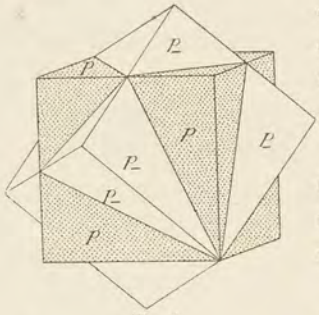


Fig. 1.
Fluorine. (Macle par pénétration.)

Il n'est pas rare de trouver des cubes ou des octaèdres à structure polysynthétique, rappelant les célèbres figures de décroissement d'Haüy (fig. 5).

Les faces des cristaux de fluorine présentent parfois des figures de corrosion correspondant à diverses formes et notamment à a^3 (311) et à b^3 (310).

La fluorine se présente aussi en masses clivables, à éléments plus ou moins gros, et en masses fibro-lamellaires généralement à grands éléments et à structure concrétionnée (fig. 2).



Fig. 2.
Fluorine fibrolamellaire concrétionnée.
(*Photographie d'un échantillon poli réduit au tiers environ.*)

Clivages. Clivages parfaits suivant a^1 (111), donnant souvent des surfaces gondolées ou mêmes hémisphériques.

Coloration et éclat. Incolore, jaune, verte, violette, parfois presque noire, bleue de différents tons, rarement rose ou rouge. Les variétés vertes et violettes sont les plus communes. La distribution du pigment coloré est souvent très inégale. Les sections des cristaux montrent alors des bandes alternativement colorées ou incolores (fig. 3). La fig. 3 reproduit la photographie microscopique d'une lame parallèle à p de la fluorine violette de Quincié. Les parties colorées sont noyées dans des plages incolores. Parfois un même échantillon offre les couleurs les plus diverses.

Quelques variétés présentent une fluorescence bleuâtre : les cristaux sont bleus par réflexion et verts par transparence.

Éclat vitreux très vif ; éclat parfois un peu nacré sur les lames de clivages. Poussière blanche.

Phosphorescence. La fluorine est phosphorescente après avoir été chauffée légèrement. Les couleurs de phosphorescence sont variées et indépendantes de la couleur propre du minéral. On a donné le nom de *chlorophane* aux variétés phosphorescentes dans les teintes vertes.

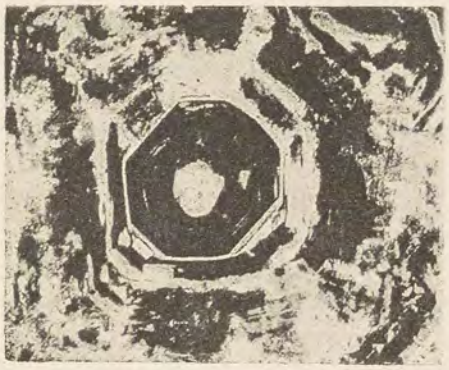


Fig. 3.

Photographie d'une lame mince de la fluorine violette de Quincié (parallèle à *p*), montrant l'inégale distribution de la matière colorante. (*Lumière naturelle, grossissement de* 25 *diamètres.*)

Propriétés optiques. L'indice de la fluorine pour les rayons jaunes est de 1,4339 (Sarrazin). Beaucoup de fluorines présentent des phénomènes nets de biréfringence. Les petits cristaux de fluorine du calcaire grossier supérieur (éocène moyen) de Paris montrent, en lumière polarisée parallèle, dans les sections parallèles aux faces cubiques, une biréfringence très faible. Il existe un cadre biréfringent entourant un centre monoréfringent ; l'extinction a lieu suivant les côtés de la face parallèlement auxquels se trouve disposé le plus petit indice de la section étudiée.

D'après M. Hussak, les phénomènes de biréfringence de la fluorine ne sont pas détruits à la température du rouge.

Propriétés électriques. Les angles et les arêtes des cubes de fluorine présentent des différences notables de potentiel électrique sous l'action de la chaleur et de la lumière.

Composition chimique. La formule CaF^2 correspond à la composition suivante :

F...	48,9
Ca..	51,1
	100,0

Dans les variétés colorées, il existe de petites quantités d'oxyde de fer et de manganèse. La coloration violette n'est toutefois pas toujours due à du manganèse, ainsi qu'en témoignent les essais faits sur la fluorine de Quincié dont la coloration violette est extrêmement intense. D'après M. Wyrouboff (*Bull. Soc. Chim.* V. 334. 1866), le pigment coloré habituel de la fluorine serait constitué par un mélange

de carbures d'hydrogène. Dans une fluorine verte du Beaujolais, il a trouvé 0,012 % d'un carbure renfermant C = 0,0095 et H = 0,0025 ; il existe aussi 0,0065 de Fe^2O^3.

MM. H. Becquerel et Moissan ont montré que la variété d'un violet presque noir de Quincié (*Rhône*), identique à *l'antozonite* de Wölsendorf en Bavière contient du fluor libre (*C. R.* CXI, 669. 1890). Cette fluorine, quand on la choque avec le marteau, dégage une odeur pénétrante, rappelant celle de l'ozone et du fluor ; cette particularité est due à la propriété que possède le fluor de décomposer l'air humide en dégageant de l'acide fluorhydrique et de l'oxygène ozonisé.

La fluorine de Quincié mouillée par une solution étendue d'iodure de potassium et d'empois d'amidon, puis examinée sous le microscope, dégage, quand on l'écrase, des bulles gazeuses autour desquelles se produit une coloration bleu intense, due à l'action sur l'amidon de l'iode mis en liberté. Le minéral, broyé avec du chlorure de sodium, dégage du chlore. Chauffé au rouge sombre, il se décolore, prend une teinte ocreuse et perd la propriété de dégager de l'ozone. Réduit en poudre et chauffé dans un tube de verre, il dépolit la surface interne de celui-ci.

La fluorine de Quincié, pulvérisée et absolument sèche, chauffée avec du silicium en poudre, dégage une odeur piquante, due à du fluorure de silicium qui, au contact de l'air, donne un résidu de silice. Enfin, le minéral, placé dans l'eau, donne au bout de quelque temps à celle-ci une réaction acide ; cette eau évaporée dans un verre de montre corrode ce dernier. Toutes ces réactions qui ne sont partagées par aucune autre fluorine prouvent que, dans la fluorine de Quincié, il existe une petite quantité de fluor libre.

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, la fluorine décrépite et devient phosphorescente. Au chalumeau, elle fond facilement en colorant la flamme en rouge, et en donnant un émail à réaction alcaline.

Fondue sur le charbon avec du gypse, elle se transforme en un verre transparent qui devient opaque par refroidissement.

Fondue avec du sel de phosphore dans un tube ouvert, elle donne des vapeurs qui corrodent le verre. Le minéral traité par l'acide sulfurique dégage des fumées d'acide fluorhydrique attaquant violemment le verre.

Altérations. La fluorine est légèrement soluble dans l'eau chargée de

bicarbonate de calcium; l'action des carbonates alcalins a pour résultat de la transformer en calcite; ce mode d'altération est sans doute celui qui a précédé la transformation de la fluorine en quartz. On verra plus loin que cette transformation quartzeuse de la fluorine n'est pas rare en France. Quand la fluorine est accompagnée de quartz, ce dernier minéral lui est postérieur; la disparition de la fluorine laisse des moules en creux de cubes ou d'octaèdres.

Diagnostic. La forme cristalline, les faciles clivages octaédriques, l'éclat vitreux, les réactions pyrognostiques et notamment la fusibilité (*spath fusible*), sont les propriétés caractéristiques de la fluorine qui ne permettent de la confondre avec aucun autre minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La fluorine est un minéral assez commun se présentant dans les diverses conditions suivantes :

1° Dans les roches éruptives et les schistes cristallins;
2° Dans des filons;
3° Dans des roches sédimentaires;
4° Dans des sources thermales.

1° *Dans les roches éruptives et les schistes cristallins.*

La fluorine se trouve rarement dans ces roches comme élément normal; le plus souvent, elle tapisse leurs fentes de cristaux nets et leur mode de formation peut être alors comparé à celui des filons. La fréquence de la fluorine dans la granulite fait cependant penser que dans beaucoup d'entre eux ce minéral est le résultat de fumerolles, en relation d'origine avec la roche qui les renferme.

Dans ces gisements, la fluorine est associée à du quartz, parfois à de la barytine et à quelques sulfures : pyrite, blende, galène.

Normandie. — *Orne*. Les granulites des carrières de Pont Percé en Condé sur Sarthe sont par places kaolinisées. Le kaolin y est traversé par des veinules d'un quartz gris, à éclat pierreux, parfois un peu gras; elles sont tapissées d'octaèdres réguliers de la même couleur, dépassant rarement 1 centimètre de plus grande dimension; ils constituent des pseudomorphoses de fluorine. Il est probable que la forma-

tion de la fluorine ainsi que celle de ces pseudomorphoses est contemporaine de la kaolinisation de la granulite.

La fluorine octaédrique verte se rencontre aussi dans les géodes de la granulite du même gisement, elle moule le quartz; elle y constitue du reste une rareté.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* Les fentes de la granulite des environs de Nantes (Miseri, la Contrie, Villeneuve-Lalande et Petit-Saint-Joseph en Chantenay), sont fréquemment tapissées de jolis cristaux de fluorine. A Miseri, ils sont incolores, blancs ou jaunâtres, souvent fournis par l'emboîtement à axes parallèles d'un grand nombre de cristaux plus petits; ils forment des enduits ou des croûtes sur de la fluorine compacte d'un violet foncé; celle-ci se résout au microscope en petits cubes. La fluorine est fréquemment recouverte par de la barytine crétée. Dans les fentes du gneiss de la carrière du Clos à Saint-Herblain, la fluorine se trouve en cubes violets avec ou sans petites facettes b^1 (fig. 4).

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* La granulite et les schistes granulitiques des environs de Luchon renferment parfois dans leur masse de la fluorine verte ou violette lamellaire [pont de Ravi, carrières du pont des Mousquères (avec érubescite) et de la Picadère].

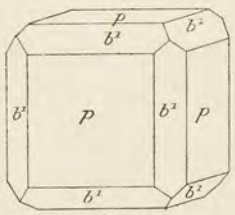


Fig. 4.
Fluorine.

Plateau Central. — *Ardèche.* De jolis cristaux de fluorine violette de la forme $p\ b^1$ (fig. 4), parfois épigénisés en quartz, ont été trouvés dans les fentes de la granulite sur la route d'Aubenas à Lazuel; des octaèdres violets du même minéral se trouvent avec cristaux de quartz dans les fissures des gneiss granulitiques de Saint-Laurent-les-Bains.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie.* La fluorine d'un beau rose constitue l'un des minéraux les plus intéressants et les plus recherchés des fentes de la protogine du massif du mont Blanc. Elle est connue dans un assez grand nombre de localités : Mer de Glace, Charmoz, Aiguille-Verte derrière le Dru, Glaciers du Talèfre, de Miage, d'Argentière (on y trouve aussi de la fluorine bleue), mais dans aucun d'entre eux le minéral ne se présente en abondance. Ses octaèdres réguliers sont implantés sur du quartz hyalin ou du quartz enfumé

et accompagnés de divers autres minéraux : prehnite, sphène, adulaire, etc.

Isère. Les fentes du granite de Pont-l'Évêque, près Vienne, sont localement tapissées par des cubes nets de fluorine violette.

2° *Dans des filons.*

La fluorine constitue, presque à elle seule, des filons dans lesquels elle est associée au quartz et à la barytine; elle y est localement exploitée comme fondant pour la verrerie ou la métallurgie. Dans beaucoup de cas, ces filons quartzofluorés sont en relation intime avec des filons concrétionnés plombifères ; il existe tous les passages entre ces deux catégories de filons de même qu'avec les gisements des arkoses triasiques dont il sera question page 792.

On trouve aussi la fluorine dans divers filons métallifères ferrugineux ou manganésifères.

a) *Dans des filons essentiellement fluorés.*

Je citerai ici quelques filons de fluorine paraissant indépendants de filons métallifères ou tout au moins dans lesquels les sulfures ne jouent qu'un rôle tout à fait subordonné; c'est sur quelques-uns de ces filons que des exploitations de fluorine ont été tentées.

Bretagne. — *Morbihan.* La fluorine octaédrique verte ou violette a été trouvée à Caden, près de Mélansac; une variété lamellaire a été exploitée pour l'empierrement des routes à Botcouarh, près Vannes : on l'a trouvée (a^1) à Saint-Avé, près la même ville.

De belles pseudomorphoses quartzeuses de ce minéral ont été recueillies par M. de Limur (*op. cit.* 4) à Luscannen et à Botcouarh. Les échantillons que ce savant a bien voulu me remettre atteignent parfois 3^{cm} de plus grande dimension; ils présentent la forme a^1 avec ou sans b^1.

Loire-Inférieure. M. Baret m'a signalé au coteau de Haute-Indre en Saint-Herblain l'existence d'octaèdres de fluorine, transformés en quartz : ils se trouvent dans un filon de quartz.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Un important gisement de fluorine a été découvert par Des Cloizeaux (*B. S. G.* XIX. 418.1862) dans

la prairie de Roumiga (commune espagnole de Salient) sur le chemin de Gabas à Penticosa et à 200 ou 300 mètres de la frontière. Le filon est essentiellement constitué par de la fluorine incolore; il traverse des schistes siliceux dont les fentes sont tapissées de cristaux de quartz et de fluorine cubique.

La fluorine de Roumiga est parfois assez limpide pour être travaillée. La collection du Muséum possède une lentille de 2 centimètres, 3 de diamètre, absolument limpide et sans défauts qui a été taillée dans un bloc de ce minéral. Les clivages octaédriques de cette fluorine sont souvent gauches et irréguliers.

C'est à la surface de l'un de ces cristaux et engagés dans sa masse que se trouvent, très rarement du reste, de petits cristaux de *topaze* qui seront étudiés dans le supplément de cet ouvrage.

Haute-Loire. La fluorine et la barytine se rencontrent dans les filons de la région de Langeac, de Paulhaguet signalés plus haut au sujet de la galène; beaucoup d'entre eux renferment ce dernier minéral en plus ou moins grande quantité, mais quelques-uns en sont à peu près dépourvus.

La fluorine est notamment exploitée à Barlet, à 7 kilomètres au sud de Langeac. Cette mine a fourni de magnifiques géodes de gros cristaux cubiques, verts de différents tons, parfois remarquablement limpides que j'ai pu examiner grâce à l'obligeance de M. Bouhard. Il n'est pas rare d'y trouver des groupements de cristaux rappelant les célèbres figures de décroissement d'Haüy et notamment des groupes de cubes conduisant à un édifice octaédrique (fig. 5). La fluorine de cette mine est remarquable par les variations de couleur (violacée, violette, rose, verte) que l'on trouve dans un même échantillon : ce gisement renferme en petite quantité de la stibine, de la bournonite, de la galène, etc.

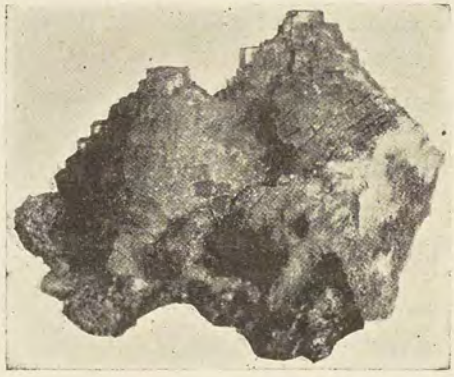


Fig. 5.

Cubes de fluorine constituant un groupement octaédrique. Langeac. (*Photographie un peu réduite.*)

On peut citer comme gisements ayant fourni de beaux cristaux de

fluorine souvent violette, verte ou incolore dans un même échantillon : les environs de Paulhaguet (la Tourette et Sainte-Marguerite, près Josat, Chavagnac, Aurouze), La Dérochade, la Besseyre, Saint-Haond. La forme octaédrique, avec ou sans p, domine ; les cristaux, parfois très nets, sont souvent englobés par du quartz ou de la barytine. A Aurouze, à la Tourette, etc., ils sont quelquefois pseudomorphisés en quartz ; ces gisements ont fourni de beaux échantillons de ces épigénies.

Charente. La fluorine d'un beau vert émeraude forme un filon dans les schistes cristallins du Vignaud en Saint-Germain de Confolens.

Puy-de-Dôme. L'un des gisements français de fluorine fournissant le plus de cristaux est celui de la Roche Cornet en Saint-Jacques d'Amburg. Ils sont octaédriques [avec b^1 (fig. 6) et parfois p] généralement verts, plus rarement violets ; ils atteignent jusqu'à 12 centimètres de plus grande dimension, leurs faces sont souvent ternes et courbes. Ces cristaux sont parfois formés par des interpénétrations à axes parallèles de plusieurs individus. Ils sont implantés sur un quartz jaunâtre se détachant en plaquettes et permettant aisément d'obtenir des échantillons de collection de très grande taille. Ils sont associés à de la barytine et englobés par de l'argile d'où il est facile de les isoler.

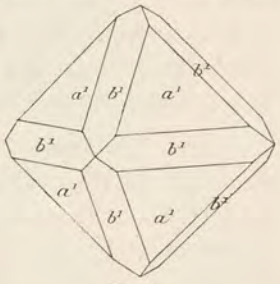


Fig. 6.
Fluorine. (Forme commune.)

Il existe aussi un autre type de cristaux de fluorine à la Roche Cornet : ce sont des cubes avec parfois de petites facettes d'hexoctaèdres : ils sont vert pâle, vert bleuâtre ou bleu de ciel et fréquemment de grande taille. Enfin plus rarement, on rencontre à la Roche Cornet des cristaux, $p\ b^1$, violacés, avec maximum de coloration sur les faces cubiques. Les cristaux de ce gisement sont quelquefois recouverts d'une pellicule quartzeuse.

Au sommet du village de Cornet, se trouvent parfois aussi, avec quartz et barytine, des cubes verdâtres de fluorine qui tapissent des cavités constituées par le même minéral. La fluorine fibrolamellaire est rare dans ce gisement. Le même minéral se rencontre encore à La Vernède (beaux cristaux cubiques jaune d'or).

Loire. Un grand filon de quartz et de barytine se trouve à Ambierle, aux roches de Monteneau : il renferme de la fluorine zonée

verte, violette ou rougeâtre (fig. 2), occupant son centre ; ce minéral est d'une abondance très variable.

Rhône. Un puissant filon de fluorine (verte et violette) a été exploité à Vauxrenard (il passe au-dessous du télégraphe de Chirouble), il renferme du quartz et de la barytine. A Juliénas, sur la route de la Chapelle-de-Guinchay, se trouve dans le granite un filon de fluorine dont les cristaux sont zonés de violet, de vert et de blanc.

Le granite de Lantigné est traversé par des filonnets de la fluorine cristallisée d'un violet presque noir, dégageant du fluor par le choc, dont il a été question page 778 (fig. 3).

A Doirieu, entre la Maison Blanche et Yzeron, la fluorine forme un filon dans le gneiss ; on y trouve de gros cubes brunâtres englobés dans la barytine. A Mercruy, les filons quartzeux de fluorine violette empâtent souvent des fragments du granite encaissant. Des filons de fluorine violette parfois mamelonnée se trouvent aussi à Vaux.

Allier. Les sources thermales de Néris sont en relation avec des filons de quartz, riches en fluorine et en barytine, qui traversent le granite. Ils sont surtout abondants au Nord-Est de la ville, l'un d'eux situé sur le chemin de Néris, à Serclier (au delà du ruisseau qui longe le Billoux), a même fait l'objet d'une exploitation. La fluorine de ces gisements est verte ou violette, ses cristaux (*p*) y atteignent 1 centimètre : elle se présente aussi en masses concrétionnées fibro-lamellaires dont les zones sont alternativement violettes, vertes ou blanches.

Sur le chemin de Néris, à Commentry, des recherches ont été faites autrefois sur des filons de fluorine violette dépourvus de barytine.

La collection du Muséum possède un magnifique échantillon de fluorine jaune en cubes atteignant 8 centimètres d'arête, et provenant d'un filon du même genre qui a été exploité à Capitan, près Cusset.

Des filons analogues coupent les micaschistes, le granite, la granulite et le permien de Commentry ; la barytine est souvent au centre du filon et la fluorine sur ses bords ; de semblables filons se trouvent aux Grivats, près Vichy.

Nièvre. Des filons de fluorine bleue avec quartz et parfois un peu de chalcopyrite se rencontrent aux environs de Luzy, d'autres ont été exploités à Las près Chides, au sud de Grury, à Alligny-en-Morvan, etc. Ceux de Las ont fourni de belles pseudomorphoses quartzeuses : à Grury, les lames de clivages sont souvent hémisphériques.

Saône-et-Loire. La fluorine verte ou violette (p dominante) se rencontre dans des filons de quartz à la Selle, Mesvres, Saint-Pierre-de-Varenne, la petite Verrière, etc. A Voltenne en Petite-Verrière, on



Fig. 7.

Fluorine de Voltenne montrant des zones d'accroissement différemment colorées.
(*Photographie réduite de moitié.*)

trouve parfois des octaèdres formés de couches alternativement violettes et incolores. La fig. 7 représente la coupe d'un échantillon de ce genre que m'a donné M. Stanislas Meunier.

Haüy a cité des rhombododécaèdres de fluorine, provenant d'un filon situé entre le Breuil et Charrecey, sur la route du petit Montcenis à Châlon (*op. cit.* II. 262.1801), ce gisement porte le nom de Chalancey (et non Chalucey comme l'a indiqué Dufrénoy).

Des pseudomorphoses quartzeuses de cristaux [p et a^1] de fluorine se trouvent dans beaucoup de filons de l'Autunois et notamment à la Boulaye en Roussillon, à la Petite Verrière.

Les filons de cette région donnent parfois de beaux échantillons de masses lamellaires dont les clivages sont très courbes (fluorine testacée) (Petite Verrière).

Vosges. — Le granite de Plombières est traversé par des filons de quartz renfermant de la fluorine verte en cristaux cubiques très nets, plus rarement en jolis rhombododécaèdres. Des filons analogues se

trouvent à Saint-Nabord. Au bas d'Herival (Cluse de la vallée des Roches), près de Val d'Ajol, existe un filon à structure bréchiforme renfermant du quartz, de la fluorine, puis de la barytine et de l'hématite; ces minéraux énumérés dans leur ordre de formation sont parfois cimentés par un jaspe rouge. La fluorine a quelquefois disparu, laissant des vides cubiques.

[*Alsace*]. Des filons quartzeux et barytiques riches en fluorine s'observent à Orschwiller et se prolongent à Bergheim et Ribeauvillé (notamment entre Saint-Hippolyte et Oberbergheim, derrière le château de Reichenberg et au Schlusselstein, près Ribeauvillé); ils renferment de la calcite et localement un peu de galène. La collection du Muséum possède de magnifiques cubes de fluorine d'un violet foncé provenant de ces derniers gisements; ils ont jusqu'à 1 centimètre, 5 de plus grande dimension et sont associés à de la barytine blanche lamellaire. Des filons analogues se trouvent aux environs de Trüttenhausen.

Alpes. — *Savoie*. Un filon de fluorine a été rencontré sur la rive gauche de l'Arc au sommet de la montagne du Rocheray-en-Maurienne.

Hautes-Alpes. C'est probablement d'un filon analogue que provient la fluorine en belles masses blanches ou gris de fumée de Roche Courbe, près la Grave.

Maures et Esterel. — *Var*. Des filons de quartz et de fluorine avec barytine se trouvent au hameau des Adrets, à l'Esterel, à Baume de Coutéon et enfin entre le vallon de Vaux et le château de Guignes.

b) *Dans les filons plombifères.*

La fluorine est une gangue fréquente des filons quartzeux plombifères, elle accompagne généralement la barytine. Je ne citerai que les filons ayant à ma connaissance fourni de beaux cristaux ou renfermant une très grande quantité de fluorine. Fréquemment, dans une région plombifère donnée, quelques filons seulement sont riches en fluorine à l'exclusion des autres, c'est ce qui a lieu notamment dans le Beaujolais.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. De beaux cubes de fluorine jaune

se trouvent dans les filons de galène de Géla, près d'Aragouet sur la frontière de l'Aragon.

Haute-Garonne. Le filon de galène de Moustajon, près Luchon, a pour gangue une fluorine compacte d'un blanc verdâtre : la fluorine a été trouvée aussi dans les filons pauvres en blende de la montagne de Cazarilh près Barcugnas, en face de la gare de Luchon (*Hautes-Pyrénées*).

Ariège. La fluorine se rencontre en petite quantité dans les filons de Laquorre et des Argentières, près Aulus.

Montagne Noire. — *Aude*. Les filons de Mas Cabardès et de Labastide Esparbeirenque, situés dans la partie sud de la Montagne Noire renferment des filons de quartz et de chalcopyrite qui contiennent de la fluorine.

Cévennes. — *Gard*. La fluorine de couleur très variée, blanche, rose, violette, etc., est très abondante dans les filons de galène, blende, etc., de Coste Durfort. Ce minéral s'y présente parfois en cubes.

Plateau Central. — *Tarn*. La fluorine n'est pas très abondante dans les mines de Peyrebrune, près Réalmont (voir à *galène*), mais elle s'y présente en magnifiques échantillons. Le minéral est généralement transparent, jaune d'or, jaune pâle, plus rarement bleuâtre ou verdâtre. La fluorine est très souvent recouverte de cristaux de quartz transparents ou d'une fine croûte quartzeuse brunâtre constituée par de très petits cristaux; on la trouve parfois aussi enduite de cristaux de calcite, de pyrite, etc.

Le gisement de Peyrebrune est celui qui, en France, fournit les plus beaux cristaux de fluorine, ils peuvent rivaliser avec ceux des gisements classiques du Cumberland et de Saxe. La collection du Muséum possède un magnifique échantillon mesurant $0^{m},55$ sur $0^{m},50$ qui lui a été donné par M. Soulages. Il est constitué par un amas de cubes de fluorine dont les arêtes dépassent 10 centimètres de plus grande dimension. Ces cubes sont zonés, alternativement incolores et gris de fumée avec une légère teinte superficielle violacée. De petits cristaux de quartz blanc laiteux les recouvrent.

Dans le filon, la fluorine est postérieure à la sidérose, elle est moulée par le quartz qui en renferme souvent des empreintes en creux.

Lozère. De très jolis cristaux de fluorine limpide ont été trouvés dans les filons plombifères de Villefort. Ils sont fréquemment associés

à de la chalcopyrite et recouvrent parfois le granite. Un même échantillon présente souvent de grandes variations de nuances d'un très joli effet : incolore, violet, vert pâle. La forme habituelle est le cube, avec parfois de très petites faces a^3 (311), b^3 (310).

Puy-de-Dôme. La fluorine en cubes jaunes atteignant 5 à 8 cm d'arête et souvent recouverte de cristaux de quartz se trouve dans les filons plombifères de la Goutelle, près Pontgibaud; on la rencontre aussi à Youx et Masboutin, près de Montaigut (cristaux cubiques jaunes ou violets).

Loire. La fluorine associée au quartz et à la barytine est l'une des gangues habituelles des filons plombifères traversant le terrain de transition de la Loire. On peut citer notamment les gisements suivants qui ont fourni de bons cristaux : Juré, Grézolles, Saint-Martin-la-Sauveté (beaux cristaux jaunes ou vert pâle), Saint-Julien-Molin-Molette (filons d'Etheize et de la Pauze, cristaux jaunes), Pont-la-Terrasse en Saint-Just en Doizieux. La forme habituelle de la fluorine de ces gisements est le cube. A Pont-la-Terrasse, de gros cubes de fluorine sont empâtés par le quartz ou recouverts d'une pellicule quartzeuse; ils renferment parfois à leur centre un cube de galène.

Rhône. La fluorine est abondante dans quelques-uns des filons concrétionnés plombifères des environs de Beaujeu et notamment dans ceux de Chenelette et des Ardillats. Celui de Montchonay en les Ardillats surtout, riche en panabase, a fourni de magnifiques groupes de fluorine verte dont les cubes atteignent 3 ou 4 cm d'arête. Ils sont parfois couverts d'une croûte d'oxyde de fer et saupoudrés d'aiguilles de cérusite. Toutes ces mines sont aujourd'hui abandonnées : sur leurs haldes, j'ai fréquemment recueilli des échantillons de quartz constituant des empreintes en creux de cubes de fluorine.

Allier. Des filons de quartz plumbobarytique renfermant de la fluorine se trouvent au moulin de la Rivière sur la rive gauche du Sichon, à 2 km. en amont de Cussel; de beaux échantillons de fluorine ont été trouvés aussi dans les filons de galène de la Prugne, près Nizerolles.

Indre. Aux environs de Saint-Benoît-du-Sault, sur le chemin de Chaillac aux Brosses (en Rossignol) se trouve un filon de barytine et de fluorine avec galène, chalcopyrite, etc.

Nièvre. La fluorine est l'une des gangues du filon quartzeux plombi-

fère de Chitry-les-Mines. Elle s'y est rencontrée en beaux cristaux cubiques.

Saône-et-Loire. Le filon de galène de Saint-Prix-sous-Beuvray est riche en fluorine cubique; le tunnel du Bois-Clair, près Cluny, a coupé des filonnets de quartz renfermant de la galène et de la fluorine en beaux cristaux cubiques.

Vosges. — *Haute-Saône.* La fluorine se trouve comme gangue dans les filons métallifères de Plancher-les-Mines, de Fresse, de Saint-Bresson, près de Faucogney, de Château-Lambert. Romé de Lisle a décrit (*Cristallogr.* III.) un magnifique échantillon de galène, supportant de gros cubes de fluorine, eux-mêmes recouverts de pyrite, puis de cristaux de calcite. Cet échantillon provenait de Plancher-les-Mines.

[*Alsace*]. La fluorine cubique de couleur généralement pâle se rencontre dans les filons de Sainte-Marie-aux-Mines et notamment dans les filons de Kleingrübendinn (fluorine verte, bleuâtre, incolore), de Saint-Guillaume Supérieur (fluorine rosée). La fluorine y est associée à la calcite au quartz, à la barytine et aux minerais argentifères et plombifères étudiés plus haut.

Le même minéral se trouve aussi en cubes dans les filons de Thann, de Schletzenbourg, du Schlüsselstein, etc.

Belfort. La fluorine est l'une des gangues fréquentes des filons plombocuprifères de Giromagny, du Puix (Gy) et d'Auxelle-Haut; elle s'y présente parfois en très beaux cristaux cubiques, offrant des couleurs variées, mais particulièrement les couleurs vertes, jaunes, parfois violettes, bleues.

La fluorine est souvent recouverte de cristaux de quartz qui la moulent; par disparition de la fluorine, il reste des vides cubiques dans lesquels sont souvent venus se déposer des cristaux de blende noire.

Alpes. — *Savoie.* La fluorine se trouve comme gangue de quelques filons plombifères des environs de Saint-Jean-de-Maurienne (Tannière de l'Ours); les cristaux sont cubiques.

Isère. La fluorine abonde dans les filons de galène d'Estressin, de Seyssuel, près Vienne. Elle y est associée à du quartz et de la barytine, de la blende, de la chalcopyrite; le cube est la forme dominante; les couleurs sont extrêmement variées.

Hautes-Alpes. La fluorine cubique se rencontre dans les filons de galène de Chazelet, près La Grave.

Maures. — *Var*. On trouve ce minéral dans les filons de galène et de blende de la mine de Vaucron, près la Garde-Freinet (avec barytine et quartz) et dans ceux de Faucon l'Argentière, près Gogolin. Des filons presque purs y ont été exploités pour fondant.

Corse. Les filons de galène de l'Ile Rousse renferment de la fluorine verte parmi leurs gangues.

Algérie. — *Constantine*. Les mines de galène de Gar Rouban sont riches en fluorine qui, dans les géodes, forme parfois de beaux cristaux cubiques limpides et incolores.

Tunisie. — La fluorine se trouve avec panabase, cinabre, etc., au Djebel-Oust, près Zaghuan.

Congo. — J'ai trouvé de très petits cubes jaunes de fluorine implantés sur la dioptase de Mindouli. Ce minéral paraît être une rareté dans ce gisement, car je ne l'ai observé que sur un seul des très nombreux échantillons que j'ai eus entre les mains (Voir à *dioptase*, tome I. 260).

c) *Dans les filons ferrifères et manganésifères.*

Plateau Central. — *Tarn*. Des cristaux cubiques de fluorine d'un blanc verdâtre ont été signalés dans un filon d'hématite à Brassac et dans celui de Kaïmar, près Lunel; dans ce dernier gisement il existe, en outre, de la barytine dans la gangue quartzeuse.

Cévennes. — *Gard*. De beaux cristaux de fluorine ont été rencontrés dans le gisement de pyrite de Saint-Julien-de-Valgalgues; ils sont associés aux cristaux de calcite qui seront étudiés dans le tome III.

Rhône. J'ai recueilli autrefois sur les haldes de l'ancienne mine de magnétite, de Lantigné, près Beaujeu, un échantillon de fluorine jaunâtre dont la forme mérite d'être signalée.

Les cristaux ont environ 8^{mm} de plus grande dimension; la forme dominante est le cube, presque toujours accompagné du trapézoèdre a^3 (311) à faces brillantes, et souvent de deux hexoctaèdres dont les faces sont au contraire courbes et ne peuvent se mesurer avec précision; il

est cependant peu douteux que ce ne soient les formes $t = (b^1\, b^{1/2}\, b^{1/4})$ (421), et $m = (b^1\, b^{1/3}\, b^{1/7})$ (731).

Saône-et-Loire. La fluorine abonde dans les filons manganésifères de Romanèche, elle y sert de gangue à la psilomélane, elle est violette et parfois verte. Les géodes y sont peu abondantes contenant des cubes nets et des cristaux octaédriques, formés le plus souvent par la réunion de petits cubes. Ces octaèdres sont donc construits comme ceux représentés par la figure 5 (page 782), mais leurs éléments constitutifs sont plus petits, de telle sorte que leur nature polysynthétique n'est souvent révélée que par des quadrillages ou des escaliers sur leurs faces.

Leymerie a signalé dans ce gisement des cristaux en rhombododécaèdres (*B. S. G.* IX. 279. 1838) que je n'y ai pas rencontrés.

A côté de cette fluorine de formation ancienne, rarement en cristaux distincts, se trouve une autre venue plus récente du même minéral. Elle est toujours en cristaux généralement incolores et limpides, parfois teintés de jaune ou de rouge (dans les gangues ferrugineuses). Ces cristaux de fluorine sont toujours des cubes; parfois ils présentent de petites facettes t (421), des cubes pyramidés, b^3 (310), ou d'autres formes très obtuses qu'il n'est pas possible de déterminer avec précision. Ces cristaux sont presque toujours déformés, trois de leurs faces aboutissant à un axe ternaire sont normalement développées, mais courbes, le reste du cristal est cristallitique et souvent réduit à un long pédoncule par lequel le cristal est attaché à sa gangue. Ces cristaux ressemblent à ceux de galène, de sel gemme et de salmiac qui ont été décrits plus haut. Ils sont implantés dans les géodes de psilomélane, de limonite; ils sont quelquefois associés à du quartz ou implantés sur de la fluorine ancienne corrodée dont ils ne possèdent jamais la couleur.

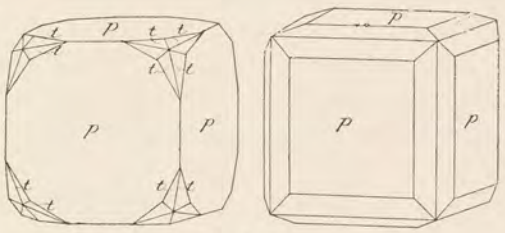


Fig. 8 et 9.
Fluorine de Romanèche.

Vosges. — [*Alsace*]. M. Carrière a signalé comme rareté l'existence de cristaux de fluorine bleuâtre dans les géodes de dolomie ferrifère de Framont (mines de Grandfontaine). Ce sont des cubes, avec ou sans b^3 (310).

Jura. — Un filon ferrugineux riche en fluorine et barytine se trouve à Chaillac.

3° *Dans les assises sédimentaires.*

La fluorine se rencontre dans quelques roches sédimentaires, où elle paraît résulter de la concentration des traces de fluorures contenues dans la masse de la formation. Dans d'autres cas, le même minéral se trouve exclusivement dans des fentes et paraît avoir une origine filonienne, c'est le passage aux filons concrétionnés.

a) Dans les assises paléozoïques.

Anjou. — *Maine-et-Loire.* De jolis échantillons de fluorine, d'un violet foncé ont été trouvés dans les filonnets de calcaire spathique qui sillonnent les calcaires dévoniens des environs d'Angers, de la Meignanne (carrière de la Rocanne), de Liré, etc.

Ardennes. — La fluorine violette et parfois blanche a été signalée dans le calcaire carbonifère de Givet. M. Gosselet me l'a indiquée dans les calcaires givetiens et frasniens de Trélon.

b) Dans les assises triasiques et jurassiques.

Poitou. — *Vienne.* De jolis cristaux de fluorine cubique accompagnent des mouches de galène dans les calcaires jurassiques de Sauxais près Poitiers.

Plateau Central. — Les arkoses triasiques de tout le Plateau Central et de ses annexes sont fréquemment sillonnés par des fentes que tapissent de jolis petits cristaux cubiques de fluorine, associés à de la barytine, de la galène, de la blende, du quartz; ces minéraux imprègnent même parfois la masse de l'arkose.

Le mode de formation de ces cristaux est comparable à celui des filons quartzeux si nombreux que l'on trouve dans la même région et qui sont pour la plupart d'âge triasique.

Ces imprégnations minérales peuvent être considérées comme de véritables filons avortés.

De bons types de cette catégorie de gisements de fluorine dans les arkoses triasiques se trouvent dans le Morvan (*Nièvre, Saône-et-Loire, Yonne, Côte-d'Or*), Fragny, les Groliers en Antully (*Saône-et-Loire*)

environs d'Avallon (*Yonne*), Sainte-Sabine (*Côte-d'Or*), Serre-les-Moulières (*Jura*), etc., de même aussi que sur le revers ouest et sud-ouest du Plateau Central (Bressuire, Saint-Maixent (*Deux-Sèvres*). Les formes des cristaux sont simples; ce sont le cube avec l'octaèdre et le rhombododécaèdre réduits à de petites facettes.

Des cubes jaunes de fluorine ont été trouvés aussi dans les fentes du calcaire à gryphées de Courcelle Fremoy en Auxois (*Côte-d'Or*).

Vosges. — La collection Daubrée renferme de petits cubes violets de fluorine associés à du calcaire dolomitique dans une géode du grès rouge de Robache près Saint-Dié.

Alpes. — *Savoie*. L'anhydrite du glacier de Gebroulaz (roc du Soufre près du chalet du Saut) renferme de la fluorine blanche ou violette en cubo-octaèdres de 7 à 8 millimètres, associés au gypse lamellaire, à la sellaïte, au soufre, à la célestine, au quartz et à l'albite.

c) Dans les assises crétacées.

Alpes. — *Haute-Savoie*. Les calcaires urgoniens de l'extrémité septentrionale du Salève, de la côte d'Etrembières près du Trou de Tanabara renferment dans leurs cavités de jolis cristaux incolores ou jaunes de fluorine de forme variée p, $p\ b^1$, $p\ a^1$, $p\ a^2$, ils ont été signalés autrefois par Soret (*Mem. Soc. phys.*, Genève. II. 476. 1822).

d) Dans les assises tertiaires.

Bassin de Paris. — *Seine*. La fluorine se rencontre en très jolis cubes incolores ou plus souvent jaunâtres dans les géodes de cristaux de calcite [e^1 ($02\bar{2}1$)] qui abondent à la partie supérieure du calcaire grossier (lutétien) de Paris et de ses environs immédiats. On verra dans le tome III, à l'article *gypse*, que ces agrégats minéraux résultent de la pseudomorphose de couches de gypse sur le bord de la vallée de la Seine. Le premier gisement où ce minéral ait été trouvé est le Marché aux chevaux, à côté du Jardin de Plantes; on l'a rencontré ensuite en beaux cristaux à Neuilly, à Gentilly, à Arcueil, etc. Les cristaux sont souvent formés de plusieurs cubes emboîtés à axes parallèles; ils sont, soit implantés sur les rhomboèdres de calcite, soit englobés dans une masse miarolitique et fragile de calcite. Ils ne dépas-

sent guère 2 millimètres et offrent généralement des phénomènes de biréfringence fort nets; ils sont accompagnés de quartz hyalin, recouvert de lutécite.

Seine-et-Oise. Les caillasses d'Herblay renferment des cristaux de fluorine jaune pâle, tout à fait identiques à ceux de Paris.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* M. Barret (*Géol. du Limousin.* 158) signale l'existence de fluorine violette granulaire ou cristallisée et de calcédoine dans le ciment d'un conglomérat (oligocène?) de Morterolles.

e) Dans les calcaires métamorphiques.

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* Les calcaires jurassiques de Rié à Saint-Béat, métamorphisés au contact des ophites et transformés en marbre blanc, renferment de petits nodules verts bordés de violet, à structure finement compacte ou grenue dans laquelle on constate au microscope une composition complexe; la partie verte est colorée par de la fuchsite, la bordure violette par de petits cubes de fluorine mélangés à du rutile, de l'albite, de l'apatite, de la pyrite, du quartz et de la calcite. La fluorine est postérieure à tous ces minéraux et les moule.

4° Dans les sources thermales.

Vosges. — Parmi les nombreux minéraux néogènes observés par Daubrée dans le puisard de la source thermale de Plombières (voir à *chabasie*), il y a lieu de citer la fluorine qui y forme des enduits pulvérulents blancs ou violacés tapissant des cavités du béton romain. Dans les griffons de la source, le même savant a vu des fragments brisés de quartz et de fluorine ressoudés par de petits cubes peu cohérents de fluorine de formation actuelle.

SELLAÏTE

Mg F

Quadratique.

$b : h = 1000 : 834{,}755$. $\quad D = 707{,}107$

$[a : c = 1 : 0{,}65963$ (Sella)].

Formes observées : m (110), h^1 (100), h^3 (210), h^5 (320) ;
a^1 (101), $a^{5/6}$ (605), $a^{2/5}$ (502), $a^{1/3}$ (301) ;
b^1 (112), $b^{4/5}$ (558), $b^{2/3}$ (334), $b^{1/2}$ (111), $b^{1/4}$ (221), $b^{1/10}$ (551) ;
$\alpha = (b^{1/3}\ b^{1/2}\ h^{1/5})$ (525) ; $\varepsilon = (b^{1/7}\ b^{1/10}\ h^{1/3})$ (733) ; $\delta = (b^{1/5}\ b^{1/13}\ h^{1/4})$ (944) ; $\beta = (b^1\ b^{1/3}\ h^{1/2})$ (212) ; $\gamma = (b^1\ b^{1/5}\ h^{1/3})$ (323) ; $\tau = (b^1\ b^{1/8}\ h^1)$ (972).

Les angles suivants ont été mesurés par M. Q. Sella (*op. cit.*) qui signale en outre quelques faces arrondies voisines de la zone prismatique (17.5.1), (16.5.1) et (971).

	Angles calculés	Angles observés
$m\ h^1$	135° 0′	
$m\ h^3$	161°34′	161°34′
$m\ h^5$	168°41	168°39′
$a^1\ a^1$ sur p	113°11′	
$a^{5/6}\ a^{5/6}$ sur p	103°17′	
$a^{2/5}\ a^{2/5}$ sur p	62°28′	
$a^{1/3}\ a^{1/3}$ sur p	53°27′	
$b^1\ b^1$ sur p	130° 0′	
$b^{4/5}\ b^{1/2}$	167°14′	167°10′
$b^{2/3}\ b^1$	171°58′	171°59′
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur p	93°59′	
$b^{1/2}\ b^{1/4}$	161°12′	
$b^{1/2}\ b^{1/10}$	145° 7′	145° 1′
$b^{1/2}\ \alpha$	163°35′	163°30′
$b^{1/2}\ \beta$	166°33′	166°29′
$b^{1/2}\ \gamma$	171°19′	171°20′
$h^1\ \varepsilon$	142° 6′	142°10′
$h^1\ \delta$	141° 6′	141° 0′
$m\ \tau$	163°32′	163°35′

Faciès des cristaux. La sellaïte ne se rencontre qu'en cristaux allongés suivant l'axe vertical et parfois un peu fibreux.

Déformations mécaniques. Les cristaux de sellaïte sont souvent brisés et un peu tordus par suite de l'augmentation de volume de l'anhydrite incluse dans le minéral et postérieurement transformée en gypse.

Clivages. Clivage parfait suivant m (110) et h^1 (100).

Dureté. 5.

Densité. 2,972 (Strüver) à 3,15 (Sella).

Coloration et éclat. Incolore. Éclat vitreux très brillant. Transparente ; opaque quand les cristaux renferment des inclusions de gypse ou de soufre.

Propriétés optiques. Uniaxe et positif. Les indices ont été mesurés par M. Sella et par Mallard (*B. S. M.* XI. 303. 1888).

	Sella	Mallard
$n_g =$	1,3897	1,389
$n_m =$	1,3780	1,379
$n_g - n_p =$	0,0117	0,010

La sellaïte est de tous les minéraux connus le moins réfringent.

Composition chimique. La formule Mg F correspond à la composition donnée en *a*).

b) Analyse de la sellaïte de Gebroulaz, par M. Sella (*op. cit.*).

	a)	*b*)
Mg.....	38,6	38,42
Fe.....	61,4	61,58
	100,0	100,00

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, la sellaïte fond en se gonflant. Insoluble dans l'eau et les acides, sauf l'acide sulfurique qui détermine un dégagement d'acide fluorhydrique.

Diagnostic. La sellaïte pourrait être confondue avec le dipyre à cause de sa forme, de sa couleur et de son mode de gisement à comparer à celui du dipyre pyrénéen. Elle s'en distingue par ses clivages faciles, son signe optique, sa densité et le dégagement d'acide fluorhydrique qu'elle donne par traitement à l'acide sulfurique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Alpes. — *Savoie.* La sellaïte a été trouvée par M. Strüver sur un échantillon d'anhydrite de la collection de l'École des Ingénieurs au Valentino de Turin et indiqué comme provenant des Allues (glacier de Gébroulaz) près Moutiers (*Att. R. Accad. Torino* 35. 1869 et XII. 59. 1876) ; ce n'est qu'en 1887 que M. A. Sella, le fils de l'illustre minéralogiste auquel ce minéral est dédié, put le retrouver en place (*Accad. Lincei* CCLXXXIV. 1887) ; il l'a rencontré au glacier de Gébrou-

laz près du Chalet du Saut, là où le commencement de la moraine forme une cime plus élevée (Roc du soufre).

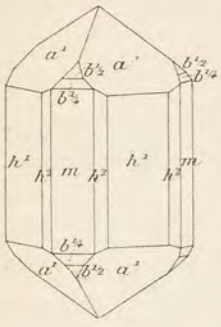


Fig. 1.
Sellaïte de Gebroulaz.

La sellaïte se trouve dans l'anhydrite avec des cristaux de dolomie, de la giobertite (voir tome III) du soufre, de la fluorine, de l'albite, du quartz et de la célestite ; elle est parfois engagée dans le soufre.

Les cristaux de sellaïte sont de petite taille, allongés suivant l'axe vertical, parfois fibreux ; ils sont souvent brisés ne présentant que mh^1, h^3 ; la combinaison de formes la plus commune est h^1 m a^1 et $b^{1/2}$, avec prédominance de a^1 sur $b^{1/2}$ (fig. 1). Les autres formes sont associées aux précédentes, généralement en petit nombre sur un même cristal.

ATACAMITE

$Cu^2\,Cl\,H^3\,O^3$

Orthorhombique $mm = 113°3'$.

$b : h = 1000 : 626{,}840$. D $= 834{,}130$. $d = 551{,}577$

[$a : b : c = 0{,}66126 : 1 : 0{,}75149$ (Zepharovich-Klein)]

Macles. Macles suivant m (110).

Formes observées. m (110), e^1 (011).

Les angles suivants ont été mesurés sur de petits cristaux de la vallée du Diahot.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés		Angle calculé
mm	113° 3′	113° 0′	*e^1 e^1 sur p	106° 9′	106° 4′	*e^1 $b^{1/2}$	137°45′

Faciès des cristaux. Les cristaux d'atacamite sont allongés suivant l'axe vertical, leurs faces prismatiques sont striées parallèlement à leur intersection mutuelle. L'atacamite se présente plus souvent sous forme d'agrégats cristallins, constitués par des aiguilles enchevêtrées, ou en masses fibreuses, granulaires, enfin sous forme de sable cristallin.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait. Traces de clivages difficiles suivant a^1 (101). Cassure conchoïdale.

Dureté. 3 à 3,5. Fragile.

Densité. 3,75 à 4,31.

Coloration et éclat. Vert de diverses nuances, allant du vert émeraude presque noir au vert clair. Éclat adamantin ou vitreux. Poussière vert pomme. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë négative (*np*) perpendiculaire au clivage g^1 (010). Dispersion $\rho < \nu$.

2 H = 91° 50′ rouge, 94° 11′ jaune, 100° 23′ bleu (Chili) Dx.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est faible dans les teintes vertes :

n_g = vert d'herbe
n_m = vert jaunâtre
n_p = vert d'herbe plus pâle

Composition chimique. La formule $Cu^2\,Cl\,H^3O^3$, correspond à la composition suivante :

Cl	16,6
Cu	14,9
CuO	55,8
H^2O	12,7
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, dégage de l'eau et donne un sublimé gris. Sur le charbon, fond en colorant la flamme en bleu azur (feu oxydant) bordé de vert, donne un enduit brun et un autre vert, qui au feu réducteur se volatilise en colorant la flamme en bleu azur. Quand la réduction est complète, on obtient un bouton de cuivre métallique.

Facilement soluble dans les acides.

Diagnostic. L'atacamite peut être au premier abord confondue avec la malachite ou la brochantite. Elle s'en distingue aisément, au chalumeau, par la couleur bleu d'azur qu'elle communique à la flamme qui est au contraire colorée en vert émeraude par les deux autres minéraux. Elle se dissout dans l'acide azotique sans effervescence (distinctif ou avec de la malachite) ; sa dissolution dans les réactions de chlore (distinctif ou avec de la brochantite dont la solution donne de l'acide sulfurique). Les propriétés optiques sont aussi différentes dans ces divers minéraux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'atacamite accompagne d'autres minéraux cuprifères et, comme eux, résulte de la décomposition de sulfures cuivreux; on l'a trouvée aussi comme produit récent formé dans des sources thermales.

a) Dans les filons cuprifères.

Nouvelle-Calédonie. — L'atacamite ne se trouve pas dans les gisements cuprifères continentaux français, elle a été rapportée de la Nouvelle-Calédonie où elle accompagne dans la mine Pilou, la malachite, la chessylité, etc. Les échantillons que j'ai étudiés sont constitués par des masses très cristallines à structure miarolitique dans les cavités desquelles s'isolent de petits cristaux allongés suivant l'axe vertical et ne présentant que les faces *m* (110) et e^1 (011).

b) Dans les sources thermales.

Champagne. — *Haute-Marne.* Dans le puisard des sources thermales de Bourbonne-les-Bains dont il a été question à l'article *panabase*, Daubrée a trouvé des enduits cristallins verts d'atacamite formés à la surface des tuyaux de bronze ayant servi à capter la source à l'époque romaine.

TABLE DES MATIÈRES

DU DEUXIÈME VOLUME

A

Adulaire..... 26, 66
Aikinite..... 708
Alabandite..... 542
Albine..... 345
Albite..... 138
Allemontite..... 383
Alloclasite..... 664
Amphigène (leucite)..... 3
Amalgame..... 413
Analcime..... 281
Andésine..... 174
Anglarite..... 693
Anorthite..... 192
Anorthose..... 114
Apophyllite..... 345
Antimoine..... 384
Antimoine natif arsénifère (allemontite)..... 383
Antimoine sulfuré (stibine)..... 447
Antozonite..... 778
Argent..... 405
Argent antimonial (discrasite). 465
— chloruré (cérargyrite).. 772
Argents rouges (Groupe des).. 710
Argent sulfuré (argyrite)..... 504
Argent vitreux (argyrite)..... 504
Argyrite..... 509
Argyrythrose (pyrargyrite)... 715
Arite..... 559
Arsenic (Groupe de l')..... 380
Arsenic sulfuré jaune (orpiment) 444
— — rouge (réalgar). 439
Atacamite..... 797

B

Balkeneisen..... 396
Bandeisen..... 396
Barégine..... 369
Berthiérite..... 692
Béryl..... 8
Bismuth..... 386
— sulfuré (bismuthinite). 459
Bismuthinite..... 459
Blende..... 520
Bornite (érubescite)..... 673
Bort..... 353
Boulangérite..... 695
Bournonite (Groupe de la). .. 699
Breithauptite..... 559
Brewsterite..... 292
Bromyrite..... 773
Bytownite..... 192

C

Calomel..... 774
Carbonado..... 353
Cémentite..... 469
Cérargyrite (Groupe de la).... 771
Chabasie..... 324
Chalcomorphite..... 351

Chalcopyrite..... 678
Chalcosite..... 512
Chazellite..... 693
Chloanthite..... 632
Christianite (Groupe de la).... 296
Cinabre..... 547
Cobalt arsenical (smaltite)..... 629
Cobalt gris (cobaltite)..... 635
Cobaltite..... 635
Cohenite..... 469
Covellite..... 552
Cuivre..... 400
Cuivres gris (Groupe des).... 719
— — panaché (érubescite)..... 673
Cuivre sulfuré (chalcosite).... 542

D

Danaïte..... 664
Desmine (stilbite)..... 312
Diamant..... 353
Dipyre..... 204
Disomose (gersdorffite)..... 637
Dyscrasite..... 465

E

Électrum..... 418
Émeraude (béryl)..... 9
Érubescite..... 673
Étain..... 388

F

Fahlerz (panabase)..... 719
Feldspaths (Groupe des)..... 23
Feldspaths monocliniques..... 64
Feldspaths tricliniques..... 113
Fer (Groupe du)..... 391
Fer arsenical (löllingite)..... 660
Fer nickelé..... 395
Fer sulfuré (pyrite)..... 572
Fer sulfuré (marcasite)..... 641
Fluorine..... 775
Fournetite..... 728
Freibergite (panabase)..... 719
Freieslebenite (Groupe de la).. 695
Fülleisen..... 396

G

Galène (Groupe de la)..... 471
Gersdorffite..... 637
Gismondine..... 321
Glairine..... 369
Gonnardite..... 279
Graphite..... 355
Graphitite..... 355
Greenockite..... 545

H

Halite..... 743
Harkise (millerite)..... 554
Harmotome..... 309
Heulandite (Groupe de la).... 287
Homichlin..... 679
Hydronéphélite..... 261
Jamesonite..... 697

K

Kamacite..... 396
Kermésite..... 739
Kryptoperthite..... 69

L

Laumonite (laumontite)..... 338
Laumontite..... 338
Labradors..... 184
Leucite..... 3
Leucopyrite..... 660
Leucoxène (sphène)..... 254
Löllingite..... 660

M

Magnetkise (pyrrhotite) 561
Manganèse sulfuré (alabandite) 542
Marcasite (Groupe de la)..... 641
Martourite..... 693
Mercure..... 414
— argental (amalgame) ... 413
— chloruré (calomel)..... 774
— sulfuré (cinabre)..... 547
Mésole (thomsonite)..... 258
Mésolite..... 276
Mésotype..... 263
Microcline..... 118
Millerite (Groupe de la) 554
Mispickel..... 663
Molybdénite..... 461

N

Natrolites (Groupe des)..... 262
Nickel antimonial (breithauptite) 559
Nickel arsenical (chloanthite).. 632
Nickel antimonié sulfuré (ullmannite)..... 639
Nickel sulfuré (millerite)..... 554
Nickelite..... 555

O

Offrétite..... 336
Oligoclases..... 169
Or..... 418
Orpiment..... 444
Orthose..... 64

P

Panabase..... 721
Péricline..... 140
Phacolite (chabasie)..... 324
Phillipsite (christianite)..... 296
Phillipsite (érubescite) 673
Pictite (sphène)..... 235, 239
Plagioclases..... 127
Plombiérite..... 349
Platine..... 389
Plessite..... 396
Plomb..... 405
— sulfuré..... 471
Plumbéine..... 474
Proustite..... 711
Pyrargyrite..... 715
Pyrite (Groupe de la)..... 572
— magnétique (pyrrhotite). 561
Pyrrhotite..... 561

R

Réalgar..... 439
Rhabdite..... 467

S

Salmiac..... 767
Sanidine (orthose)..... 64
Scapolite..... 232
Schreibersite..... 467
Scolécite..... 272
Seebachite (chabasie)..... 325
Sel ammoniac (salmiac)..... 767
Sel gemme..... 743
Sel marin..... 743
Sellaïte..... 795
Séméline (sphène)..... 234
Smaltite..... 629
Soufre..... 363
Spath fluor (fluorine)..... 775
Sperkise (marcasite)..... 641
Sphalérite..... 520
Sphène..... 235
Spinthère (sphène)..... 240
Stibine..... 447
Stilbite..... 312
Stromeyerite..... 517

T

Tænite 396
Tellure 379
Tennantite 737
Tetraédrite (panabase) 721
Thomsonite 258
Titanite (sphène) 233
Titanomorphite (sphène) 254
Troïlite 561

U

Ullmannite 639

V

Voltzite 741

W

Wernérites (Groupe des) 203
Wurtzite (Groupe de la) 544

X

Xanthitane 237
Xanthoconite 717

Z

Zéolites 255
Zéolites alumineuses 258
Zéolites non alumineuses 345
Zinc sulfuré 520
Zinkenite (Groupe de la) 690

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

AVIS AU LECTEUR

Le premier fascicule du tome III et dernier paraîtra à la fin de l'année 1898.

Il comprendra les *oxydes*, les *hydroxydes*, les *azotates* et les *carbonates*.

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS

Paris, 15, rue des Saints-Pères. — Liège, 21, rue de la Régence.

EXTRAIT DU CATALOGUE

Les enclaves des roches volcaniques, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° de 710 pages avec 35 figures dans le texte, 8 planches en couleur (représentant 96 préparations microscopiques) et index géographique.

Cet ouvrage, tiré à un petit nombre d'exemplaires et mis en vente à 30 fr. (1893), est sur le point d'être épuisé..... 40 fr.

Minéralogie de la France et de ses colonies, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. Tome I, grand in-8° de xx-723 pages avec nombreuses figures dans le texte..... 30 fr.
Tome II, grand in-8° de 804 pages avec nombreuses gravures dans le texte..... 30 fr.
Tome III, 1er fascicule (en préparation)..... 15 fr.

Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 23 figures dans le texte et 3 planches..... 6 fr. 75

Les Minéraux des roches. 1° Application des méthodes minéralogiques et chimiques à leur étude microscopique, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 2° Données physiques et optiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte et une planche en couleur..... 12 fr. 50

Tableaux des minéraux des roches. Résumé de leurs propriétés optiques, cristallographiques et chimiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix, 1 volume in-4, relié. 6 fr.

Structures et classification des roches éruptives, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 1 volume grand in-8°..... 5 fr.

Étude sur la détermination des feldspaths dans les plaques minces au point de vue de la classification des roches, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines.
1er fascicule, 1 volume grand in-8°, avec 23 planches en couleur..... 7 fr. 50
2e fascicule..... 7 fr. 50

Traité de Minéralogie à l'usage des candidats à la licence ès sciences physiques et des candidats à l'agrégation des sciences naturelles, par Wallerant, professeur à la Faculté des sciences de Rennes. 1 volume grand in-8° avec 341 figures dans le texte..... 15 fr.

Traité des gîtes minéraux et métallifères. Recherche, étude et conditions d'exploitation des minéraux utiles. Description des principales mines connues. Usages et statistique des métaux. Cours de géologie appliquée de l'École supérieure des mines, par Ed. Fuchs, ingénieur en chef des mines, professeur à l'École supérieure des mines, et De Launay, ingénieur des mines, professeur à l'École supérieure des mines. 2 volumes grand in-8° avec de nombreuses figures dans le texte et 2 cartes en couleur. Relié 60 fr.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

Le

Chagrin rouge
tête dorée

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS

Paris, 15, rue des Saints-Pères. — Liège, 21, rue de la Régence.

EXTRAIT DU CATALOGUE

Les enclaves des roches volcaniques, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° de 710 pages avec 35 figures dans le texte, 8 planches en couleur (représentant 96 préparations microscopiques) et index géographique.

Cet ouvrage, tiré à un petit nombre d'exemplaires et mis en vente à 30 fr. (1893), est sur le point d'être épuisé..... 40 fr.

Minéralogie de la France et de ses colonies, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. Tome I, grand in-8° de xx-723 pages avec nombreuses figures dans le texte..... 30 fr.
Tome II, grand in-8° de 804 pages avec nombreuses gravures dans le texte..... 30 fr.
Tome III, 1er fascicule (en préparation)..... 15 fr.

Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 23 figures dans le texte et 3 planches..... 6 fr. 75

Les Minéraux des roches. 1° Application des méthodes minéralogiques et chimiques à leur étude microscopique, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 2° Données physiques et optiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte et une planche en couleur..... 12 fr. 50

Tableaux des minéraux des roches. Résumé de leurs propriétés optiques, cristallographiques et chimiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix, 1 volume in-4, relié. 6 fr.

Structures et classification des roches éruptives, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 1 volume grand in-8°..... 5 fr.

Étude sur la détermination des feldspaths dans les plaques minces au point de vue de la classification des roches, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines.
1er fascicule, 1 volume grand in-8°, avec 23 planches en couleur..... 7 fr. 50
2e fascicule..... 7 fr. 50

Traité de Minéralogie à l'usage des candidats à la licence ès sciences physiques et des candidats à l'agrégation des sciences naturelles, par Wallerant, professeur à la Faculté des sciences de Rennes. 1 volume grand in-8° avec 341 figures dans le texte..... 15 fr.

Traité des gîtes minéraux et métallifères. Recherche, étude et conditions d'exploitation des minéraux utiles. Description des principales mines connues. Usages et statistique des métaux. Cours de géologie appliquée de l'École supérieure des mines, par Ed. Fuchs, ingénieur en chef des mines, professeur à l'École supérieure des mines, et De Launay, ingénieur des mines, professeur à l'École supérieure des mines. 2 volumes grand in-8° avec de nombreuses figures dans le texte et 2 cartes en couleur. Relié 60 fr.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.



OF·GEMS·&c
GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM
STONES·AND
MINERALS
MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
EX
LIB-
RIS
JOHN
SIN
KAN
KAS

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME TROISIÈME

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21
1901-1909
Tous droits réservés

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

MACON PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

RTL014356
t.3, c.1

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME TROISIÈME

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21
1901-1909
Tous droits réservés

Ce volume a été publié en
deux parties, dont la première (p. 1-400)
a paru en 1901.

A. LACROIX
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME TROISIÈME
1er FASCICULE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21
1901
Tous droits réservés

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Acerdèse (Manganite)	352
Ætite	399
Agate	134
Améthyste	40
Anatase	176
Arsénolite	11
Bauxite	342
Bismite	23
Bois silicifié	154
Brookite	169
Calcédoine	133
Calcédonite	124
Cassitérite	217
Chalcotrichite	303
Claudétite	17
Corindon	237
Crichtonite	285
Cristobalite	25
Cuprite	303
Diaspore	340
Eau	9
Exitèle (Valentinite)	11
Fers titanés	284
Fiorite	321
Forchérite	323
Glace	1
Gibbsite (Hydrargillite)	363
Gœthite	349
Hématite	247
Hyalite	321
Hydrargillite	363
Ilménite	283
Jaspe	153
Lépidocrocite	360
Limonite	366
Latérite	348
Lussatite	168
Lutécite	126
Malacon	338
Manganite	352
Martite	249
Massicot	311
Mélaconite	309
Ménilite	332
Meulières	152
Meymacite	314
Mohsite	1
Molybdite	7
Neslite	335
Ocres	389
Oligiste (Hématite)	247
Onyx	133
Opale	316
Passyite	132
Polianite	235
Pseudobrookite	300
Pseudocalcédonite	159
Pyrolusite	235
Quartz	25
Quartzine	122
Randannite	325
Rutile	190
Sagénite	191
Senarmontite	13
Silex	149
Stilpnosidérite	396
Tabashir	321
Ténorite	309
Tridymite	160
Tungstite	10
Turgite	369
Valentinite	19
Vierzonite	390
Zircon	206

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

A. LACROIX
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME TROISIÈME
1er FASCICULE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21
1901
Tous droits réservés

INTRODUCTION DU TOME III

Dans l'Introduction du tome II, j'annonçais que l'abondance des matériaux recueillis me forçait à augmenter le nombre des volumes prévus pour mon livre et à entreprendre la publication d'un Tome III. Au moment où celui-ci commence à s'imprimer, je suis contraint, pour la même cause, à le diviser à son tour et à le faire suivre d'un quatrième et dernier volume.

L'impression de ce Tome IV suivra sans interruption celle du présent volume. Il comprendra l'étude des *Sulfates*, *Molybdates*, *Tungstates*, *Borates*, *Aluminates*, *Ferrites*, *Antimonites*, *Phosphates*, *Arséniates*, *Antimoniates*, *Vanadates*, *Niobates*, *Tantalates* et *Corps d'origine organique*. Il se terminera par des tables géographiques détaillées, permettant de retrouver facilement les minéraux existant dans chacune des nombreuses localités étudiées dans le cours de cet ouvrage.

Le présent volume, consacré à l'étude des *Oxydes*, des *Hydroxydes*, des *Nitrates*, des *Carbonates*, des *Plombates* et des *Manganites*, renferme quelques-unes des espèces les plus communes dans la nature, telles que le quartz, l'hématite, la limonite, la calcite. Je me suis par suite trouvé dans la nécessité de faire un choix parmi les innombrables gisements français de

ces minéraux et de ne m'occuper que de ceux qui m'ont paru les plus typiques ou les plus intéressants. Je me suis attaché à suivre ces minéraux dans leurs différents modes de formation, beaucoup plutôt qu'à citer des localités nombreuses. Les difficultés que j'ai rencontrées à synthétiser mes observations me font espérer que le résultat de ce travail ne sera pas inutile au point de vue général.

A mesure que mon livre approchait de sa fin, le nombre des communications qui m'ont été faites a augmenté en même temps que celui de mes observations personnelles sur le terrain : je tiens à remercier collectivement ici les nombreux minéralogistes ou géologues qui m'ont aidé de leurs documents et dont les noms sont cités dans le cours des pages qui suivent.

Paris, 1er Juillet 1901.

A. LACROIX.

MINÉRALOGIE DE LA FRANCE

OXYDES ET HYDROXYDES

OXYDES

EAU

H^2O

L'eau se rencontre à trois états : 1° à l'état gazeux, α, à 100° C. sous la pression de 760^{mm} ou à des températures plus élevées ou plus basses, sous une pression supérieure ou inférieure à 760^{mm} ; β, à toute température dans l'atmosphère, sous forme de *vapeur d'eau* ; 2° à l'état liquide (*eau* proprement dite) entre 0° et 100° C. et à l'état de surfusion à une température inférieure à 0° ; 3° à l'état solide (*glace*) à 0° C. et au-dessous, le point de congélation s'abaissant avec la pression.

La glace seule rentre dans le cadre de cet ouvrage.

GLACE

Hexagonale et sans doute hémimorphe.

$[a : c = 1 : 1{,}4026$ env. (Nordenskiöld)$]$.

Formes observées. Les formes distinctes sont rares dans les cristaux de glace ; des formes cristallitiques fort belles s'observent dans la neige. La glace se trouve souvent en lames, en masses grenues ou stalactiformes.

Cassure conchoïdale.

Dureté. 1, 5. Fragile à basse température, plus cohérente au voisinage du point de fusion.

Densité. 0,9181 à 0° C. (Nichols).

Coloration et éclat. Incolore, bleu pâle dans les masses épaisses (glaciers). Transparente ou translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* (n_g).

$n_g = 1{,}30734$ rouge (Reusch).
$n_p = 1{,}30598$.
$n_g - n_p = 0{,}00136$.

Composition chimique. La formule H^2O correspond à la composition suivante : H = 11,1. O = 88,9.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

1° *Glace produite par congélation d'eau.*

Glace des rivières et des lacs. La glace qui se produit par la cristallisation de l'eau des ruisseaux, des rivières, des lacs et de l'eau imbibant le sol, est constituée par de grands cristaux, toujours orientés de telle sorte que leur axe vertical soit normal à la surface libre du liquide. Il suffit d'examiner au microscope en lumière convergente une lame de glace, recueillie à la surface d'un verre d'eau congelée, pour constater qu'elle est perpendiculaire à un axe optique unique de signe positif.

Ayant été, il y a quelques années, immobilisé pendant plusieurs jours dans un campement au lac Bleu (massif du pic du Midi de Bigorre), j'ai eu l'occasion d'observer un phénomène intéressant de cristallisation de la glace. Le sol est constitué par des schistes, recouverts d'une mince couche de très petits fragments de la même roche ; le matin, ceux-ci étaient soulevés par des aiguilles de glace, disposées perpendiculairement au sol. Sous l'influence du poids des petits grains schisteux soulevés par elles, ces aiguilles étaient recourbées comme le sont parfois les turions d'asperge poussant dans un sol pierreux. Il était extrêmement curieux de racler avec la main la surface du sol pour enlever une mince couche de fragments schisteux, et de mettre au jour une grande quantité de ces fibres courbes de glace.

Les conditions nécessaires à la production de cette glace fibreuse semblent consister dans l'absence de terre végétale, et l'existence de gravier reposant en couches minces sur un substratum rocheux.

Pasumot a décrit un cas analogue de glace fibreuse observé par lui en 1764, au Mont-Dore (J. P. XXIII.62.1783).

Tout le monde connaît les cristallisations de glace qui se produisent contre les vitres des fenêtres : leurs formes cristallitiques rappelant celles de la neige sont soumises à la même loi cristallographique que la glace des rivières, leur axe principal est toujours perpendiculaire à la surface du refroidissement.

Stalactites. Les stalactites de glace qui, par les temps froids, pendent des toits ou des gouttières ont la même structure que le type le plus habituel des stalactites de calcite; elles sont constituées par un grand nombre d'individus, dont l'axe optique est perpendiculaire à l'axe d'allongement de la stalactite.

1° *Glace produite par précipitation atmosphérique.*

Toutes les fois que les précipitations atmosphériques se produisent à une température inférieure à 0° C., il y a formation de glace qui, suivant les conditions dans lesquelles s'effectue la cristallisation, prend la forme de *grésil* ou de *grêle*, de *neige*, de *gelée blanche*, de *givre* ou de *verglas*.

Grésil et grêle. Le *grésil* et la *grêle* prennent naissance par condensation rapide effectuée dans un milieu riche en gouttes d'eau en surfusion, à une température inférieure à 0°. Le *grésil* est formé par de très petits grains blancs, opaques, de glace spongieuse et friable (1 à 3 ^{mm} de diamètre en moyenne).

La *grêle* est constituée par des agrégats cristallins, parfois transparents, et, dans d'autres cas, composés d'alternances de zones transparentes et opaques qui indiquent de grandes variations dans les conditions de la cristallisation.

La forme des grêlons est très variée ; ils sont souvent globulaires, parfois renflés au pôle ou à l'équateur, hérissés de pointements cristallins. Leur diamètre varie de 5 millimètres à 2 centimètres et dans des cas exceptionnels on en a trouvé de dimensions plus grandes pesant jusqu'à 1 kilog. Les coupes transversales de grêlons montrent qu'ils sont tantôt formés par des zones concentriques autour d'un

grain de grésil, et tantôt constitués à la façon des sphérolites, par des aiguilles divergeant à partir du centre ; leur structure rappelle alors celle des nodules de marcasite (t. II, p. 693, fig. 17 et 18). En se heurtant au sol, ces grêlons se brisent souvent, et donnent alors des fragments plus ou moins coniques.

Dans quelques cas, assez rares, les grêlons offrent à leur périphérie des cristaux à formes très nettes, rappelant celles du quartz ; l'angle des deux faces $b^{1/2}(10\bar{1}1)$ adjacentes ($129°39'$) étant voisin de l'angle p $e^{1/2}$ de ce minéral ($133°44'$).

Le grésil est plus fréquent pendant l'hiver que pendant l'été ; c'est la forme que revêt la grêle dans les orages produits à basse température. La grêle, au contraire, est caractéristique des orages des saisons chaudes.

Neige, névés et glaciers. Les précipitations atmosphériques effectuées d'une façon lente et continue pendant l'hiver et au-dessous de 0° C. donnent lieu à la neige.

Les cristaux de neige constituent également, on le sait, certaines catégories de nuages (*cirrus et cumulocirrus*). Les cristaux de celle-ci, se formant librement dans un milieu peu condensé, ont alors des formes nettes ; ce sont, le plus généralement, des lames hexagonales cristalliques, de quelques millimètres de diamètre.

Les formes élégantes, délicates et variées des cristaux de neige, sont trop connues pour qu'il soit nécessaire de les décrire ; je renvoie cependant aux nombreuses photographies du mémoire que M. G. Nordenskiöld a publié dans le *Bulletin de la Société minéralogique* (XVI.59. 1893) ; la plus grande partie des cristaux photographiés est constituée par des cristallites hexagonaux, souvent dendritiques, rappelant parfois des formes organiques. Plus rarement, la neige est formée par des prismes hexagonaux basés ou des aiguilles, allongées suivant l'axe vertical, et renfermant des inclusions d'eau à l'état de surfusion, avec une bulle d'air ; ces variétés aciculaires de neige se forment surtout à très basse température.

Les cristaux isolés et très nets de neige ne peuvent être observés que par un temps à la fois calme et très froid. Quand, en effet, la température n'est pas très basse, les cristaux s'agglomèrent pour constituer les *flocons de neige*, mélange de cadavres de cristaux, imbibés par l'eau résultant de leur fusion partielle. C'est surtout sous cette forme que la neige s'observe dans nos régions tempérées.

Toutes ces variétés de neige, une fois à terre, se transforment rapidement en petites lames hexagonales dépourvues de formes cristallitiques.

Dans les régions montagneuses, à partir d'une certaine altitude, variable avec la latitude, l'exposition, la sécheresse de l'air, l'action lente de certains vents chauds, etc., la neige ne fond qu'incomplètement pendant l'été, ou même ne fond pas. C'est dans cette zone de *neiges persistantes* que s'observent surtout les *névés*, et exclusivement les *glaciers*.

Névés. Les cristaux de neige, une fois à terre, se tassent. Sous l'influence du soleil, ils fondent en partie, s'arrondissent, pendant que l'eau résultant de leur fusion circule dans la masse. Si la température est convenable, elle se congèle à son tour pour nourrir des grains cristallins déjà formés ; en même temps, une partie de l'air, emprisonnée dans l'amas de neige, est expulsée. C'est ainsi que, dans la zone des neiges persistantes des régions montagneuses, se forment les *névés*, agrégats de grains de glace à structure miarolitique, de beaucoup plus cohérents que la neige elle-même (1 mètre cube de névé pèse de 5 à 600 kilog., alors que le poids du même volume de neige fraîchement tombée, n'est que de 85 kilog.).

La transformation de la neige en névés exige certaines conditions de température qui ne sont pas réalisées à de très grandes altitudes (sommet du Mont-Blanc par exemple) où la neige reste généralement à l'état floconneux. A une altitude plus basse, au contraire, sous l'influence de la chaleur solaire et de la pression subie par les grandes accumulations de neige, les phénomènes qui ont transformé la neige en névé s'accentuent, les pores de ceux-ci deviennent de moins en moins nombreux, la roche prend une densité plus grande et se transforme peu à peu en glace bulleuse et, par suite, laiteuse (à comparer à ce point de vue au quartz laiteux des filons) ; à ce moment, le mètre cube de glace pèse près de 900 kilog.

Glaciers. La glace des glaciers, ainsi formée, peut être comparée au point de vue de la structure à celle d'un quartzite ; elle est constituée par une série d'individus enchevêtrés, pouvant s'accroître peu à peu par apport de matière nouvelle qui s'oriente sur eux jusqu'au moment où la masse est devenue complètement homogène, par disparition des cavités ou bulles d'air originelles. Quant à la glace plus homogène, produite aux dépens de cette glace en quelque sorte primaire, grâce aux phénomènes de regel (liquéfaction sous l'influence de la pression et recristallisation), on peut, dans bien des cas, la comparer à un

véritable marbre, produit par la cristallisation contemporaine de tous les individus cristallins qui la constituent.

Bertin avait cru voir que, dans les parties anciennes (glace bleue) du glacier de Grindenwald, les individus constituant la glace prennent par recristallisation une orientation uniforme (axe optique perpendiculaire aux parois) ; les observations plus récentes de Klocke sont venues montrer qu'il n'en est pas ainsi, et que toute la glace de tous les glaciers a la même structure, non orientée. M. Mc Connel (*Proc. Roy. Soc.* XLVIII. 259. 1890 et XLIX. 323. 1891) a fait voir que les cristaux élémentaires de la glace sont lamelleux suivant la base et non extensibles, mais ces lames peuvent se plier, glisser les unes sur les autres sous l'effort de la compression comme le feraient les étiquettes empilées en paquets. M. O. Mügge a confirmé cette observation (*N. J.*, 1895, II, 218) et montré qu'une lamelle ou un groupe de lamelles peuvent ainsi par compression sortir d'un cristal de glace avec une égale facilité dans toutes les directions parallèles à la base, mais non dans une direction perpendiculaire à celle-ci.

En France, on ne rencontre de glaciers que dans les Alpes, ceux des Pyrénées françaises sont extrêmement peu importants.

Gelée blanche. Quand, par un ciel serein (printemps et automne), la température est à quelques degrés seulement au-dessus de 0° C., la température du sol, qui lui est toujours inférieure de 5 à 6°, peut s'abaisser au-dessous de 0°, et alors la condensation de l'humidité atmosphérique, au lieu de se produire sous forme liquide (*rosée*) donne naissance à de petits cristaux de glace (*gelée blanche*) qui viennent couvrir la terre et les végétaux.

Givre. Lorsqu'un nuage ou un brouillard est formé par des gouttelettes d'eau en surfusion (température inférieure à 0°) et qu'il se trouve en contact avec des corps solides, il se produit à ses dépens des cristallites de glace qui constituent le givre.

Les cristallites de givre sont aplatis suivant la base, très ramifiés, ils sont d'ordinaire réunis en grand nombre, et séparés les uns des autres par une mince couche d'air.

Ils forment parfois à la surface des branches d'arbres, des brins d'herbe, des groupements à formes figurées, d'une élégance extrême et d'une blancheur éblouissante.

Dans nos climats, les brouillards étant généralement peu épais, par suite de la faible quantité d'humidité atmosphérique, les dépôts de

givre sont généralement peu épais. Il y a cependant des exceptions.

Dans les pays de montagnes, il n'en est pas de même, et l'on voit parfois des couches de givre atteindre plusieurs décimètres. Dans une ascension effectuée au mois de mai 1898, au pic de Sancy (Mont-Dore), j'ai eu l'occasion d'observer des fleurs de givre particulièrement belles.

Verglas. Une pluie formée d'eau en surfusion, tombant sur un sol lui-même à une température inférieure à 0°, se consolide immédiatement sous forme d'une couche continue, luisante et transparente de glace ; c'est là le *verglas.* Les arbres, les objets faisant saillie sur le sol sont, eux aussi, recouverts par des zones concentriques de verglas.

Dans le verglas, l'axe optique de la glace est toujours normal à la paroi, quelle que soit la forme de celle-ci (observations faites en 1899 dans le Jardin des Plantes). On peut comparer cette structure à celle de l'aragonite qui constitue la nacre de la coquille des mollusques.

On appelle aussi verglas la glace qui se forme par congélation du mélange de neige et d'eau produit par la fusion partielle de la neige, interrompue par un abaissement de température. La structure de cette glace est la même que celle de la glace de rivière.

MOLYBDITE

$Mo\,O^3$

Orthorhombique : $mm = 137°39'$.

$b : h = 1000 : 432{,}645 \quad D = 932{,}474 \quad d = 361{,}240.$

$[a : b : c = 0{,}3874 : 1 : 0{,}4747$ (Nordenskiöld)].

Formes et faciès. La molybdite ne se présente jamais en cristaux distincts, elle forme des masses capillaires ou plus souvent des agrégats d'aiguilles microscopiques, allongées suivant l'axe vertical. Elle constitue aussi de minces enduits.

Clivages. Clivage p (001) distinct, traces suivant h^1 (100) et g^1 (010).

Dureté. 1 à 2.

Densité. 4,5.

Coloration et éclat. Jaune-paille à jaune d'or. Les cristaux présentent un éclat adamantin, nacré sur le clivage p (001) ; le plus souvent les enduits ont un aspect terreux. Poussière d'un blanc jaune.

Le minéral se résout au microscope en aiguilles transparentes.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *positive* (n_g) perpendiculaire à p (001), avec $\rho > \nu$. L'écartement des axes n'a pu être mesuré autour de n_p : autour de n_g, Des Cloizeaux a trouvé $2\,H_o = 117°\ 15'$ (rouge) et 127° environ (bleu).

Ces propriétés ont été observées sur des cristaux d'acide molybdique artificiel. La molybdite naturelle se présente en aiguilles trop petites pour que l'on puisse les étudier en lumière convergente. J'ai pu constater seulement sur les échantillons de Corse et des Alpes la forte biréfringence, l'extinction longitudinale, le signe positif de l'allongement, et enfin le pléochroïsme.

Pléochroïsme. La molybdite est très pléochroïque dans les teintes jaunes. Le maximum d'absorption a lieu dans la direction de l'axe vertical : quand les aiguilles ont quelques dixièmes de millimètre d'épaisseur, elles sont presque noires, suivant n^g, alors que suivant n_p et n_m, la coloration est d'un jaune pâle.

Composition chimique. La composition centésimale correspondant à MoO^3 est :

Mo	66,7
O	33,3
	100,0

Essais pyrognostiques. Fond au chalumeau et se sublime près de l'essai en petites aiguilles jaunes. Au feu réducteur, l'enduit cristallin devient bleu, puis noir. Au chalumeau, avec le borax, donne une perle jaune à chaud, incolore à froid (feu oxydant) et au feu réducteur une perle brune ou noire opaque. Avec le sel de phosphore, donne une perle jaune à chaud au feu oxydant et verte par refroidissement, après avoir été chauffée au feu réducteur.

Tandis que l'anhydride molybdique artificiel est très soluble dans l'ammoniaque, la molybdite naturelle ne s'y dissout que difficilement, en prenant tout d'abord une couleur jaune brun foncé (molybdite de Corse).

Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Se distingue de la tungstite par sa fusibilité, sa solubilité dans l'acide chlorhydrique, sa réaction avec le sel de phosphore,

ses réactions colorées et enfin par son association presque constante avec la molybdénite[1] ; elle se différencie des minéraux d'urane par sa solubilité dans l'ammoniaque et ses réactions chimiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La molybdite est un produit d'altération de la molybdénite qu'elle accompagne en plus ou moins grande abondance dans toutes les catégories de gisement citées dans le tome II, p. 461. Elle s'y présente en enduits jaunes soit à la surface de ce minéral, soit à son voisinage. Il y a lieu de signaler tout particulièrement les localités suivantes :

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Dans les gisements stannifères de Cieux, Vaulry ; dans le filon de wolfram de Saint-Léonard ; dans la pegmatite de la Vilate.

Alpes. — *Hautes-Alpes.* A la surface de la molybdénite du glacier de la Meije, en poudre jaune très cristalline.

Corse. — La collection de l'École des Mines possède de fort beaux échantillons de molybdite jaune en petits amas provenant d'un filon de quartz situé entre Calvi et Argentella. L'examen microscopique montre la très grande cristallinité du minéral : les aiguilles qui le constituent sont souvent groupées en faisceaux ; ce sont elles qui m'ont permis d'étudier quelques-unes de leurs propriétés optiques.

1. La molybdite et la tungstite fondues avec du carbonate de soude, et ajoutées, dans un verre de montre, à une dissolution des réactifs suivants dans quelques gouttes d'acide sulfurique pur, donnent à celui-ci les colorations suivantes (celles qui sont caractéristiques sont en italiques) :

	WO^3	MoO^3
Morphine	rose pâle	violet devenant rapidement *vert sale.*
Naphtol α	o	*vert*
Hydroquinone	*carmin* (réaction lente)	*brun.*

La solution chlorhydrique de la molybdite, colore immédiatement en vert la solution sulfurique de morphine.

Ces réactions colorées servent de diagnostic différentiel aux molybdates et aux tungstates.

TUNGSTITE

WO^3

Orthorhombique : $mm = 110°$.

$b : h = 326{,}925 \quad D = 819{,}155 \quad d = 573{,}572.$
$[a : b : c = 0{,}7002 : 1 : 0{,}3991.$ (Nordenskiöld)$]$.

Formes et faciès. Dans la nature, la tungstite forme des enduits pulvérulents qui ne paraissent pas cristallisés.

Densité. 6,302 à 6,384 (cristaux artificiels).

Coloration et éclat. Jaune pâle avec parfois une teinte verte. Terreuse.

Composition chimique. La formule WO^3 exige :

W	= 79.3
O	= 20.7
	100.0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, noircit sans fondre. Avec le sel de phosphore donne au feu oxydant une perle d'un vert jaune qui devient bleue à froid après avoir été chauffée au feu réducteur.

Soluble dans l'ammoniaque. Insoluble dans les acides.

Diagnostic. La tungstite se distingue de la meymacite par l'absence d'eau. (Voir à *meymacite* et à *molybdite.*)

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La tungstite est un produit d'altération du wolfram ; elle forme, dans les gisements de ce minéral qui seront décrits plus loin, des enduits terreux jaunes ; je l'ai observée dans les localités suivantes :

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* La Vilate près Chanteloube, route de Pompadour à Magnac, Vaulry, Cieux, Puy-les-Vignes près Saint-Léonard.

Dufrénoy (*Minér.* 520.1856) signale dans un échantillon de wolfram et de quartz provenant des carrières de Limoges (sans doute de la Vilate, malgré son éloignement de cette ville), de petits cristaux de tungstite ayant l'apparence de cubes nacrés d'un blanc jaunâtre.

La forme indiquée n'est pas celle de l'acide tungstique artificiel ; l'échantillon en question faisant partie de la collection Adam (École des Mines) supporte un petit nombre de très petits cristaux à *apparence* cubique, mais qui semblent être constitués par de la wulfenite.

Corrèze. A Meymac, la tungstite se trouve dans les fentes de wolfram altéré alors que la meymacite (voir plus loin) est localisée dans la scheelite.

GROUPES DE L'ARSÉNOLITE ET DE LA CLAUDÉTITE

GROUPE DE L'ARSÉNOLITE	Densité.		GROUPE DE LA CLAUDÉTITE	Densité.
Arsénolite...	3,70 à 3,72	As^2O^3	*Claudétite*.....	4,151
Senarmontite.	5,22 à 5,30	Sb^2O^3	*Valentinite*.....	5,56

Les minéraux du groupe de l'arsénolite sont cubiques ; quant à la claudétite et à la valentinite, tout en ayant des paramètres très voisins, elles cristallisent, la première dans le système monoclinique, la seconde dans l'orthorhombique.

GROUPE DE L'ARSÉNOLITE

ARSÉNOLITE

As^2O^3

Cubique.

Formes et faciès. La seule forme connue est l'octaèdre régulier a^1 (111) ; les cristaux sont souvent remarquablement nets et brillants, mais les cristaux cristallitiques et squelettiformes sont également très fréquents, comme dans la plupart des minéraux produits par sublimation.

L'arsénolite forme souvent des masses fibreuses, columnaires, botroydes, des croûtes et des enduits constitués par des octaèdres microscopiques.

Dureté. 1,5

Densité. 3,7 à 3,72

Saveur. La saveur est astringente et en même temps douceâtre.

Coloration et éclat. Incolore, blanche, souvent colorée en jaune ou en rouge par de l'orpiment, du soufre ou du réalgar.

Éclat vitreux, quelquefois soyeux dans les masses fibreuses. Transparente, quelquefois opaque.

Propriétés optiques. Monoréfringente. N = 1.748 (Li); 1.755 (Na) (Dx).

Composition chimique. La formule $As^2 O^3$ correspond à la composition centésimale suivante :

As	75.8
O	24.2
	100.0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, se volatilise et se dépose sur les parois froides sous forme de petits octaèdres. Au chalumeau, donne des fumées blanches, à odeur alliacée et un enduit blanc. Un peu soluble dans l'eau bouillante.

Diagnostic. Les réactions pyrognostiques distinguent aisément l'arsénolite de la senarmontite ; sa forme la différencie de la claudétite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'arsénolite est un produit d'altération des arséniures et des sulfoarséniures métalliques. On la trouve :

1° dans les filons métallifères ;

2° dans les houillères embrasées ;

3° dans les produits du grillage artificiel des minéraux arsenicaux.

1° *Dans les filons métallifères.*

La plupart des gisements dans lesquels ont été signalées la cobaltite et la smaltite renferment, associés à ces minéraux des enduits terreux ou finement cristallins formés d'octaèdres microscopiques. Je citerai notamment les mines de Gistain [*Aragon*], de Sainte-Marie-aux-

Mines [*Alsace*], des Chalanches (*Isère*) qui n'ont du reste fourni que des échantillons sans grand intérêt. L'arsénolite est parfois mélangée à l'érythrite terreuse des mêmes gisements.

2° *Dans les houillères embrasées.*

L'arsénolite est un des minéraux de sublimation les plus fréquents que l'on rencontre à la surface des roches brûlées par les incendies spontanés des mines de houille ou de leurs tas de déblais apportés au jour (voir t. II, 768). Ce minéral s'y présente sous forme d'octaèdres incolores ou blanc laiteux, parfois colorés en rouge par du réalgar ou en jaune par de l'orpiment ou du soufre. Leurs formes sont d'une netteté parfaite, leurs faces brillantes et souvent creusées de cavités profondes ; dans d'autres cas, ils sont squelettiformes, cristallitiques. On trouve aussi des masses cristallines ou fibreuses, quelquefois associées au salmiac.

Les gisements qui ont fourni les plus beaux cristaux, offrant le même aspect dans des localités différentes, sont ceux d'Aubin, de Decazeville (Lasalle) (*Aveyron*), les environs de Saint-Étienne (*Loire*), et en particulier, Reveux, le Brulé, la Ricamarie, les mines de Perrecy-les-Forges et de Montceau-les-Mines (*Saône-et-Loire*), etc.

3° *Dans les produits du grillage artificiel des minéraux arsenicaux.*

L'arsénolite se produit fréquemment dans les opérations du grillage des minerais arsenicaux. Fournet a signalé autrefois (*Ann. Soc. Agr. Lyon*, VI, 320) de beaux cristaux de ce minéral obtenus par la calcination de la pyrite cuivreuse, mélangée de tennantite de Chessy (*Rhône*).

SENARMONTITE

Sb^2O^3

Pseudo-cubique.

Formes et faciès. La senarmontite cristallisée se présente uniquement en octaèdres a^1 (111), isolés ou groupés en géodes. Ils sont fré-

quemment constitués par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus semblables. Leurs faces et leurs clivages sont souvent ondulés et courbes. On trouve aussi la senarmontite en masses grenues ou tout à fait compactes.

Dureté. 2 à 2,5

Densité. 5,22 à 5,30

Coloration et éclat. Incolore, blanche, gris noir (colorée par de la stibine), rouge (colorée par de la kermésite).

Éclat résineux et adamantin. Transparente, translucide ou opaque. Poussière blanche.

Propriétés optiques. Des Cloizeaux a montré depuis longtemps (*Nouv. Recherches*, 1867, 9) la biréfringence de la senarmontite et l'analogie de ses propriétés optiques avec celles de la boracite. Depuis lors, le minéral a été étudié en détail par Mallard (*A. M.* X, 108, 1876) qui l'a interprété comme le grenat topazolite (triclinique) (voir tome I), par MM. E. Bertrand (*B. S. M.*; IV, 11, 1881), Gross-Bohle (monoclinique) (*Z. K. V.*, 222, 1881), Prendel (T. M. XI, 7, 1889) (monoclinique) et enfin par M. Brauns qui lui applique la théorie des tensions internes (*Die optische Anomalien* Leipzig, 1891, 183).

Voici les propriétés des sections taillées parallèlement aux faces du cube, de l'octaèdre et du rhombododécaèdre ; les secteurs ne présentant pas toujours la même netteté que dans les grenats, leur limite se fait souvent par des lignes sinueuses, avec fréquentes superpositions.

Une lame parallèle à p (100) montre 4 ou 8 secteurs; en lumière convergente, on voit qu'un axe optique est presque normal à la section (fig. 1), seul M. Prendel considère cet axe comme très oblique à cette section.

Une lame parallèle à a^1 (111) présente trois plages dont la limite de séparation se fait suivant les diagonales (voir fig. 20, page 213 du tome I) ; le plus grand indice est parallèle ou à peu près parallèle aux côtés de la section.

La figure 2 représente, d'après Mallard, la structure d'une section b^1, normale à la bissectrice aiguë et au plan des axes optiques, l'angle des axes optiques étant voisin de 90°. M. Gross-Bohle et M. Brauns ont décrit une disposition un peu différente d'où il résulterait que l'extinction ne se fait pas obliquement, mais parallèlement aux diagonales de la face; ces propriétés rappellent donc celles de la pyrénéite et non celles de la topazolite.

La senarmontite devient monoréfringente par chauffage, mais à l'inverse de la boracite, le changement d'état n'est pas entièrement réver-

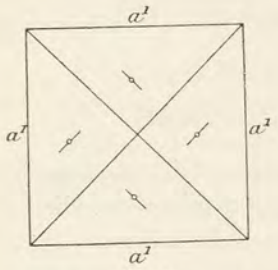


Fig. 1.
Section parallèle à p (100).

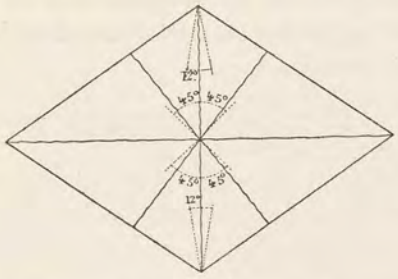


Fig. 2,
Section parallèle à $b1$ (110), d'après Mallard.

sible. Par sublimation, elle se transforme en un mélange de valentinite et de senarmontite monoréfringente.

M. Brauns a montré que, comme pour la blende, lorsqu'on exerce une pression avec une pointe à la surface d'une lame de senarmontite monoréfringente naturelle ou artificielle, on détermine la production d'une biréfringence persistante.

L'indice médian a été mesuré par Des Cloizeaux :

$$N = 2.073 \text{ (rouge)}, 2.087 \text{ (jaune)}.$$

Composition chimique. La formule $Sb^2 O^3$ correspond à la composition centésimale donnée en *a*. (*b*) analyse de la senarmontite d'Algérie par Rivot (in Senarmont., *op. cit.*)

	a)	*b)*
Sb	83.3	84.32
O	16.7	15.68
	100.0	100.00

D'après Rivot, quelques variétés renferment environ 10 % de plomb (à l'état d'impureté), les variétés compactes grises de 1 à 3 % d'argile.

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, fond et donne un faible sublimé. On a vu plus haut qu'à plus haute température, elle se sublime en donnant des octaèdres de senarmontite et des aiguilles de valentinite. Au chalumeau, facilement fusible en donnant un enduit blanc qui, au feu réducteur, colore en bleu verdâtre l'extérieur de la flamme.

Insoluble dans l'eau ; soluble dans l'acide chlorhydrique ; la solution donne les réactions de l'antimoine.

Altérations. On connait des paramorphoses de senarmontite en valentinite.

Diagnostic. La senarmontite se distingue aisément de la valentinite par sa forme cristalline et sa densité plus faible. (Voir à arsénolite et à valentinite.)

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Dans le principal de ses gisements, la senarmontite constitue à elle seule un gite métallifère où elle semble d'origine primaire : elle existe dans d'autres cas comme produit d'altération de la stibine.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* De petits octaèdres de senarmontite ont été signalés par M. Gonnard (*op. cit.*, 118) sur la stibine d'Anzat-le-Luguet.

Algérie. — *Constantine.* La senarmontite a été décrite par de Senarmont sous le nom d'*antimoine oxydé octaédrique*, d'après des échantillons provenant de la mine du Djebel-Haminate, à 30 kil. N.-O. d'Aïn-Beïda (*A. C. P.* XXXI. 504. 1851) ; son nom lui a été donné par J. Dana dans un compte rendu du mémoire du savant français, publié dans l'*American Journal of science* (XII. 209. 1851).

Le gisement est inclus dans des alternances de marnes schisteuses, bitumineuses et de calcaires, appartenant au gault (d'après M. Blayac) ; ce sont des filons en chapelets, étranglés quand ils se trouvent dans les marnes schisteuses. Les parties riches se rencontrent surtout au contact des calcaires et des marnes. Le minerai dominant est la senarmontite compacte, blanche ou grise, translucide ou absolument opaque, à cassure conchoïdale, pierreuse ; çà et là, s'observent des fissures, tapissées de beaux cristaux transparents.

On rencontre aussi des blocs formés par l'enchevêtrement de gros cristaux, atteignant plusieurs centimètres de plus grande dimension et constituant parfois de belles géodes. La collection du Muséum possède de magnifiques échantillons de ce genre dans lesquels des octaèdres limpides recouvrent des surfaces de plusieurs décimètres carrés, ainsi qu'un bloc de près de 40 kil. entièrement constitué par de gros octaèdres ; ceux-ci atteignent deux centimètres et sont colorés en noir par de très fines aiguilles capillaires de stibine.

La senarmontite en octaèdres transparents tapisse aussi les cavités de masses de stibine cotonneuse ; elle est accompagnée alors d'aiguilles de kermesite, qui la colore parfois en rouge.

Enfin, des octaèdres de senarmontite se rencontrent aussi isolés dans la marne calcaire (fig. 3), d'où il est facile de les extraire à l'état de pureté parfaite, en faisant déliter au soleil la roche préalablement mouillée. Ils ont toujours les faces ondulées, et seuls, les cristaux des géodes ont leurs faces planes et très brillantes. De petits cristaux de barytine, des sphérolites de calcite sont parfois associés à la senarmontite.

Le gisement du Djebel-Haminate a fait à plusieurs reprises l'objet d'exploitations, il est abandonné aujourd'hui.



Fig. 3.
Octaèdres de senarmontite engagés dans la marne.
(*Photographie réduite au tiers environ.*)

GROUPE DE LA CLAUDÉTITE

CLAUDÉTITE

$As^2 O^3$

Monoclinique[1] : $mm = 135°1'$.

$b : h = 1000 : 321{,}903 \quad D = 923{,}638 \quad d = 383{,}266.$

Angle plan de $p = 134°55'40''$.

— de $m = 91°24'15''$.

$[a : b : c = 0{,}41952 : 1 : 0{,}34852 \text{ (Dx.)}]$

$xy = 87°20'$.

Faciès. Les cristaux de claudétite se présentent en petites lames g^1 (010), ressemblant à du gypse.

1. Des Cloizeaux a montré que ce minéral n'était pas orthorhombique et isomorphe de la valentinite comme l'avait fait penser sa composition chimique.

Macles. Macle fréquente par pénétration suivant h^1 (100).

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait, donnant des lames flexibles. Cassure fibreuse suivant m (110).

Dureté. 2,5.

Densité. 3,85 à 4,15.

Coloration et éclat. Incolore, blanche ou jaunâtre. Éclat nacré très vif sur le clivage g^1, vitreux dans les autres directions. Transparente à translucide.

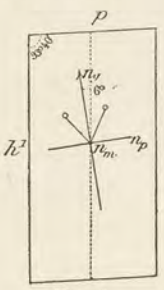


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* (n_g) faisant un angle de 6° environ avec l'axe vertical dans l'angle obtus de ph^1 (001) (100). (fig. 1). Dispersion forte avec $\rho < \nu$.

$$2\,H = 65°21'\ (Na).$$

Composition chimique et essais pyrognostiques. Comme arsénolite.

Diagnostic. La claudétite se distingue facilement de l'arsénolite par sa forme (elle constitue parfois des paramorphoses de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La claudétite n'est connue que dans un très petit nombre de gisements naturels[1] ; j'ai à l'étudier :

1° Dans les produits des houillères embrasées ;

2° Dans les produits accidentels d'usine.

1° *Dans les produits des houillères embrasées.*

Plateau-Central. — *Aveyron.* J'ai trouvé en petite quantité la claudétite parmi les produits de sublimation des incendies spontanés de la mine de houille de Lasalle (Decazeville). Elle s'y présente sous deux formes, en petites lames de quelques millimètres de longueur, ressemblant à du gypse (elles sont encroûtées par un peu de soufre et d'orpiment) et enfin en lames plus petites, implantées sur des

1. Les aiguilles blanches attribuées à l'acide arsénieux par les anciens auteurs et signalées à Sainte-Marie-aux-Mines sont constituées non par de la claudétite, mais par la *pharmacolite.*

octaèdres d'arsénolite ; ceux-ci sont devenus blancs et opaques. Cette association des deux formes d'acide arsénieux rappelle celle qui est connue à Szomolnok en Hongrie.

2° *Dans les produits accidentels d'usine.*

Des cristaux de claudétite ont été signalés par M. Scheurer-Kestner (*Bull. Soc. Chim.* X. 444. 1868) dans une usine d'acide sulfurique. Ils s'étaient produits dans le canal conduisant le gaz sulfureux du four à grillage des pyrites arsénicales à la chambre de plomb. Ces cristaux, formés dans un courant de gaz sulfureux, plus ou moins mélangé d'air, avaient la forme de prismes aplatis, blancs et opaques ; ils reposaient sur une masse pulvérulente de la même substance mélangée à des sulfates ferriques.

VALENTINITE

Sb^2O^3

Orthorhombique : $mm = 137°7'$ (Dx)[1].

$b : h = 1000 : 1292{,}434$. D = 930,790 $d = 365{,}554$.

$[a : b : c = 0{,}39273 : 1 : 1{,}38885.]$.

Formes observées. m (110), h^1 (100), h^2 (310) ; $a^{13/2}$ (2.0.13) ; e^4 (014) ; $x = (b^{1/7}\, b^{1/9}\, g^{1/28})$ (1.8.28) ; $v = (b^{1/2}\, b^{1/6}\, g^{1/13})$ (2.4.13).

Les angles suivants ont été mesurés par des Cloizeaux (Dx), sur des cristaux de l'Aude, par M. Laspeyres (Lp) sur ceux de Sensa.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
*mm	137°7′	
mh^1	158°33′30″	
mh^2	166°1′	166°30′ (Lp).
$a^{13/2}\, a^{13/2}$ sur p	122°54′	
$e^4 e^4$ sur p	141°42	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
vv coté	126°52′	126°20′30″ (Lp)
mx	104°1′	104°5′ (Dx)
me^4	96°54′	96°15′ (Dx)
xe^4	172°53′	172°35′ (Dx)
* $g^1 y$	109°30′2	

1. M. Laspeyres a pris pour axe vertical une valeur quatre fois plus petite que celle qui est adoptée ici d'après Des Cloizeaux. On a alors m (110) = m (110), (Laspeyres), $a^{13/2}$ (2.0.13) = $a^{8/5}$ (508), v (2.4.13) = v (5.10.8), etc.

2. $y = (b^1 b^{1/3}\, g^{1/7})$ (127).

Faciès. Les cristaux de valentinite se présentent sous des aspects assez variés suivant les échantillons. On peut distinguer les trois types suivants :

Type I. Cristaux allongés suivant l'axe vertical et parfois aplatis suivant h^1 (100) ; c'est à ce type qu'appartiennent les cristaux d'Algérie (fig. 3 à 5).

Type II. Cristaux allongés suivant l'axe vertical et aplatis suivant g^1 (010) (cristaux de Přibram en Bohême).

Type III. Cristaux dépourvus de pinacoïdes, et formés par les faces m (110) et des clinodomes, avec ou sans allongement suivant l'axe a ; c'est à ce type qu'appartiennent les cristaux de l'Aude.

Les cristaux nets sont assez rares : généralement arrondis, ils donnent des mesures assez incertaines.

La valentinite se rencontre plus souvent en masses fibrolamellaires qu'en cristaux distincts ; elle forme d'ordinaire des masses bacillaires, étoilées, palmées, des sphérolites plus ou moins hérissés de pointes cristallines. Elle constitue aussi des masses compactes, grenues, lamellaires, columnaires ou ayant conservé les formes de la stibine aux dépens de laquelle elle se forme généralement.

Clivages. Clivages, parfait suivant g^1 (010), facile suivant m (110).

Dureté. 2 à 3.

Densité. 5,57.

Coloration et éclat. D'un blanc de neige, parfois rosée, grise ou brunâtre. Éclat adamantin, nacré suivant les lames de clivage g^1 (010). Poussière blanche. Transparente à translucide.

Propriétés optiques. Bissectrice aiguë *négative* (n_p) perpendiculaire à h^1 (100) : le plan des axes optiques est parallèle à p (001) pour les rayons rouges (fig. 1), à g^1 (010) pour les rayons bleus (fig. 2). L'écartement des axes est très faible, le minéral est sensiblement uniaxe pour les rayons jaunes.

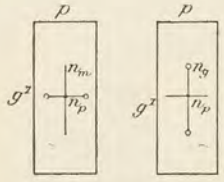


Fig. 1 et 2.

Face h^1 (100) perpendiculaire à la bissectrice aiguë : rayons rouges (fig. 1), rayons bleus (fig. 2).

Dispersion très forte $\rho > \nu$, devenant $\rho < \nu$ quand les axes pour le rouge et pour le bleu sont dans le même plan. Vers 75°C, les axes pour le rouge se rapprochent légèrement et ceux pour le bleu s'écartent (Dx).

Composition chimique. La formule Sb^2O^3 correspond à la composition suivante :

Sb	83,3
O	16,7
	100,0

Essais pyrognostiques. Comme pour senarmontite.

Diagnostic. Voir à senarmontite. La valentinite se distingue aisément de la cervantite et de la stibiconite qui l'accompagnent souvent par sa structure très cristalline, sa couleur blanche et surtout sa grande fusibilité.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La valentinite est un minéral secondaire, résultant de l'altération de minerais d'antimoine et notamment de la stibine, de l'antimoine natif, de l'allemontite. Elle est très fréquemment associée et souvent intimement mélangée à la stibiconite et à la cervantite. Ces deux derniers minéraux dominent aux affleurements de la plupart des gisements décrits à l'article stibine (t. II, 449). Je ne m'occuperai ici que de ceux qui fournissent la valentinite en grande abondance ou avec des particularités intéressantes et dont j'ai examiné des échantillons.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* De petites rosettes de valentinite ayant de 3 à 4 mm. de plus grande dimension recouvrent quelques échantillons de stibine d'Erbray ; elles sont assez rares dans ce gisement.

Corbières. — *Aude.* La valentinite a été rencontrée à la mine de las Scorbes près Maisons, associée à de la stibine.

Des Cloizeaux (*op. cit.* II. 333) y a observé de très petits cristaux nets du type III, offrant l'aspect de la figure 4 de la page 668 du tome II : ils présentent en outre de *m* (110) et de e^4 (014), la forme *x* (1.8.28) consistant en troncatures linéaires dans la zone me^4.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* J'ai observé d'assez jolis échantillons de valentinite lamellaire au milieu de la stibiconite provenant de la Chassagne en Saint-Just, près Brioude. Ce gisement est à ajouter à ceux de stibine que j'ai cités t. II, p. 451.

Alpes. — *Isère.* C'est dans la mine des Chalanches en Allemont que la valentinite a été découverte par Mongez qui la décrivit sous le

nom de chaux d'antimoine native (*J. P.* XXIII. 66. 1783). Le minéral passa ensuite pour un chlorure d'antimoine jusqu'à ce que Vauquelin en eût fait l'analyse.

Elle y forme de petites masses fibreuses divergentes ou lamelleuses; elle épigénise l'antimoine natif, plus rarement l'allemontite en se développant le long des clivages de ces minéraux. Un échantillon formé aux dépens d'allemontite et étudié par M. Laspeyres (*op. cit.* 192) ne renferme que des traces d'acide arsénieux, tout celui-ci ayant été enlevé par dissolution. La valentinite de ce gisement est parfois accompagnée de fibres de kermésite.

Algérie. — *Constantine*. Dans tous les gisements précédents, la valentinite n'est qu'un minéral accidentel; il n'en est plus de même

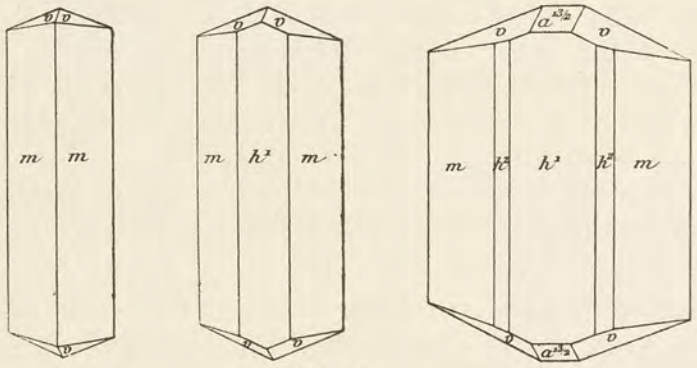


Fig. 3 à 5.
Valentinite de Sensa.

pour le gite suivant qu'elle constitue au contraire presque exclusivement : il a été autrefois exploité. La mine de Sensa (Senza) est située à 4 kil. de la mine de senarmontite d'Hamimate, sur le versant occidental de la même montagne et dans les mêmes conditions géologiques. C'est ce gisement qui a fourni les échantillons se trouvant dans les collections avec la mention Constantine ou Algérie.

Signalés par de Senarmont (*A. C. P.* XXXI. 504. 1851), les cristaux de valentinite de Sensa ont été étudiés depuis par M. Laspeyres (*Z. K.* IX. 179. 1884). Les fig. 3 à 5 représentent, d'après ce dernier, l'aspect habituel des cristaux de valentinite de Sensa qui sont allongés suivant l'axe vertical et présentent les formes m (110), h^2 (310), h^4 (100), ρ (2.4.13) et $a^{13/2}$ (2.0.13).

Ces cristaux se trouvent dans les cavités de masses à aspect carié, formées par des aiguilles capillaires, groupées parallèlement ou disposées en masses divergeantes ou palmées ; leur éclat est adamantin et nacré. Les parois des cavités et l'extrémité libre des fibres de valentinite sont souvent d'un beau jaune vif et transformés en *cumengite*.



Fig. 6.
Valentinite fibreuse de Sensa.
(*Photographie un peu réduite.*)

Cette valentinite a été formée par épigénie de stibine. Il n'est pas rare de trouver de grands cristaux à formes distinctes de ce minéral, entièrement transformés en valentinite fibrolamellaire ; celle-ci n'est pas orientée sur le minéral originel.

BISMITE

Bi^2O^3

Orthorhombique : $mm = 101°32$.

$b : h = 1000 : 824{,}730$. $D = 778{,}467$ $d = 632{,}430$.
$[a : b : c = 0{,}8166 : 1 : 1{,}0640$ (Nordenskiöld)].

Faciès. La bismite naturelle est très rarement cristallisée sous forme de fines aiguilles, elle est le plus souvent amorphe et se présente en masses terreuses ou compactes.

Densité. La plupart des auteurs donnent pour densité de ce minéral 4,3 à 4,7 ; ces nombres sont peu vraisemblables, la densité de l'oxyde artificiel étant de 8,07 à 8,86. M. Carnot a indiqué pour la bismite de Meymac 9,22, nombre qui est au contraire trop fort, mais qui peut s'expliquer par des impuretés.

Fragile ; cassure imparfaitement conchoïdale.

Coloration et éclat. Gris blanchâtre, vert jaune, jaune paille, parfois un peu brunâtre ; poussière de même couleur, mais plus claire. Éclat adamantin ou résineux, terne dans les variétés terreuses.

Composition chimique. La formule Bi^2O^3 correspond à la composition suivante :

Bi.....	89,6
O.....	10,4
	100,0

Mais d'ordinaire la bismite, formée par la décomposition de minéraux bismuthifères, est très impure. L'analyse suivante a été faite par M. Carnot (*C. R.* LXXIX. 478. 1874) sur la bismite de Meymaç, celle-ci était probablement mélangée d'une petite quantité de bismuthite, etc.

Bi^2O^3....	96,70
As^2O^5....	0,13
Sb^2O^5....	0,22
PbO.....	0,55
FeO.....	0,16
SO^3.....	0,15
HCl.....	0,20
CO^2.....	0,68
H^2O.....	0,95
	99,74

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne un peu d'eau, devient jaune orangé, puis brune et redevient rose orangé à froid ; à haute température, fond en liquide rouge qui se solidifie en une masse vitreuse jaune. Sur le charbon, donne un bouton métallique de bismuth qui, au feu oxydant, fournit un enduit jaune d'oxyde. Soluble dans les acides (avec légère effervescence, quand elle est mélangée de bismuthite).

Diagnostic. La bismite offre une grande analogie avec la bismuthite avec laquelle elle est souvent associée ; les caractères extérieurs des deux minéraux sont très voisins ; ceux-ci se distinguent par la vive effervescence aux acides et l'eau donnée dans le tube par la bismuthite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Corrèze.* La bismite est un produit d'altération des minerais de bismuth ; elle a été rencontrée dans le filon de Meymac où elle résulte plus particulièrement de la décompo-

sition du bismuth natif, alors que la bismuthite semble s'être formée surtout par décomposition de bismuthinite. La bismite de Meymac forme des masses compactes à cassure conchoïde, à éclat un peu résineux, mélangée à de la bismuthite; sa couleur varie du jaune clair au brunâtre.

GROUPES DU QUARTZ ET DE LA TRIDYMITE

La silice cristallisée constitue deux groupes à propriétés très tranchées.

GROUPE DU QUARTZ		GROUPE DE LA TRIDYMITE
Quartz. (*Quartzine, calcédonite, lutécite*).	SiO^2	*Tridymite.*
Pseudocalcédonite.		*Cristobalite.*

Le quartz est rhomboédrique et plagiédrique ; il possède le pouvoir rotatoire ; ses propriétés peuvent être déduites de la considération des produits fibreux de même composition qui seront décrits plus loin sous les noms de *quartzine*, de *calcédonite* ; ils sont biaxes et comme lui optiquement *positifs*, alors que la pseudocalcédonite est optiquement *négative*. La densité du quartz est de 2,65. Le quartz subit à 570° C. un changement d'état reversible qui modifie ses propriétés optiques, sans détruire son mode de groupement.

Les minéraux du groupe du quartz sont instables au-dessus de 1000° C. et tout semble prouver qu'ils se sont formés dans la plupart de leurs gisements à basse température et souvent même à la température ordinaire. Au-dessus de 1000°, ils deviennent amorphes, mais recristallisent sous la forme de tridymite (briques de fonderies, enclaves dans les roches volcaniques).

Les minéraux du groupe de la tridymite ont une densité voisine de celle du quartz fondu (2,2) ; ils s'attaquent facilement par les alcalis, alors que le quartz résiste davantage à l'action de ceux-ci. La tridymite a un réseau pseudocubique, elle est orthorhombique, pseudohexagonale et à 130° C., subit un changement d'état reversible qui la rend rigoureusement hexagonale. La cristobalite est pseudocubique, quadratique

et à 175° C. subit un changement d'état reversible qui la rend rigoureusement cubique (voir Mallard, *B. S. M.* XIII, 176, 1890); elle est optiquement *négative*, alors que la tridymite est optiquement *positive*.

La tridymite et la cristobalite se sont formées à haute température. La tridymite peut se produire par fusion ; par voie secondaire, elle se transforme en quartz.

Ces deux groupes ont une importance géologique extrêmement inégale ; le quartz joue un rôle considérable dans la constitution de l'écorce terrestre, la tridymite n'est qu'un accident minéralogique de certaines roches volcaniques.

QUARTZ

SiO^2.

Rhomboédrique, hémiédrique holoaxe.

$pp = 94°15'$ (Dx).

angle plan de p (sommet) $= 93°57'30''$.

$[a : c = 1 : 1{,}79997]$.

Formes observées[1] : e^2 $(10\bar{1}0)$ $(2\bar{1}\bar{1})$, d^1 $(11\bar{2}0)$ $(10\bar{1})$, $k = (b^{1/11}\ d^{1/4}\ d^{1/7})$ $(51\bar{6}0)$ $(11.\bar{4}.\bar{7})$, $c = (b^{1/6}\ d^1\ d^{1/5})$ $(7.4.\bar{1}\bar{1}.0)$ $(61\bar{5})$;

a^4 $(10\bar{1}2)$ (411), p $(10\bar{1}1)$ (100), e^{32} $(11.0.\bar{1}\bar{1}.10)$ $(3.2.\bar{1}\bar{1})$, e^{26} $(90\bar{9}8)$, $(2.6.\bar{1}\bar{1})$, e^{15} $(16.0.\bar{1}\bar{6}.13)$ $(15.\bar{1}.\bar{1})$, e^7 $(80\bar{8}5)$ $(7\bar{1}\bar{1})$, $e^{13/2}$ $(50\bar{5}3)$ $(13.\bar{2}.\bar{2})$, e^6 $(70\bar{7}4)$ $(6\bar{1}\bar{1})$, $e^{11/2}$ $(13.0.\bar{1}\bar{3}.7)$ $(11.\bar{2}.\bar{2})$, e^5 $(20\bar{2}1)$ $(5\bar{1}\bar{1})$, $e^{21/5}$ $(26.0.\bar{2}\bar{6}.11)$ $(2.1.\bar{5}\bar{5})$, $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$ $(7\bar{2}\bar{2})$, $e^{31/10}$ $(41.0.\bar{4}\bar{1}.11)$ $(31.\bar{1}0.\bar{1}0)$, e^3 $(40\bar{4}1)$ $(3\bar{1}\bar{1})$, $e^{29/10}$ $(13.0.\bar{1}\bar{3}.3)$ $(29.\bar{1}0.\bar{1}0)$, $e^{31/11}$ $(14.0.\bar{1}\bar{4}.3)$ $(31.\bar{1}\bar{1}.\bar{1}\bar{1})$, $e^{11/4}$ $(50\bar{5}1)$ $(11.\bar{4}.\bar{4})$, $e^{8/3}$ $(11.0.\bar{1}\bar{1}.2)$ $(8\bar{3}\bar{3})$, $e^{13/5}$ $(60\bar{6}1)$ $(13.\bar{5}.\bar{5})$, $e^{5/2}$ $(70\bar{7}1)$ $(5\bar{2}\bar{2})$, $e^{17/7}$ $(80\bar{8}1)$ $(17.\bar{7}.\bar{7})$, $e^{7/3}$ $(10.0.\bar{1}0.1)$ $(7\bar{3}\bar{3})$, $e^{9/4}$ $(13.0.\bar{1}\bar{3}.1)$ $(9\bar{4}\bar{4})$, $e^{11/5}$ $(16.0.\bar{1}\bar{6}.1)$ $(11.\bar{5}.\bar{5})$, $e^{31/15}$ $(45.0.\bar{4}\bar{5}.16)$ $(31.\bar{1}\bar{5}.\bar{1}\bar{5})$;

$e^{4/2}$ $(01\bar{1}1)$ $(22\bar{1})$, b^1 $(01\bar{1}2)$ (110), $e^{4/7}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.10)$ $(77\bar{4})$, $e^{31/50}$ $(0.27.\bar{2}\bar{7}.23)$ $(50.50.\bar{3}\bar{1})$, $e^{3/4}$ $(07\bar{7}5)$ $(44\bar{3})$, $e^{10/13}$ $(0.23.\bar{2}\bar{3}.16)$ $(13.13.\bar{1}0)$, $e^{5/6}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.7)$ $(66\bar{5})$, $e^{7/8}$ $(0.15.\bar{1}\bar{5}.9)$ $(88\bar{7})$, $e^{14/15}$ $(0.29.\bar{2}\bar{9}.16)$ $(15.15.\bar{1}\bar{4})$, $e^{9/10}$ $(0.19.\bar{1}\bar{9}.11)$ $(10.10.\bar{9})$, $e^{19/20}$ $(0.13.\bar{1}\bar{3}.7)$ $(20.20.\bar{1}\bar{9})$, e^4 $(02\bar{2}1)$ $(11\bar{1})$, $e^{11/10}$ $(07\bar{7}3)$ $(10.10.\bar{1}\bar{1})$, $e^{5/4}$ $(03\bar{3}1)$ $(44\bar{5})$, $e^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$ $(33\bar{4})$, $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$ $(22\bar{3})$, $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$ $(55\bar{7})$, $e^{11/7}$ $(06\bar{6}1)$ $(7.7.\bar{1}\bar{1})$, $e^{13/8}$ $(07\bar{7}1)$ $(8.8.\bar{1}\bar{3})$, $e^{5/3}$

1. En raison de la complexité des formes, je donne ici leurs symboles dans la notation de Miller à la suite de ceux de la notation de Bravais.

$(08\bar{8}1)$ $(33\bar{5})$, $e^{19/11}$ $(0.10.\bar{1}0.1)$ $(11.11.\bar{1}9)$, $e^{7/4}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.1)$ $(44\bar{7})$, $e^{11/6}$ $(0.17.\bar{1}\bar{7}.1)$ $(6.6.\bar{1}\bar{1})$;

Zone[1] $e^2\,s\,p\,e^{1/2}$: isoscéloèdres : $s = (d^{1/4}\,d^1\,b^{1/2})$ $(11\bar{2}1)$ $(41\bar{2})$, $\xi = (d^{1/5}\,d^{1/2}\,b^1)$ $(11\bar{2}2)$ $(52\bar{1})$;

Plagièdres de la zone pse^2 : supérieurs à s : $t_4 = (b^{1/2}\,d^1\,d^{1/28})$ $(9.1.\bar{1}0.9)$ $(28.1.\bar{2})$, $t''_3 = (b^{1/2}\,d^1\,d^{1/23})$ $(23.3.\bar{2}\bar{5}.22)$ $(23.1.\bar{2})$, $t_2 = (d^1\,d^{1/7}\,b^{1/2})$ $(21\bar{3}2)$ $(71\bar{2})$, T_3 $(b^{1/3}\,d^1\,d^{1/26})$ $(11.6.\bar{1}\bar{7}.11)$ $(13.2.\bar{4})$, T_2' $= (b^{1/10}\,d^5\,d^{1/31})$ $(26.15.\bar{4}\bar{1}.26)$ $(31.5.\bar{1}0)$, $t' = (b^{1/10}\,d^5\,d^{1/29})$ $(8.5.\bar{1}3.8)$ $(29.5.\bar{1}0)$, $t = (b^{1/4}\,d^{1/2}\,d^{1/11})$ $(32\bar{5}3)$ $(11.2.\bar{4})$, $T_1 = (b^{1/20}\,d^{1/10}\,d^{1/51})$ $(41.30.\bar{7}\bar{1}.41)$ $(51.10.\bar{2}0)$, $T_0 = (b^{1/10}\,d^{1/5}\,d^{1/24})$ $(19.15.\bar{3}\bar{4}.19)$ $(24.5.\bar{1}0)$, $t_1 = (b^{1/10}\,d^{1/5}\,d^{1/23})$ $(6.5.\bar{1}\bar{1}.6)$ $(23.5.\bar{1}0)$; inférieurs à s : $\pi = (d^{1/14}\,d^{1/5}\,b^{1/10})$ $(35\bar{8}3)$ $(14.5.\bar{1}0)$, $\varepsilon = (d^{1/5}\,d^{1/2}\,b^{1/4})$ $(12\bar{3}1)$ $(52\bar{4})$, $w = (d^{1/16}\,d^{1/7}\,b^{1/14})$ $(3.7.\bar{1}0.3)$ $(16.7.\bar{1}\bar{4})$, $q = (d^{1/17}\,d^{1/8}\,b^{1/16})$ $(3.8.\bar{1}\bar{1}.3)$ $(17.8.\bar{1}\bar{6})$, $\mu = (d^{1/2}\,d^1\,b^{1/2})$ $(13\bar{4}1)$ $(21\bar{2})$, $\mu_2 = (d^{1/12}\,d^{1/7}\,b^{1/14})$ $(5.21.\bar{2}\bar{6}.5)$ $(12.7.\bar{1}\bar{4})$, $\lambda = (d^{1/16}\,d^{1/11}\,b^{1/22})$ $(5.33.\bar{3}\bar{8}.5)$ $(16.11.\bar{2}\bar{2})$, $d^{1/37}\,d^{1/5}\,b^{1/10}$, $\rho = (d^{1/8}\,d^{1/5}\,b^{1/10})$ $(15\bar{6}1)$ $(8.5.\bar{1}0)$, $\lambda_1 = (d^{1/44}\,d^{1/29}\,b^{1/58})$ $(15.21.\bar{1}0\bar{2}.15)$ $(44.29.\bar{5}\bar{8})$, $n_1 = (d^{1/8}\,d^{1/7}\,b^{1/14})$ $(1.21.\bar{2}\bar{2}.1)$ $(8.7.\bar{1}\bar{4})$;

Plagièdres intermédiaires entre p et $e^{1/2}$: $H_0 = (b^1\,d^{1/2}\,d^{1/15})$ $(13.3.\bar{1}\bar{6}.16)$ $(15.2.\bar{1})$, $H_1 = (b^1\,d^{1/2}\,d^{1/14})$ $(41\bar{5}5)$ $(14.\bar{2}.1)$, $H_2 = (b^1\,d^{1/2}\,d^{1/11})$ $(31\bar{4}4)$ $(11.2.\bar{1})$, $H_4 = (b^{1/13}\,d^{1/30}\,d^{1/126})$ $(32.15.\bar{4}\bar{7}.47)$ $(42.10.\bar{5})$, $H_5 = (b^1\,d^{1/2}\,d^{1/6})$ $(43\bar{7}7)$ $(62\bar{1})$, $H_6 = (b^{1/4}\,d^{1/8}\,d^{1/21})$ $(13.12.\bar{2}\bar{5}.25)$ $(21.8.\bar{4})$, $\xi_1 = (d^{1/17}\,d^{1/8}\,b^{1/4})$ $(34\bar{7}7)$ $(17.8.\bar{4})$, $\xi_2 = (d^{1/19}\,d^{1/10}\,b^{1/5})$ $(35\bar{8}8)$ $(19.10.\bar{5})$, $\xi_3 = (d^{1/18}\,d^{1/10}\,b^{1/5})$ $(8.15.\bar{2}\bar{3}.23)$ $(18.10.\bar{5})$, $\gamma_1 = (d^{1/7}\,d^{1/4}\,b^{1/2})$ $(12\bar{3}3)$ $(74\bar{2})$, $\xi_4 = (d^{1/16}\,d^{1/10}\,b^{1/5})$ $(25\bar{7}7)$ $(16.10.\bar{5})$, $\beta_1 = (d^{1/3}\,d^{1/2}\,b^1)$ $(13\bar{4}4)$ $(32\bar{1})$, $\beta = (d^{1/20}\,d^{1/14}\,b^{1/7})$ $(27\bar{9}9)$ $(20.14.\bar{7})$, γ_4 $(d^{1/5}\,d^{1/4}\,b^{1/2})$ $(16\bar{7}7)$ $(54\bar{2})$, $\beta_5 = (d^{1/12}\,d^{1/10}\,b^{1/5})$ $(2.15.\bar{1}7.17)$ $(12.10.\bar{5})$, $\beta_6 = (d^{1/11}\,d^{1/10}\,b^{1/5})$ $(1.15.\bar{1}\bar{6}.16)$ $(11.10.\bar{5})$;

Plagièdres de la zone $e^{1/2}\,s\,e^2$: supérieurs à s : $\tau_8 = (d^{1/20}\,d^{1/19}\,b^{1/10})$ $(1.30.\bar{2}9.29)$ $(20.19.\bar{1}0)$, $\tau_4 = (d^{1/16}\,d^{1/13}\,b^{1/8})$ $(17\bar{8}7)$ $(16.13.\bar{8})$, $\tau_1 = (d^{1/10}\,d^{1/7}\,b^{1/5})$ $(14\bar{5}4)$ $(10.7.\bar{5})$; inférieurs à s : $\sigma = (b^{1/4}\,d^1\,d^{1/3})$ $(7.5.\bar{1}2.5)$ $(81\bar{4})$, $u = (b^{1/8}\,d^1\,d^{1/4})$ $(31\bar{4}1)$ $(8\bar{1}\bar{4})$, $y = (b^{1/10}\,d^{1/2}\,d^{1/5})$ $(41\bar{5}1)$ $(10.\bar{2}.\bar{5})$, $x = (b^{1/4}\,d^1\,d^{1/2})$ $(51\bar{6}1)$ $(4\bar{1}\bar{2})$, $\varrho_1 = (b^{1/26}\,d^{1/10}\,d^{1/13})$ $(12.1.\bar{1}\bar{3}1)$ $(26.\bar{1}0.\bar{1}3)$, $\varrho_2 = (b^{1/12}\,d^{1/5}\,d^{1/6})$ $(17.1.\bar{1}8.1)$ $(12.\bar{5}.\bar{6})$, $\varrho_3 = (b^{1/16}\,d^{1/7}\,d^{1/8})$ $(23.1.\bar{2}\bar{4}.1)$ $(16.\bar{7}.\bar{8})$;

1. Les nombreuses formes de la zone $e^2\,s\,p\,e^{1/2}$ ont été énumérées dans trois alinéas en allant de p à e^2, de p à $e^{1/2}$ et de $e^{1/2}$ à e^2. Pour éviter les complications typographiques, ces formes qui sont toujours hémièdres seront écrites dans le cours de ce livre x $(51\bar{6}1)$, au lieu de $^{1/2}\,x\,[\lambda\,(51\bar{6}1)]$, etc.

$z = (b^{1/72}\, d^{1/27}\, d^{1/34})\ (99.7.\bar{1}0\bar{6}.11)\ (72.\bar{5}\bar{7}.\bar{3}\bar{4})$, $\Gamma_1 = (d^{1/37}\, d^{1/35}\, b^{1/20})\ (32.15.\bar{1}\bar{7}.62)\ 37.5.\bar{1}0)$, $\Phi = (b^{1/25}\, d^{1/5}\, d^{1/11})\ (10.2.\bar{1}\bar{2}.3)\ (25.\bar{5}.\bar{1}\bar{1})$; $\Delta = (b^{1/9}\, d^{1}\, d^{1/6})\ (10.5.\bar{1}\bar{5}.2)\ (9\bar{1}\bar{6})$; $M = (b^{1/37}\, d^{1/2}\, d^{1/110})\ (108.39.\bar{1}\bar{4}\bar{7}.75)\ (110.\bar{2}.3\bar{7})$; $\Sigma_1 = (b^{1/43}\, d^{1/18}\, d^{1/21})\ (61.3.\bar{6}\bar{4}.4)\ (43.\bar{1}\bar{8}.\bar{2}\bar{1})$; $\chi_1 = (b^{1/20}\, d^{1}\, d^{1/2})\ (21.1.\bar{2}\bar{2}.27)\ (20.\bar{1}.\bar{2})$; $\Lambda = (d^{1/7}\, d^{1/5}\, b^{1/3})\ (2.8.\bar{1}0.9)\ (75\bar{3})$.

Macles. Les macles de quartz sont extrêmement abondantes, mais ne se trahissent pas toujours par des caractères extérieurs, et l'étude optique est souvent nécessaire pour les mettre en lumière ; celle-ci montre qu'il n'existe pour ainsi dire pas de cristaux de quartz qui en soient dépourvus.

1° Macles à axes parallèles. — Ces macles ont lieu par rotation autour de l'axe ternaire, elles peuvent donner lieu à trois types :

a) Le groupement est symétrique par rapport à a^1 (0001), les faces p et $e^{1/2}$ des deux sommets sont alors placées à l'extrémité de la même

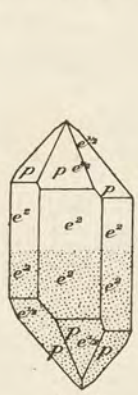


Fig. 1.
Macle symétrique par rapport à a^1 (0001) (type *a*), combinée à la macle type *b*.

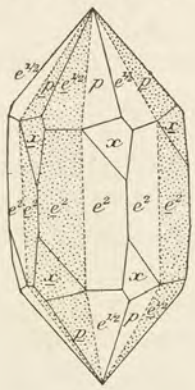


Fig. 2.
Macle symétrique par rapport à e^2 ($10\bar{1}0$) (type *b*).

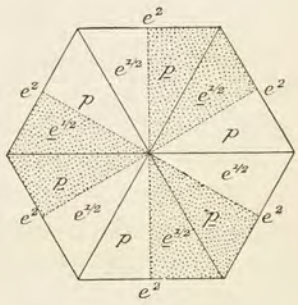


Fig. 3.
Projection sur la base d'une macle du type *b*.

face e^2 (fig. 1). Le plus souvent les deux individus qui constituent cette macle ont la même rotation, parfois cependant, ils sont de signe contraire. La macle est surtout très apparente quand les faces p et $e^{1/2}$ ont un développement ou un faciès différent ou quand il existe, comme dans les cristaux de Bône et de Carrare, des hémiprismes dodécagonaux qui ne se trouvent par suite que sur la moitié seulement d'une même arête verticale.

b) La macle est symétrique par rapport à une face e^2 quelquefois il y a accolement des deux individus (fig. 6 à gauche) ou pénétration incomplète de ceux-ci (fig. 6 à droite) (Barèges, Oisans) ; théoriquement les faces p et $e^{1/2}$ des deux cristaux devraient être sur le même

plan et les faces $e^{1/2}$ $\bar{e}^{1/2}$, p $\bar{p}$ contiguës devraient faire un angle de 76°20′, mais Des Cloizeaux a montré que ce parallélisme n'existait pas toujours rigoureusement, que l'angle des deux formes en question s'éloignait souvent de plus de 1° de leur valeur réelle ; les axes des deux cristaux ne sont donc pas rigoureusement parallèles : ce fait est facile à vérifier sur les cristaux de l'Oisans.

Plus fréquemment, il y a enchevêtrement complet des cristaux maclés ; s'il existe des formes hémièdres (fig. 5), on les voit apparaître sur plusieurs arêtes contiguës, mais si elles n'existent pas, la pénétration ne se trahit à l'extérieur que par la discordance des stries sur e^2, des brisures, des taches dépolies $e^{1/2}$, sur les faces brillantes du rhomboèdre primitif (fig. 4 et 5), etc. Il existe une variété infinie dans l'orientation et la grandeur relative des composants ; l'étude optique et les figures de corrosion permettent de les démêler.

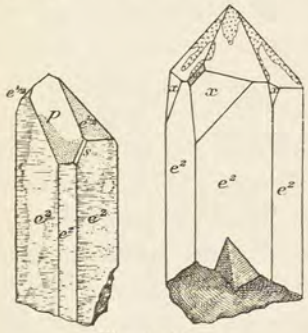


Fig. 4 et 5.
Macles du type *b* (fig. 4) ne se manifestant que par des marbrures ou (fig. 5) présentant des marbrures et des faces hémièdres.

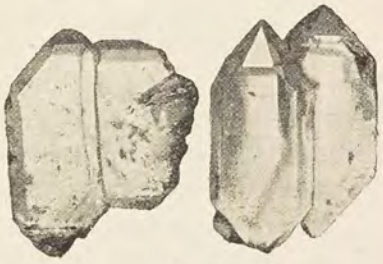


Fig. 6.
Macles du type *b* (filon de La Gardette) par accolement (à gauche) ou par pénétration incomplète (à droite).

Les individus composant ces groupements peuvent être tous du même signe (fig. 5 Bône, Valais, etc.), ils peuvent aussi être de signe différent quand bien même l'examen des formes extérieures ne semble pas l'indiquer (Oisans).

c) Enfin la macle est symétrique par rapport à une face d^1 $(11\bar{2}0)$ (macle du Brésil), les faces p et $\bar{p}$, $e^{1/2}$ et $\bar{e}^{1/2}$ coïncident ; les individus constituant la macle sont d'ordinaire les uns droits, les autres gauches ; les figures 7 et 8 représentent l'aspect théorique de cette macle. Mais le plus souvent, elle se produit par enchevêtrement irrégulier ou comme dans l'améthyste par emboîtement de couches alternativement droites ou gauches. (Voir à *propriétés optiques*, page 42).

On trouve parfois des cristaux formés par l'un de ces groupements à axes parallèles et terminés à l'une de leurs extrémités par un pointement unique, alors que dans l'autre, on peut distinguer le très grand nombre des individus constituant l'assemblage (Oisans, Barèges, etc).

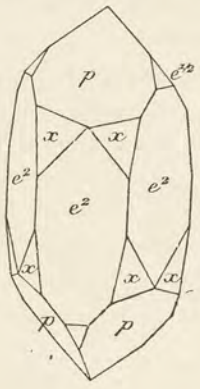


Fig. 7.
Macle symétrique par rapport à d^1 $(11\bar{2}0)$ (type c) simulant un cristal simple.

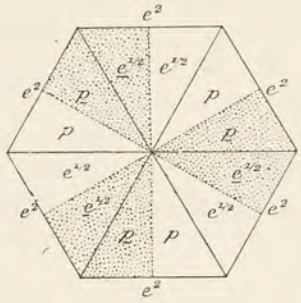


Fig. 8.
Projection sur la base d'une macle du type c (macle du Brésil).

2° Macles à axes inclinés. — *a*) *Macle de la Gardette.* Cette macle a lieu suivant une face de l'isoscéloèdre ξ $(11\bar{2}2)$; les axes verticaux des individus constituants font entre eux un angle de 84°34′. Les deux composants ont chacun une face e^2 dans le même plan (fig. 71 à 73). Tantôt ce sont les formes semblables (p et $\bar{p}$, $e^{1/2}$ et $\bar{e}^{1/2}$), qui se correspondent sur le sommet libre de chaque individu (fig. 58 et 69), tantôt au contraire (fig. 70), ce sont des faces de symboles différents p et $e^{1/2}$.

Enfin, les deux composants peuvent être de même rotation ou de rotation différente.

b) G. Rose a cité une macle suivant p $(10\bar{1}1)$; les axes verticaux des deux individus font un angle de 103°34′. M. Friedel a observé une macle à axes rectangulaires (cristaux artificiels de quartz). Ces deux macles n'ont pas été observées dans les gisements étudiés dans ce livre.

3° Macles vicinales. — Le quartz, et particulièrement le quartz enfumé de quelques localités (Saint-Gothard, Mont-Blanc), se présente en cristaux remarquablement tordus en hélice. Tantôt l'assemblage est constitué par des cristaux imparfaits soudés (groupements ouverts), tantôt la soudure est plus ou moins complète et parfois totale (groupements fermés ou semi-fermés).

L'interprétation théorique de ces groupements, souvent décrits, a reçu une élégante solution de la part de M. Tschermak (*Denkschr. K. Akad. Wiss. Wien*, 1894) qui les appelle des *macles vicinales* et les compare à celles qui constituent les groupements vermiculés des chlorites. L'individu élémentaire de ces macles (dicristal) est constitué par deux cristaux maclés suivant e^2 (avec prédominance de l'un d'eux). Dans les groupements ouverts, des dicristaux se maclent entre eux (par entrecroisement) suivant un rhomboèdre direct, vicinal de la base (a^1 $\delta = 1'40''$). Pour expliquer les groupements fermés et semi-fermés, il faut quelque chose de plus, une troisième macle (avec répétition) suivant une face d'un prisme dodécagonal vicinal de d^1 ($11\bar{2}0$).

Les individus constituant ces groupements sont tous de même signe et simulent un cristal unique offrant les faces hémiédriques (généralement x) caractéristiques de celui-ci. Ils sont le plus souvent aplatis suivant une face e^2 (fig. 44).

Les angles suivants ont été observés par Des Cloizeaux (*Mém. sur le quartz*) sur les cristaux de diverses localités françaises (Dx), par M. Gonnard, (*op. cit.*, sur ceux de Meylan) et enfin par moi-même (Lx) sur le quartz des localités indiquées plus loin : parmi les très nombreuses mesures que j'ai dû effectuer pour déterminer les cristaux décrits dans ce chapitre, je ne citerai que celles qui sont nécessaires pour légitimer la détermination de faces peu communes.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
e^2 e^2	120°	
e^2 k adj.	171°3′	
k k sur d^1	137°54′	
e^2 c adj.	158°57′	
e^2 d^1	150°	
p a^4	160°38′	
p e^{32}	177°23′	177°34′ Lx
p e^{26}	176°46′	176°24′ Lx
p e^{15}	174°24′	174°35′ G
p e^7	168°	167°59′ G
p $e^{13/2}$	167°4′	167°15′ Lx
p e^6	166°1′	165°40′ G
p $e^{11/2}$	164°46′	
p e^5	163°16′	162°58′ Lx. 163°3′ G
p $e^{21/5}$	160°12′	160°9′ à 11′ G
p $e^{7/2}$	156°29′	156°28′ Lx
p $e^{31/10}$	153°43′	153°41′ à 154°2′ G
p e^3	152°55′	152°42′ à 52° G
p $e^{29/10}$	152°5′	152°14′ Lx
p $e^{31/11}$	151°23′	151°20′ Lx. 24′ G
p $e^{11/4}$	150°44′	150°24′ à 46′ G
p $e^{8/3}$	149°56′	
p $e^{13/5}$	149°16′	149°7′ G
p $e^{5/2}$	148°12′	
p $e^{17/7}$	147°24′	
p $e^{7/3}$	146°17′	146°22′ G
p $e^{9/4}$	145°15′	145°22′ Lx
p $e^{11/5}$	144°36′	
p $e^{31/15}$	142°46′	142°40′ Lx.
p e^2	141°47′	
p $e^{1/2}$ sur a^1	76°26′	
$e^{1/2}$ b^1	160°38′	
$e^{1/2}$ $e^{4/7}$	177°23′	177°28′ G
$e^{1/2}$ $e^{31/50}$	175°38′	175°46′ G

	Angles calculés.	mesurés.
$e^{1/2}\ e^{3/4}$	171°8′	171°11′ G
$e^{1/2}\ e^{10/13}$	170°30′	170°54′ G
$e^{1/2}\ e^{5/6}$	168°24′	168°48′ G
$e^{1/2}\ e^{7/8}$	167°4′	167° Lx
$e^{1/2}\ e^{14/15}$	165°16′	165°30′ Lx
$e^{1/2}\ e^{9/10}$	166°17′	
$e^{1/2}\ e^{19/20}$	164°46′	164°27′ G
$e^{1/2}\ e^{1}$	163°16′	
$e^{1/2}\ e^{11/10}$	160°26′	160°44′ G
$e^{1/2}\ e^{5/4}$	156°29′	
$e^{1/2}\ e^{4/3}$	154°28′	
$e^{1/2}\ e^{3/2}$	150°44′	150°40′ à 51′ G
$e^{1/2}\ e^{7/5}$	152°55′	
$e^{1/2}\ e^{11/7}$	149°16′	149°10′ Lx
$e^{1/2}\ e^{13/8}$	148°12′	
$e^{1/2}\ e^{5/3}$	147°24′	147°17′ G
$e^{1/2}\ e^{19/11}$	146°17′	146°18′ G
$e^{1/2}\ e^{7/4}$	145°53′	145°50′ G
$e^{1/2}\ e^{11/6}$	144°26′	
$e^{1/2}\ e^{2}$	141°47′	
$p\ b^{1}$	137°7′	
$p\ p$ sur b^{1}	94°15′	
$p\ t_{4}$	175°34′	175°29′ G
$p\ t''_{3}$	174°36′	174°42′ G
$p\ t_{2}$	162°37′	
$p\ \mathrm{T}_{3}$	161°22′	161°15′ à 20′ G
$p\ \mathrm{T}'_{2}$	160°31′	160°46′ G
$p\ t'$	159°16′	159°25′ G
$p\ t$	158°13′	158°11′ à 16′ G
$p\ \mathrm{T}_{1}$	156°40′	156°46′ G
$p\ \mathrm{T}_{0}$	155°22′	155°10′ à 18′ G
$p\ t_{1}$	154°24′	
$p\ s$	151°6′	
$p\ \pi$	141°31′	
$p\ \varepsilon$	138°13′	138°9′ G
$p\ w$	135°35′	135°30′ Lx
$p\ q$	133°25′	133°10′ Lx
$p\ \mu$	131°37′	131°22′ Lx
$p\ \mu_{2}$	127°7′	
$p\ \rho$	125°9′	125°20′ Lx
$p\ \lambda_{1}$	123°39′	
$p\ \lambda$	122°30′	122°29′ Lx
$p\ n^{1}$	116°15′	
$p\ e^{2}$	113°8′	

	Angles calculés.	mesurés.
$s\ e^{2}$	142°2′	
$p\ \mathrm{H}_{0}$	171°49′	171°58′ G
$p\ \mathrm{H}_{1}$	171°15′	171°22′ G. 39′ Lx
$p\ \mathrm{H}_{2}$	168°56,	168°44′ G
$p\ \mathrm{H}_{4}$	165°39′	165°29′ G
$p\ \mathrm{H}_{5}$	160°22′	160°9′ Lx, 17 à 21′ G
$p\ \mathrm{H}_{6}$	157°51′	157°43′ à 52′ G. 44′ Lx
$p\ \xi$	156°52′	
$p\ \xi_{1}$	153°22′	
$p\ \xi_{2}$	150°46′	150°27′ à 32′ G 151°2′ Lx
$p\ \xi_{3}$	149°28′	149°45, G
$p\ \gamma_{1}$	148°46′	148°47 à 58′ G
$p\ \xi_{4}$	146°30′	146°11′ G
$p\ \beta_{1}$	144°49′	144°45′ Lx
$p\ \beta$	143°31′	143°28′ G
$p\ \gamma_{4}$	139°54′	
$p\ \beta_{5}$	138°	138°25′ G
$p\ \beta_{6}$	136°23′	136°27′ à 39′ G 25′ Lx
$p\ e^{1/2}$	133°44′	
$\beta\ e^{1/2}$	170°13′	
$e^{1/2}\ \tau_{8}$	178°34′	178°35′ G
$e^{1/2}\ \tau_{4}$	174°21′	
$e^{1/2}\ \tau_{1}$	170°29′	
$e^{1/2}\ s$	151°6′	
$e^{1/2}\ \sigma$	144°46′	
$e^{1/2}\ u$	131°37′	131°35′ Lx
$e^{1/2}\ y$	127°43′	
$e^{1/2}\ x$	125°9′	
$e^{1/2}\ \nu_{1}$	118°29′	118°27′ Lx
$e^{1/2}\ \nu_{2}$	116°57′	
$e^{1/2}\ \nu_{3}$	115°59′	
$e^{1/2}\ e^{2}$	113°8′	
$\sigma\ e^{2}$	148°22′	
$u\ e^{2}$	161°31′	
$y\ e^{2}$	165°25′	
$x\ e^{2}$	167°59′	
$\nu_{2}\ e^{2}$	176°11′	176°9′ Lx
$\nu_{3}\ e^{2}$	177°9′	177°1′ Lx
$p\ \Lambda$ adj.	141°50′	
p M adj.	161°5′	
$p\ \sigma$ adj.	152°32′	
$p\ \Delta$ adj.	144°8′	
$p\ u$ adj.	151°18′	
$p\ y$ adj.	149°54′	

	Angles calculés.	mesurés.	
$p\,\Gamma_1$	151°44′	151°40′ G	
$p\,\Phi$ adj.	152°34′		
$p\,\chi_1$	173°24′		
$p\,x$ adj.	148°46′		
$p\,\Sigma_1$ adj.	144°36′		
$e^{1/2}$ M	139°19′		
M x sur $e^{7/2}$	152°11′	152°25′ Dx	
$e^{1/2}\,\pi$ adj.	152°45′		
$e^{1/2}\,\varepsilon$ adj.	152°37′		
$e^{1/2}\,w$ adj.	152°15′		
$e^{1/2}\,q$ adj.	151°47′		
$e^2\,\Lambda$	140°56′	140°45′ Dx	
$e^2\,\beta$	137°38′		
$\Lambda\,\beta$	176°42′	177°5′ Dx	
$e^{8/3}\,x$	171°7′		
$e^{8/3}\,e^{7/4}$	120°15′		
$x\,e^{7/4}$	111°22′		
$e^{17/7}\,\Phi$	169°7′		
$e^{17}/_{7}\,s$	145°36′		
$\Phi\,s$	156°29′		
$e^{31/15}\,\Sigma_1$	176°57′		
$e^{31/15}\,x$	168°38′	168°15′ Dx	
$\Sigma_1\,x$	171°40′	171°37′ Dx	
$e^{4/3}\,q$	165°5′		
$e^{4/3}\,u$	135°3′		
$q\,u$	149°58′	150°8′ Lx	
$e^{1/2}\,\pi$	159°22′		
$e^{1/2}\,u$	126°12′		
$e^{3/2}\,\mu_2$	169°41′		
$e^{3/2}\,x$	129°32′		
$\mu_2\,x$	139°51′		
$b^1\,b^1$ culm.	124°41′		
$x\,\Delta$	169°51′	169° Dx	
$x\,\chi_1$	155°22′	155°10′ Dx	
$p\,x$ adj.	148°46′	148°47′ Dx	

Formes et faciès. La forme constante et caractéristique du quartz est le rhomboèdre primitif p $(10\bar{1}1)$, ordinairement accompagné de $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$ et de e^2 $(10\bar{1}0)$.

Les faces du prisme e^2 sont striées horizontalement (fig. 32), cependant ces stries n'existent généralement pas sur les cristaux formés dans les calcaires, dans les marnes (Dauphiné, Pyrénées) ; les faces de ces derniers cristaux sont souvent ondulées, creusées de cavités inégales.

Le prisme d^1 $(11\bar{2}0)$ et les prismes dodécagonaux toujours hémièdres ont leurs faces mates et arrondies.

Les faces du rhomboèdre primitif sont en général plus développées que celles de $e^{1/2}$ (fig. 9 et 10), souvent (Oisans) l'une d'elles domine de telle sorte que les cinq autres faces du pointement sont extrêmement réduites ou même absentes (fig. 95). Les faces p sont très brillantes, quelquefois verruqueuses, couvertes de petits triangles sphériques ou rectilignes, isocèles, en relief ou en creux, ayant leur base parallèle à l'arête $p\ e^2$; quelquefois (Oisans), elles ont un reflet rouge ou rose.

Les faces $e^{1/2}$, d'ordinaire plus petites que les faces p, sont en général moins brillantes, moins ondulées, souvent mates, offrant parfois (Oisans) un reflet verdâtre.

Les rhomboèdres directs sont brillants, parfois courbes, les inverses souvent mats ou finement striés parallèlement à l'arête $e^{1/2}\ e^2$.

Parmi les faces les plus habituelles, s est d'ordinaire l'une des plus

brillantes, elle est souvent striée parallèlement à l'arête sp; ε est striée dans la même direction et souvent mate (Oisans) ; x est toujours brillante et u souvent terne. Dans tout cristal simple, géométriquement et physiquement, la face rhombe s ne se trouve que sur les trois angles alternes du prisme e^2 (fig. 9 et 10). Le sens de la rotation est indiqué par la position de s par rapport à la face p ($10\bar{1}1$) supérieure placée devant l'observateur (fig. 10, cristal dextrogyre, fig. 9, cristal lévogyre) ; quand p et $e^{1/2}$ ont le même développement et la même structure physique, la position de p peut être trouvée par la considération des stries ou des figures (fig. 14 et 15) que s porte d'ordinaire : elles sont parallèles à l'arête $s\,p$. Le sens de la rotation est rendu plus évident encore quand il existe des faces plagièdres (fig. 12 et 13) ou quand le cristal a été attaqué par l'acide fluorhydrique (fig. 18 et 19) étudié au point de vue de la pyroélectricité.

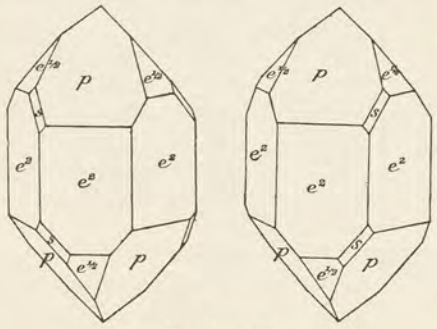


Fig. 9 et 10.
Quartz gauche et quartz droit.

Parmi les formes hémièdres énumérées plus haut, les plagièdres inférieurs à s des zones $e^{1/2}\,s\,e^2$ et $p\,s\,e^2$ sont les plus fréquents. Les formes intermédiaires entre p et $e^{1/2}$ sont en général très courbes, leurs arêtes d'intersection ne sont pas toujours rectilignes, elles sont généralement réduites à une seule face. (Voir à *figures de corrosion*).

Les cristaux de quartz sont soit allongés suivant l'axe vertical par suite du très grand développement de e^2, soit raccourcis. Les faces prismatiques peuvent même disparaître complètement et le cristal est alors réduit à p et $e^{1/2}$ (fig. 34).

Ces cristaux présentent des anomalies nombreuses dont la plus fréquente est l'aplatissement suivant une face e^2 (fig. 66) et parfois en outre grand allongement suivant une arête horizontale $p\,e^2$ (fig. 67). Cet allongement est souvent produit par le groupement suivant cette arête d'un grand nombre d'individus semblables. Il existe de nombreux autres cas d'allongement anormal, notamment suivant une arête oblique $p\,e^2$ ou $p\,e^{1/2}$ (fig. 68) ; ces allongements sont accompagnés de disparition ou d'extrême réduction de certaines faces

donnant parfois aux cristaux un aspect dissymétrique (quartz sphaloïde d'Haüy). Je décrirai page 97 diverses malformations curieuses que j'ai observées à la Gardette (fig. 74 à 76).

Dans quelques filons, on rencontre des cristaux de quartz dans la cristallisation desquels il y a eu des interruptions intermittentes, pendant lesquelles un dépôt extrêmement mince d'argile s'est produit sur les faces p et $e^{1/2}$; il est souvent possible, grâce à cette particularité, de déboîter les zones d'accroissement de ce quartz qui est dit *encapuchonné* (fig. 41).

Les cristaux formés dans les argiles ou dans les calcaires présentent fréquemment une structure très remarquable ; leurs zones successives d'accroissement n'ont été que *partiellement* interrompues par le dépôt d'argile, il en résulte un défaut de continuité sur certaines faces et par suite, des cavités irrégulières qui restent plus ou moins remplies d'argile. Les cristaux de ce genre ont un aspect cristallitique curieux, leurs faces sont creuses, à contours irréguliers ou polyédriques (Meylan, Marcoux, Cheraute, etc.) : il existe fréquemment dans ces cristaux des faces ondulées intermédiaires entre p et $e^{1/2}$.

Dans les cristaux de quartz des sources thermales, dans ceux des pseudomorphoses de gypse des environs de Paris, on observe très fréquemment des individus creux, groupés en rosettes très régulières.

Le nom de *babelquartz* a été donné à des cristaux terminés par des pyramides basées, constituées par des lames décroissant en escalier ; ils ont été pris autrefois pour des cristaux de quartz basé. Des Cloizeaux a montré (fig. 11) que leur prétendue base est en réalité une face p ou $e^{1/2}$ qui a servi de point d'attache au cristal de quartz sur le minéral étranger qui le supportait ; on reconnaît par des mesures que les faces qui bordent la face d'aplatissement sont, suivant les cas p, $e^{1/2}$ ou e^2. Dans d'autres cas, le plan terminal du babelquartz est une face e^2.

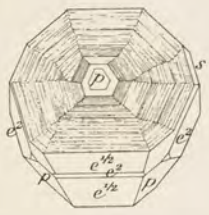


Fig. 11.
Babelquartz.

Enfin le quartz forme des masses fibreuses, parfois bacillaires (fig. 35), grenues ou compactes. Ces dernières ont une microstructure remarquable dont il est question à l'article *quartzine*, etc.

Figures de corrosion. Les figures de corrosion naturelles sont fréquentes dans le quartz et ont été depuis longtemps étudiées (Leydolt, Baumhauer, Penfield, etc.). De même que celles que l'on produit arti-

ficiellement, elles conduisent à des remarques importantes sur la structure intime des cristaux.

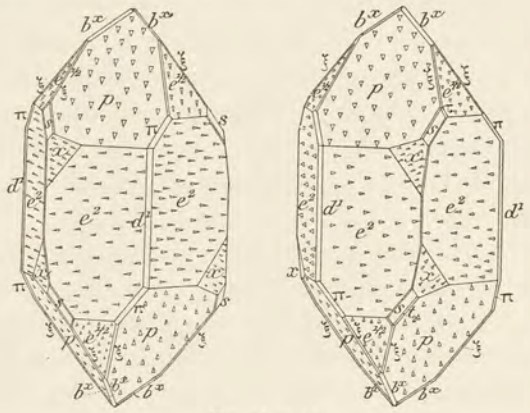


Fig. 12 et 13.
Schéma des figures de corrosion naturelle du quartz.

Les figures 12 et 13 représentent un schéma des principales figures de corrosion du quartz, d'après M. Molengraaff, qui a publié un important travail sur ce sujet (*Z. K.* XIV. 173, 1888 et XVII, 137, 1889). Ces figures sont en relief ou plus rarement en creux. Les fig. 14 et 15 reproduisent la photographie de figures de ce genre, remarquablement belles, que j'ai observées sur les faces *s* de cristaux droits et de cristaux gauches du quartz de la Gardette.

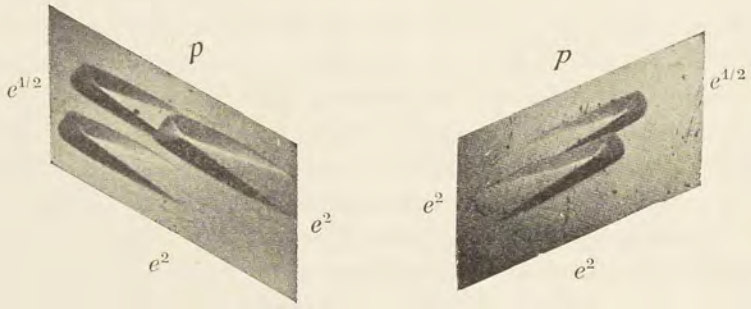


Fig. 14 et 15.
Figures en relief sur les faces *s* d'un cristal droit (fig. 15) et d'un cristal gauche (fig. 14) de quartz de La Gardette. (*Photographie avec grossissement de 5 diamètres*).

M. Molengraaff a montré comment les figures de corrosion obtenues en attaquant le quartz par des carbonates alcalins (fig. 16 et 17) sont extrêmement semblables à celles qui sont naturelles dans ce minéral (fig. 12 et 13) et fort différentes au contraire de celles (fig. 18 et 19) obtenues par l'acide fluorhydrique. Il y a là une indication intéressante de l'origine probable des figures de corrosion naturelles de quartz.

Un grand nombre d'arêtes du quartz (arêtes prismatiques et arêtes $p\,p$, $p\,e^2$ (zône $p\,\pi\,e^2$), $p\,s$, $p\,e^{1/2}$, $e^{1/2}\,s$, $p\,x$, $x\,e^{1/2}$, $s\,e^2$, etc.), sont fréquem-

ment arrondies ou garnies de faces plus ou moins corrodées et courbes ; ces faces (notamment d^1, ξ, γ, γ_x, t_x, o_x, H_x, etc.) à symboles dont souvent la complexité saute aux yeux (page 27) doivent être considé-

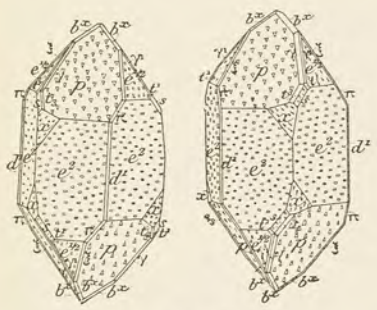


Fig. 16 et 17.
Figures de corrosion du quartz, produites par l'action des carbonates alcalins.

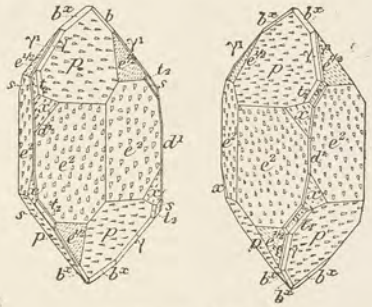


Fig. 18 et 19.
Figures de corrosion du quartz, produites par l'action de l'acide fluorhydrique.

rées non comme de véritables faces, mais comme des plans de corrosion. Il est possible d'obtenir expérimentalement beaucoup d'entre elles.

Déformations secondaires des cristaux. Les cristaux de quartz présentent parfois des déformations d'origine secondaire. Elles sont dues à des actions mécaniques. Dans quelques filons (La Gardette), il existe des cristaux brisés (fig. 21) et ressoudés par un nouvel apport de quartz. J'ai trouvé dans l'Ariège, à Pitourless en Lordat, des cristaux qui ont subi une torsion en forme de crosse ou une torsion hélicoïdale dont les fig. 20, 22, 37 et 38 représentent les effets. Examinés au microscope, ces cristaux se montrent constitués par des plages à extinction roulante qui sont caractéristiques des cristaux de quartz des roches ayant subi une forte compression. Les déformations de ce genre s'observent avec une grande fréquence dans le quartz des roches de toutes les régions dynamométamorphisées.



Fig. 20 à 22.
Cristaux de quartz déformés par action mécanique [(fig. 20 et 22), quartz tordu de Trimounts (Ariège), p. 71] quartz brisé et resoudé (fig. 21), de La Gardette.

Clivages. Clivages difficiles [ou plans de séparation d'origine mécanique (Judd)] suivant p $(10\bar{1}1)$ et $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$, ne s'observant que

dans des gisements spéciaux (quartz laminaire des pegmatites du Plateau Central, par exemple), plus difficiles encore suivant e^2 $(10\bar{1}0)$ et a^1 (0001). Ces divers clivages s'obtiennent aisément quand on



Fig. 23.
Inclusions à deux liquides dans cavité sans forme géométrique. Quartz de Madagascar. (*Photographie, grossissement de 125 diamètres.*)



Fig. 24.
Inclusions à un seul liquide dans cristaux négatifs. Quartz de Madagascar. (*Photographie, grossissement de 125 diamètres.*)

presse avec une aiguille sur une lame très mince de quartz convenablement taillée (Mallard) : celle-ci est remarquablement flexible.

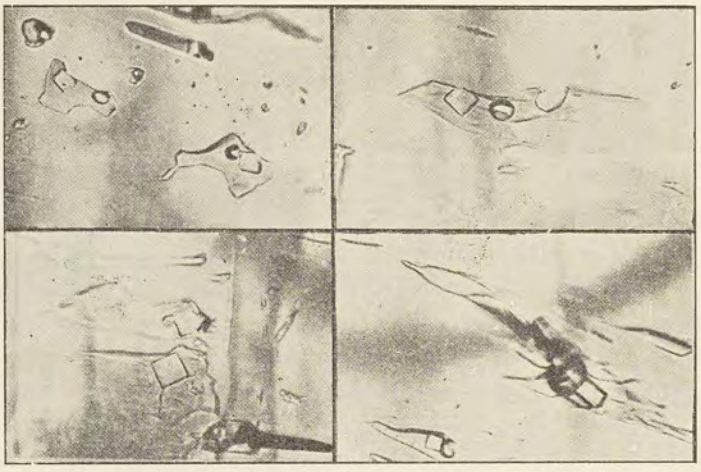


Fig. 25.
Inclusions liquides avec libelle et cristaux cubiques de Na Cl dans émeraude. (*Photographie, grossissement de 180 diamètres.*)

Cassure conchoïdale ou inégale, montrant quelquefois des rides (rap-

pelant l'empreinte du doigt sur une matière plastique), indices de la structure complexe due à la macle du Brésil (améthyste et quartz vert).

Dureté. 7. Les cristaux sont assez fragiles.

Densité. 2.653 à 2.654 ; les variétés cryptocristallines sont plus ou moins denses suivant la nature de leurs impuretés.

Inclusions. Les inclusions les plus caractéristiques du quartz sont les inclusions liquides (fig. 23 et 24), constituées soit par de l'eau, soit par de l'anhydride carbonique et parfois les deux, avec une libelle ; celle-ci est souvent spontanément mobile lorsque l'inclusion est très petite ; ces inclusions ont parfois la forme de cristaux négatifs (fig. 24). Elles peuvent renfermer aussi un sel cubique (Na Cl), semblable à celui de la fig. 25, ou un sel plus soluble à chaud qu'à froid. Elles sont surtout abondantes dans le quartz enfumé, dans le quartz laiteux. Les inclusions liquides sont dans d'autres cas constituées par un liquide carburé et sont alors la cause de l'odeur empyreumatique ou fétide que dégage par le choc le quartz qui les renferme (dans les pegmatites, les filons stannifères).



Fig. 26.
Cristal de quartz de la Gardette avec inclusions liquides disposées en traînées parallèles aux faces p et $e^{1/2}$. (*Photographie, grossissement de 2 diamètres environ.*)

Les inclusions liquides sont distribuées par traînées, et parfois disposées parallèlement à certaines faces du cristal, constituant des plans qui apparaissent troubles au milieu du quartz hyalin (fig. 26). Elles sont quelquefois très grosses, visibles à l'œil nu dans leurs détails (*quartz aérohydre*), la bulle gazeuse se déplaçant dans le liquide par agitation du cristal.

Le quartz renferme parfois des inclusions gazeuses ou vitreuses (dans roches éruptives), de longues aiguilles de rutile (cheveux de Vénus : voir la figure à *rutile*), de tourmaline (Madagascar), d'épidote, d'actinote ou de trémolite (quand celles-ci sont régulièrement disposées, elles constituent les variétés de quartz appelées *œil de chat*), de chlorite [elles sont parfois assez abondantes pour colorer uniformément le minéral en vert (*quartz chlorité*)], d'argile de diverses couleurs.

Coloration et éclat. Incolore, blanc laiteux, jaune de diverses nuances, brun, noir, rouge, rose, violet, plus rarement vert, bleu. Éclat vitreux,

parfois un peu gras, très vif dans les variétés cristallines. Poussière blanche dans les variétés pures, de la même couleur, mais plus claire dans les variétés colorées par des impuretés. Transparent à opaque.

Les noms des variétés suivantes sont basés sur la coloration :

Le *quartz hyalin* ou *cristal de roche* est la variété la plus pure, incolore et limpide, l'*améthyste* la violette (devenant verte par chauffage ou exposition à l'air), le *quartz topaze* la jaune, le *quartz enfumé*, la jaune foncé, brune ou noire. Le *quartz laiteux* est blanc de lait et seulement translucide ou presque opaque, il est parfois opalescent ; le *quartz gras* a un éclat spécial. La coloration peut être souvent modifiée par un chauffage convenable ; on l'attribue au manganèse (améthyste, quartz rose), à des composés carburés (quartz enfumé), à du titane (quartz enfumé), etc.

Les variétés caractérisées par des inclusions de matières étrangères ne sont pas moins nombreuses ; le *quartz saphirine* est coloré en bleu par de la crocidolite ; le *quartz prase* est d'un vert poireau (coloration due à des micas ou à de la chlorite cryptocristalline.) Le *quartz chloriteux* est coloré en vert par de la ripidolite en paillettes, le *quartz hyacinthe* (*quartz hématoïde*, *rubigineux*) en rouge foncé par des inclusions d'argile ferrugineuse, le *quartz ferrugineux* (eisenkiesel) en jaune vif par une ocre jaune.

L'*œil de tigre* est une variété fibreuse jaune, pseudomorphose de *crocidolite*, altérée en limonite : l'*œil de chat* est un quartz rendu chatoyant par des inclusions fibreuses parallèles d'amphibole (trémolite ou actinote).

Propriétés optiques. Double réfraction positive (n_g). Polarisation rotatoire ; les cristaux dextrogyres et les cristaux lévogyres se rencontrent avec une égale fréquence, le sens de leur rotation étant en rapport avec celui de leur hémiédrie.

Le quartz est l'un des minéraux dont les propriétés optiques ont été le mieux étudiées. Les nombres suivants ont été choisis parmi ceux du recueil de données numériques de M. Dufet (I et III, 1899-1900).

Les indices suivants[1] ont été mesurés par M. Macé de Lépinay (à 15° C.) et pour le spectre ultraviolet (L, P) par M. Mascart.

	A	B	C	D_1D_2	E	F	L	P
n_g	1,54813	1,55000	1,55093	1,55336	1,55640	1,55899	1,56974	1,57822
n_p	1,53919	1,54100	1,54190	1,54425	1,54717	1,54969	1,56019	1,56842

1. Pour le quartz fondu (Dufet, *in* Cotton, *Bull. soc. physiq.* 12 avril 1901), $n_{Li} = 1{,}4560$, $n_D = 1{,}4588$, $n_{TL} = 1{,}4611$.

Les variations des indices avec la température ont été étudiées avec une grande précision ; les nombres suivants ont été donnés par M. Dufet pour 0° à 100°, $\frac{dn}{dt}$ (raie D) :

$$\left.\begin{aligned} n_g &= -0{,}000\ 007\ 223 - 0{,}000\ 000\ 0037\ t \\ n_p &= -0{,}000\ 006\ 248 - 0{,}000\ 000\ 0005\ t \end{aligned}\right\} t = 0° \text{ à } 100°.$$

La biréfringence du quartz étant souvent prise comme type, il est intéressant de citer les nombres suivants dus à M. Macé de Lépinay (voir *in* Dufet les corrections à ces nombres, donnés pour 0° C.).

	C	D_1D_2	F	L	P
$n_g - n_p =$	0,0090493	0,009129	0,0093121	0,009665	0,0099473

La biréfringence diminue avec la température. MM. Mallard et Lechatelier ont montré qu'à 570° C., il se produit un changement brusque et à partir de cette température, la biréfringence augmente.

Le pouvoir rotatoire est proportionnel à l'épaisseur ; les nombres suivants ont été donnés par Soret et Sarasin (à 20° C.) pour une épaisseur de 1 mm.

A	B	C	D_2	D_1	E	F
12°668	15°746	17°318	21°684	21,727	27°543	32°37

Le pouvoir rotatoire s'accroît lentement avec la température. M. Lechatelier a montré qu'à 570° C., a lieu une variation brusque, après laquelle la déviation devient extrêmement lente.

Toutes les données optiques qui viennent d'être résumées ont été prises par des physiciens, en admettant que le quartz est rigoureusement uniaxe. L'étude attentive des sections perpendiculaires à l'axe vertical montre de très nombreuses irrégularités ; non seulement il existe des plages constituées par la superposition de cristaux de rotation différente et donnant par suite en lumière convergente les spirales d'Airy, mais encore des plages uniaxes montrant la croix noire régulière des corps uniaxes dépourvus de polarisation rotatoire, quand les individus superposés de rotation contraire sont suffisamment minces, et enfin des régions très nettement biaxes. Ces phénomènes sont particulièrement nets dans les améthystes ; la distribution de la coloration permet d'y distinguer, même à l'œil nu, la macle symétrique à d^1, produite non par accolement, mais par zones d'accroissement successives, constituées par des individus de rotation alter-

nativement opposée. L'étude optique montre alors une grande variété dans le détail de la structure ; la superposition d'individus de rotation contraire donnant des zones neutres (secteurs violets) qui, en lumière convergente, fournissent des spirales d'Airy ou des croix noires. La fig. 27 empruntée au mémoire classique de Des Cloizeaux montre un type fréquent dans l'améthyste du Brésil.

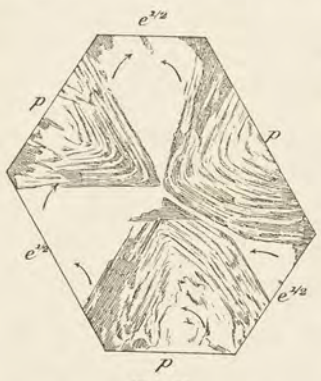


Fig. 27.
Section basique d'améthyste du Brésil.

Les phénomènes de la polarisation rotatoire ont été depuis longtemps reproduits par Reusch, en superposant des lames minces d'épaisseur constante de muscovite biaxe, disposées de telle sorte que leurs sections principales soient à 120° les unes des autres, l'empilement se faisant toujours dans le même sens.

Mallard et Sohncke ont appliqué le résultat de ces expériences au cas du quartz et donné la démonstration mathématique de la possibilité d'une semblable interprétation de la polarisation rotatoire de ce minéral. M. Wyrouboff a insisté (*A. C. P.* VIII. 1886) sur la probabilité de l'exactitude de cette théorie, en étudiant la biaxie du quartz et le mélange si habituel, notamment dans les améthystes, dont il a été question plus haut, de plages biaxes (avec plan des axes faisant entre eux des angles de 120°), et de plages dépourvues de polarisation rotatoire.

Plus tard, MM. Michel-Lévy et Munier-Chalmas ont apporté une contribution importante à cette théorie en montrant (*B. S. M.* XV. 159. 1893), d'une part la naissance de cristaux de quartz par groupement ternaire de fibres de *quartzine* biaxe, et d'une autre la propriété d'enroulement de la *calcédonite* autour d'un axe d'élasticité optique (voir plus loin). Cet enroulement est *continu* dans la calcédonite. M. Wallerant en étudiant (*B. S. M.* XX. 67. 1897) les relations du quartz et des fibres de quartzine qui le recouvrent, a admis à la suite de l'observation de quartzine provenant des Aubiers (*Vendée*) que la forme élémentaire de la quartzine est triclinique avec une forme extérieure tétraédrique (tétraèdres de 60°). La superposition de ces petits solides pseudoternaires, donnerait un enroulement *discontinu*, se faisant par sauts de 120°, qui permettrait ainsi la production du quartz pourvu de la

polarisation rotatoire. Dans les échantillons étudiés par lui, les fibres de quartzine peuvent, dans une face p du quartz, prendre trois orientations déterminées, se déduisant les unes des autres par rotation de 120° autour de l'axe ternaire du quartz (pas de polarisation rotatoire dans celui-ci), leur indice n_g étant toujours parallèle à celui du quartz. Dans le cas des cristaux offrant la polarisation rotatoire, quand une face p limite deux cristaux,l'un droit, l'autre gauche, les fibres de quartz disposées sur les parties de cette face appartenant au cristal gauche, par exemple, ont une orientation à 120° de celles du cristal droit : les fibres de quartzine ne sont donc plus disposées que suivant l'une des trois directions indiquées dans le cas précédent.

M. Judd a décrit (*Min. Magaz.*, VIII, 1, 1888 et X, 123, 1892) des cristaux de quartz (notamment de Madagascar), dans lesquels la structure de l'améthyste (macle d^1 avec structure cannelée) est liée à des déformations mécaniques subies par les échantillons qui le présentent : les plages à structure lamellaire suivent des cassures. Pour expliquer la structure de l'améthyste, M. Judd admet l'existence de deux formes de quartz, souvent associées dans le même cristal, l'une normale ne subissant pas de modifications sous l'influence des actions mécaniques, l'autre, au contraire, susceptible de prendre la structure lamellaire sous l'influence de celles-ci. Ce serait cette structure qui permettrait la concentration du pigment coloré entre les lamelles et rendrait ainsi manifeste en lumière naturelle l'anatomie des cristaux d'améthyste.

Il me reste à donner quelques détails sur la structure intime des cristaux de quartz des gisements décrits plus loin.

Les cristaux incolores ou enfumés des granulites sont généralement pauvres en anomalies ; ils sont constitués par des individus (macle e^2) de même signe (Bône, Pontivy, Limousin).

Les cristaux limpides des remplissages de fentes de l'Oisans et des filons métallifères d'Allevard offrent souvent la même structure ; cependant j'ai trouvé fréquemment, notamment dans ceux de la Gardette, et toujours sur le bord des cristaux, des zones neutres irrégulières, n'affectant que très rarement la forme de secteurs, et indiquant des groupements d'individus de signe opposé qui ne sont que très rarement visibles macroscopiquement. Des Cloizeaux a observé un fait analogue et figuré un quartz enfumé de Maronne présentant dans presque toute sa masse des enchevêtrements irréguliers de lames de rotation différente.

Des Cloizeaux a décrit jadis la disposition en secteurs du quartz des argiles triasiques de l'Aude et donné la figure reproduite ci-contre (fig. 29). Cette disposition est presque constante dans les cristaux de ce genre de gisement, mais difficile à voir nettement à cause de la prodigieuse quantité d'inclusions d'anhydrite qu'ils renferment généralement. J'ai examiné des cristaux extraits du gypse de Massat (*Ariège*) ; leur centre est rendu trouble par les inclusions d'anhydrite, mais leur bordure exceptionnellement pure se divise en secteurs limités par les diagonales de la section ; ils ne présentent pas de polarisation rotatoire ; les plages sont biaxes, à axe d'écartement variable, mais atteignant $2E = 45°$. Le plan des axes est parallèle aux côtés de la section. A l'intersection des deux secteurs contigus, le minéral présente une croix noire parfaitement régulière. On verra page 110, que l'action de l'acide fluorhydrique met en évidence l'existence de ces secteurs (fig. 81).

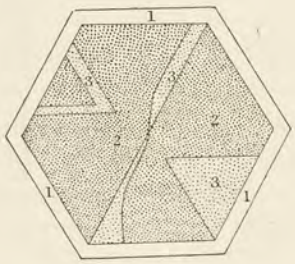


Fig. 28.
Section basique d'améthyste du Puy-de-Dôme. (*Lumière polarisée parallèle.*)

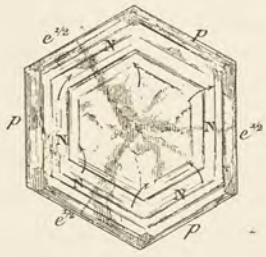


Fig. 29.
Section basique de quartz des argiles triasiques de l'Aude.

Les cristaux des sédiments dévoniens de Neffiez offrent en général un individu dominant de signe donné, renfermant un secteur de signe contraire avec une zone neutre à la limite commune ; ce secteur a d'ordinaire un angle au centre (120°) très net.

Les cristaux limpides des marnes de Saint-Maime (*Basses-Alpes*), au contraire, présentent une régularité et une pureté admirables ; ils se divisent en six secteurs dont les bases sont constituées par les faces e^2 (fig. 27, mais avec égalité des six secteurs). Trois d'entre eux présentent la polarisation rotatoire avec même rotation, alors que les trois autres sont éteints et montrent des spirales d'Airy régulières.

Cette disposition est celle des améthystes d'Auvergne. De même qu'au Brésil, le pigment coloré n'y est pas d'une façon uniforme distri-

bué. Le plus souvent, on observe trois secteurs d'un violet foncé, ayant parfois une régularité théorique (fig. 27) (et correspondant aux faces p dominant dans le pointement) et trois secteur sincolores ou d'un violet plus pâle. La périphérie des cristaux est souvent d'un blanc laiteux et se montre dans les sections basiques fibreuses, avec fibres disposées perpendiculairement aux faces e^2. La figure 40 (page 75) représente une section de ces cristaux, parallèle à l'axe vertical rendant manifeste cet encapuchonnement de l'améthyste par du quartz blanc. La fig. 28 montre un exemple de secteurs très inégaux.

En lumière convergente, on constate qu'en général, les secteurs presque incolores (3. fig. 28) présentent les phénomènes réguliers de la polarisation rotatoire et les secteurs violets (2. fig. 28) des superpositions d'individus de rotation contraire, mais il y a des interversions fréquentes de cet ordre et il n'est pas rare de trouver des spirales d'Airy ou des croix noires dans les secteurs blancs. Quant à la bordure de quartz incolore périphérique (1. fig. 28), elle est constituée par des individus de signe constant, avec des taches montrant des spirales d'Airy et des croix noires régulières.

Enfin, je rappellerai que le quartz hyalin des environs de Paris présente parfois la structure optique de l'améthyste.

Propriétés électriques et calorifiques. Pyroélectrique et piézoélectrique. Ces propriétés sont en rapport régulier avec l'hémièdrie ; les arêtes latérales d'un prisme de quartz non maclé sont alternativement positives et négatives par échauffement, négatives et positives par refroidissement. Les arêtes positives par échauffement sont celles qui portent les faces s (Friedel).

L'électricité développée par pression correspond à celle produite par refroidissement et l'électricité développée par une diminution de pression correspond à celle qui prend naissance par échauffement (J. et P. Curie).

Dans la macle suivant e^2, deux arêtes adjacentes peuvent avoir le même caractère, alors que dans la macle du Brésil, toutes les arêtes ont le même signe.

Les sections basiques sont divisées au point de vue électrique en secteurs, ce qui permet de déceler par leur examen les groupements et les pénétrations irréguliers.

Non conducteur de l'électricité. Mauvais conducteur de la chaleur.

Dilatation. Le quartz se dilate avec la chaleur.

M. Benoît a donné pour la dilatation perpendiculaire à l'axe vertical $10^5\, d = 1{,}316\, t + 0{,}00126\, t^2$ et pour celle parallèle à l'axe vertical $10^5\, d = 0{,}711\, t + 0{,}000856\, t^2$, ($d$ étant l'unité de longueur à 0°). M. Lechatelier a montré qu'à 570° C, le quartz subit brusquement un accroissement plus rapide (reversible), puis à une température supérieure, la dilatation se change en une lente contraction. D'après lui, ce brusque changement de volume (accompagné de variations dans le pouvoir rotatoire et la biréfringence) serait la cause de la fissuration du quartz, attribuée jusqu'ici à sa mauvaise conductibilité ; il serait le résultat d'une transformation dimorphique.

Composition chimique. Le quartz est formé par de la silice pure Si = 46,7, O = 53,3 = 100.0. De nombreuses impuretés (voir à *inclusions*) se trouvent dans beaucoup de variétés.

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau ordinaire, mais fusible au chalumeau oxhydrique, donnant alors un verre d'une densité de 2,2. Il y a commencement de ramollisssement vers 1200° C, et fusion vers 1775° C. (Roberts-Austen, *Philos. Magaz.*, 1899, n° 1.)

Insoluble dans les acides, sauf dans l'acide fluorhydrique ; difficilement attaquable par les alcalis.

Altérations. Malgré sa résistance aux actions chimiques des laboratoires, le quartz se rencontre dans la nature épigénisé en stéatite, pyrite, cassitérite, magnétite, etc. (Voir à *figures de corrosion*).

Inversement, le quartz forme des pseudomorphoses d'un grand nombre de minéraux et notamment de fluorine, de calcite, de barytine, etc. Dans ces pseudomorphoses, les cristaux de quartz ont fréquemment leur axe vertical disposé normalement aux faces du minéral qu'ils épigénisent.

Le quartz moule souvent des cristaux de diverses substances qui disparaissent ensuite, laissant leur empreinte dans le quartz (cavités cubiques ou octaédriques dues à la galène, à la fluorine), empreintes de barytine crétée (*quartz haché*), de cristaux de célestite, de dioptase, etc.

Enclaves dans roches volcaniques. — Le quartz en *enclave enallogène* dans les roches volcaniques est *étonné*, puis fondu sous l'influence de la chaleur. En outre, dans la plupart des roches volcaniques, il détermine à sa périphérie la formation d'une auréole d'augite (fig. 31, p. 601, t. I). Dans les roches acides (trachytes du Mont-Dore), il se transforme en tridymite, comme dans les briques siliceuses soumises à haute température. Je n'ai pas trouvé dans les gisements volcaniques français de cas de recristallisation de quartz au milieu d'enclaves.

Diagnostic. La forme des cristaux, leur hémiédrie, leurs propriétés optiques, jointes à leur densité et à leur dureté, ne permettent de confondre le quartz avec aucun autre minéral. En l'absence de formes géométriques, la densité, la dureté, la résistance à l'action des acides constituent un bon diagnostic que vient appuyer l'examen microscopique (un axe optique positif; $n_g - n^p = 0.009$ env. pour la lumière blanche).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le quartz est l'un des minéraux les plus répandus dans la nature ; il joue un rôle important et souvent prépondérant dans la constitution d'un grand nombre de roches d'origine interne ou de formations sédimentaires. Je le considérerai successivement :

1° Dans les roches éruptives ;
2° Dans les roches métamorphisées par les roches éruptives ;
3° Dans les schistes cristallins ;
4° Dans les filons ;
5° Dans les sources thermales ;
6° Dans les formations sédimentaires.

Dans aucune de ces conditions de gisement, il ne saurait être question de citer toutes les localités françaises où l'on rencontre le quartz, je me suis donc attaché à choisir celles qui sont les plus caractéristiques, les plus importantes ou qui se distinguent par quelque particularité spéciale.

Je m'occuperai ici exclusivement du quartz cristallisé [1] d'une façon distincte ; toutes les variétés, telles que les *jaspes*, les *silex*, etc., dont la nature ne peut être décelée que par l'examen optique, seront décrites dans un chapitre spécial ; on verra en effet que dans la plupart d'entre elles, le quartz s'y présente sous ses formes fibreuses aussi souvent que sous sa forme normale.

1° *Dans les roches éruptives.*

La présence du quartz comme élément essentiel caractérise les roches de la famille du *granite*, mais ce minéral se rencontre en outre comme élément accessoire dans un assez grand nombre d'autres roches et il peut se présenter aussi comme élément d'altération dans tous les

1. Dans les descriptions qui vont suivre, afin d'éviter les répétitions, il sera sous-entendu, qu'à moins d'indication contraire, les cristaux présentent toujours les formes e^2 $(10\bar{1}0)$, p $(10\bar{1}1)$ et $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$.

types pétrographiques possibles. Il n'est pas toujours facile d'établir une limite entre ce quartz primaire et celui qui est d'origine secondaire. Dans un grand nombre de cas, cependant, on peut suivre le mécanisme de la production du quartz secondaire par infiltration dans toutes les cavités de la roche ou de ses éléments qui, bien souvent, ont fourni eux-mêmes la silice nécessaire.

a) *Dans les granites, les granulites et les pegmatites.*

Le quartz constitue l'élément caractéristique de ces roches, il est généralement riche en inclusions liquides (avec souvent bulles mobiles) et en inclusions gazeuses.

Dans les granites proprement dits, le quartz est xénomorphe, moulant tous les autres éléments ; cette structure est réalisée aussi dans certaines granulites et notamment dans la granulite à albite et topaze qui accompagne les gisements stannifères (voir t. I, fig. 3, p. 63) ; enfin, dans certaines roches de contact, il prend la structure micro-granitique.

Dans les *granulites* (granites à deux micas, granulites à muscovite, aplites), le quartz est souvent granulitique, c'est-à-dire en grains isométriques, qui parfois prennent des formes géométriques.

Les *pegmatites* sont des roches à très grands éléments formées sous l'influence prédominante des émanations minéralisatrices qui ont accompagné la mise en place des roches granitiques ; elles sont riches en muscovite, tourmaline, grenat, béryl et nombreux autres minéraux accessoires. Tantôt elles constituent des filons ayant une individualité distincte, et tantôt elles ne forment qu'un accident des roches granitiques à éléments plus fins. On y trouve le quartz en énormes masses, dégageant souvent par le choc une odeur empyreumatique ou fétide (Chanteloube, Autunois, environs de Nantes), comme dans les gîtes stannifères (La Villeder). La couleur de ce quartz est parfois blanche, mais le plus souvent d'un gris de fumée plus ou moins foncé, parfois noir (Chanteloube), plus rarement d'un beau rose (Montagny (*Rhône*), Chanteloube, etc.). C'est dans ces variétés de quartz que les inclusions liquides sont le plus abondantes et le plus grosses. Il présente dans quelques gisements (Chanteloube), des clivages faciles qui lui donnent une structure *laminaire*.

Le quartz des pegmatites est souvent xénomorphe, il englobe les feldspaths et les micas ; dans d'autres cas, il présente des formes géo-

métriques qui vont être étudiées plus loin, et il se présente aussi, régulièrement groupé avec le feldspath pour constituer une structure pegmatique. Les pegmatites graphiques ainsi produites sont un accident plus ou moins fréquent dans la plupart des filons de pegmatite. On a vu, t. II, p. 34, que la structure pegmatique est caractérisée par l'association de deux minéraux ayant cristallisé simultanément, l'un englobant un grand nombre d'individus cristallitiques à orientation uniforme de l'autre. Dans la pegmatite graphique, la plus abondante de toutes, le minéral englobant est le feldspath (orthose, microcline, plagioclases acides), le minéral englobé, le quartz, dont les cristaux sont très allongés suivant l'axe vertical et réduits à des squelettes creux, constitués par de minces cloisons correspondant à des faces e^2, p et $e^{1/2}$ (fig. 30).



Fig. 30.
Groupement pegmatite de quartz et d'orthose (pegmatite graphique d'Ax) (*Ariège*). (*Grandeur naturelle.*)

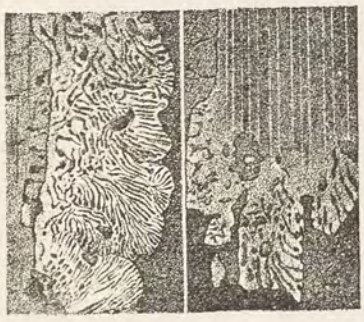


Fig. 31.
Groupements de feldspaths et de quartz vermiculé. A droite, oligoclase de la granulite de Frugières-le-Pin (*Haute-Loire*) ; à gauche, orthose du gneiss granulitique de Saint-Bonnet près Condat (*Cantal*).

J'ai décrit (tome II, pp. 338 et 521) des pegmatites de *quartz* et de muscovite, de *quartz* et de cordiérite (Cambo, *Basses-Pyrénées*) ou enfin (tome I, p. 93, fig. 8 et 19) de tourmaline et de *quartz* (*Ariège*), dans ces dernières, l'ordre habituel est renversé, c'est le quartz qui constitue le minéral englobant, alors que la tourmaline est l'élément cristallitique englobé. Toutes ces pegmatites se trouvent comme la pegmatite graphique normale dans des filons granitiques à grands éléments.

Enfin, le quartz se présente dans les roches granitiques, sous une autre

forme régulière microscopique, sous celle de *quartz vermiculé*, consistant en associations avec des feldspaths acides ; il n'a plus de formes géométriques comme dans la structure pegmatique, mais des formes arrondies, vermiculées (fig. 31) qui font penser que, dans bien des cas, il est d'origine secondaire (*quartz de corrosion*). Le quartz vermiculé est surtout fréquent dans le granite et la granulite, il abonde d'une façon particulière au voisinage des contacts à Flamanville (*Manche*) (Michel-Lévy), dans les Pyrénées, etc.

Indépendamment de ce quartz normal, les roches granitiques altérées sont imprégnées par du quartz d'origine certainement secondaire qui, peu à peu, remplace la plupart de leurs éléments.

Dans les régions fortement plissées [granite (protogine) du Mont-Blanc entre autres], le quartz, plus peut-être que les autres éléments de la roche, a subi des écrasements intenses qui se manifestent dans les lames minces par le développement de la structure en ciment et par la production d'extinctions roulantes des plus caractéristiques.

Il reste à passer en revue les gisements français dans lesquels on observe au milieu des roches granitiques des cristaux géométriquement déterminables de quartz. Ils se trouvent toujours dans des granulites ou des pegmatites quand celles-ci présentent des fentes ou des cavités miarolitiques. Ces cristaux de quartz sont généralement associés à des cristaux d'orthose, de microcline, d'albite, parfois de muscovite, d'apatite, de béryl, etc. Presque toujours, ils sont enfumés et souvent de couleur très foncée; leurs formes sont remarquablement nettes et les macles par pénétration (type *b* avec cristaux de même rotation) y sont à peu près constantes et extrêmement répétées. Il ne faut pas confondre, au point de vue de l'origine, ces cristaux formés par des émanations immédiates du magma granitique et les cristaux se trouvant dans les fentes du granite de quelques régions (Mont-Blanc, etc.), sans être pour cela, liés d'une façon nécessaire à la genèse du granite; en effet, dans une même région (Oisans), ils se rencontrent aussi bien dans les fentes du granite que dans celles des schistes cristallins et même des roches sédimentaires jurassiques les surmontant et qui sont d'âge postérieur au granite.

Normandie. — *Orne.* Les célèbres cristaux de quartz enfumé, connus depuis longtemps sous le nom de *diamants d'Alençon*, se trouvent aux environs de cette ville, dans les carrières de Pont-Percé et de la Galochère en Condé-sur-Sarthe et notamment près de Hertré. Ils tapissent

les cavités de veinules de pegmatite, traversant une granulite à grains fins ; ils y sont associés à des cristaux d'orthose, d'albite, d'apatite, à de la muscovite, etc. Ces gisements qui ont fourni jadis de magnifiques échantillons, tendent à s'épuiser, et la plupart des *diamants d'Alençon* vendus aujourd'hui par les bijoutiers du pays viennent du Valais ou d'autres régions étrangères.

Le plus bel échantillon de quartz enfumé de cette région que je connaisse a été trouvé dans le parc du château de Vervaine ; il mesure 20 cm suivant l'axe vertical et a 13 cm de diamètre. La fig. 32 montre sa structure polysynthétique (collection du Muséum). Les formes que j'ai observées dans ce gisement sont : x, s, $e^{43/2}$ $(50\bar{5}3)$, e^3 $(40\bar{4}1)$, $e^{31/11}$ $(14.0.\bar{1}\bar{4}.3)$, $e^{7/3}$ $(10.0.\bar{1}0.1)$, et peut-être $e^{7/8}$ $(0.15.\bar{1}\bar{5}.9)$ et $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$.



Fig. 32.
Quartz enfumé du château de Vervaine montrant sur les faces e^2 la structure polysynthétique due à la macle du type *b*.

Calvados. La carrière de la Bellière, près Vire, a fourni des cristaux de quartz enfumé associés à de beaux cristaux d'orthose et offrant les mêmes formes que ceux des environs d'Alençon.

Bretagne[1]. — *Morbihan.* Je dois à l'obligeance de M. E. Havel la communication de beaux cristaux de quartz enfumé qu'il a recueillis dans les carrières de granulite de Pontivy ; assez abondants au début de l'exploitation de ces carrières, ils deviennent extrêmement rares, à mesure que la granulite prend en profondeur un grain plus fin et plus homogène[2]. Le plus beau cristal trouvé atteint 11 cm

1. G. Rose a cité dans son mémoire sur le quartz, des cristaux enfumés à faces très brillantes, provenant de Bretagne, sans indication plus précise. Ces cristaux présentent en outre des faces habituelles s, x et e^3 $(40\bar{4}1)$; ils possèdent avec une apparence simple de nombreux groupements à axes parallèles, rappelant ceux des cristaux de Suisse ; ils se trahissent parfois par la répétition de s et de x sur des angles adjacents. Il me paraît probable, d'après la description, que ces cristaux proviennent des environs d'Alençon, plutôt que du gisement de Pontivy.

2. Il semble qu'aux environs d'Alençon se produise le même phénomène. Il peut s'expliquer par ce fait que la formation des veines pegmatiques étant due à des émanations volatiles, elle doit être surtout fréquente à la périphérie des massifs qui, en profondeur, deviennent de plus en plus homogènes.

suivant l'axe vertical et 7 cm de diamètre. Ces cristaux sont en moyenne moins foncés que ceux d'Alençon ; les petits sont parfois à peine teintés, il n'est pas rare de trouver des cristaux en partie transparents, en partie troubles, dont les pointements sont glacés de blanc par suite de l'existence de petites fissures. Ces cristaux présentent généralement la même structure polysynthétique que ceux d'Alençon, on y observe quelques rhomboèdres [($e^{8/3}$ (11.0.$\bar{1}$1.2), $e^{7/3}$ (10.0.$\bar{1}$0.1), $e^{11/7}$ (06$\bar{6}$1), $e^{5/3}$ (08$\bar{8}$1)] ; s et x ne sont pas très fréquentes, le plus souvent, il n'existe pas de formes hémièdres. Des cristaux d'orthose, d'albite, d'apatite bleue, de béryl accompagnent ce quartz.

Loire-Inférieure. Les granulites de la Loire-Inférieure sont assez fréquemment traversées par des filonnets pegmatiques à structure miarolitique qui ont fourni de beaux cristaux de quartz enfumé. M. Baret a cité notamment (*op. cit.* 38. 1898) Orvault, le parc Grillaud et la Salle Verte près Saint-Clair, la côte de Batz.

A Nantes même, dans les fentes des pegmatites de Barbin, il existe des cavités riches en cristaux de quartz presque hyalin, d'apatite, de bertrandite, etc.

Vendée. — *Vendée.* Je dois à M. Chartron de gros cristaux de quartz hyalin et enfumé provenant de filons de quartz de pegmatite de Chambretaud près les Herbiers, ils sont du même type que ceux de la Haute-Vienne.

Plateau Central. — *Aveyron.* Les pegmatites des environs d'Entraygues et notamment à l'Est de Castailhac, renferment des géodes tapissées d'énormes cristaux d'orthose, de tourmaline et de quartz enfumé ou presque incolore. Ces derniers, semblables comme forme à ceux du Limousin, dépassent fréquemment un décimètre suivant l'axe vertical. M. Arsandaux qui me les a signalés, a trouvé dans le même gisement des masses de quartz rose.

Corrèze. D'énormes cristaux de quartz enfumé ont été rencontrés autrefois dans les carrières de granulite de Champs de Brach près d'Eyrein, à 12 km. environ, à l'Est de Tulle.

M. Mouret m'a signalé quelques cristaux de quartz enfumé dans des filons de pegmatite exploités autrefois pour le kaolin à l'arbre du Faisan, au croisement des routes d'Argentat à Mauriac et de Beaulieu à Mauriac, dans le canton de Mercœur.

Haute-Vienne. Les pegmatites des environs de Chanteloube (voir tome I, p. 80) renferment des cristaux de quartz généralement enfumés

qui atteignent parfois de très grandes dimensions. M. Barret (*Géol. du Limousin*, 177) en cite qui pesaient plus de 100 kg. et qui furent trouvés à Margnac en Compreignac; je dois à l'obligeance de M. Bouhard des cristaux de ce gisement (Venachat et Margnac) atteignant 30^{cm} suivant l'axe vertical et 5^{cm} de diamètre. Ces cristaux sont le plus souvent ternes et engagés dans les feldspaths, ils se trouvent parfois cependant dans des géodes et ont alors les faces brillantes; leur couleur varie depuis le noir, tellement foncé que les cristaux paraissent opaques, jusqu'au gris de fumée; dans ce dernier cas, ils sont translucides ou transparents. Ils sont allongés suivant l'axe vertical et présentent d'ordinaire des rhomboèdres directs et inverses e^3 $(40\bar{4}1)$ et $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$ très développés qui leur donnent un aspect caractéristique; sur quelques cristaux j'ai observé la forme rare μ $(13\bar{4}1)$.

La structure de ces cristaux est peu compliquée et rappelle celle des cristaux du Valais; ceux que j'ai fait tailler sont en effet constitués par le groupement d'individus ayant tous la même rotation, de telle sorte que leurs sections parallèles à l'axe vertical paraissent homogènes et ce n'est qu'en inclinant la préparation sous le microscope que l'on voit apparaître des flammes indiquant l'enchevêtrement des individus constituants. Sur les faces du pointement, on distingue souvent au milieu des faces p des marbrures ternes $e^{1/2}$, indiquant la macle du type b.

D'autres cristaux du même genre ont été trouvés à la Vilate, au pont de Barost, à Masbarbu, mais il est difficile de s'en procurer depuis l'abandon des carrières de pegmatite de cette région.

Je rappellerai que c'est dans ces pegmatites que se trouve le quartz rose et le quartz laminaire clivable dont il est question page 38.

Charente. Les granites des environs de Confolens renferment assez fréquemment des veines de pegmatite miarolitique contenant de gros cristaux de quartz enfumé; les échantillons que j'ai examinés ont été recueillis par M. Boreau aux environs d'Esse (Château-Guyon, Pierre Fromagère, La Quayre). Le plus souvent, les formes communes seules existent, cependant s et x ne sont pas rares : ce quartz est associé à de jolis cristaux d'orthose (macles de Carlsbad, de Baveno), que je ne connaissais pas quand a paru le tome II.

Rhône. De beaux cristaux incolores, un peu enfumés, ont été trouvés dans les pegmatites de Montagny, qui ont fourni aussi des masses de quartz d'un fort beau rose. Le quartz de ce gisement a été exploité autrefois pour une faiencerie.

Saône-et-Loire. Quelques beaux cristaux de quartz enfumé ont été rencontrés dans des pegmatites de la Tagnière près Toulon-sur-Arroux, ils ont la même forme que ceux de Compreignac.

Algérie. — *Constantine.* Des Cloizeaux a figuré un cristal de quartz enfumé (fig. 33) provenant de Bône et présentant entre autres les formes rares d^1 $(11\bar{2}0)$, c $(7.4.\bar{1}\bar{1}.0)$, M $(108.39.\bar{1}4\bar{7}.75)$, Δ $(10.5.\bar{1}\bar{5}.2)$, χ_1 $(21.1.\bar{2}\bar{2}.27)$,σ $(7.5.\bar{1}\bar{2}.5)$ et t $(32\bar{5}3)$.

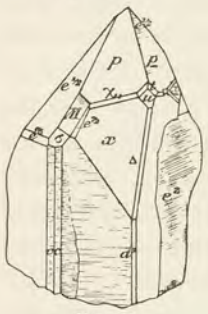


Fig. 33.
Quartz de Bône.

La collection du Muséum possède un grand nombre de cristaux de ce gisement, recueillis par M. Renou sur la plage, au Nord de l'ancien blockhaus de la mer. D'après l'aspect de ces cristaux auxquels adhèrent des lames de muscovite et des cristaux d'orthose, il me semble probable qu'ils proviennent d'un filon de pegmatite. Ces cristaux sont caractérisés par des macles constantes suivant e^2 (type b). Les individus composants sont toujours du même signe et les cristaux présentent régulièrement des plagièdres aux deux extrémités de chacune des arêtes verticales J'ai étudié plusieurs centaines de ces cristaux et aucun ne fait exception à cette règle.

La même collection possède des cristaux de quartz hyalin d'une limpidité admirable qui proviennent également de Bône et peut-être du même gisement, bien qu'ils ne soient pas associés les uns aux autres. Ces cristaux incolores montrent la même structure que les cristaux enfumés ; ce sont aussi des macles régulières de cristaux de même rotation présentant d'une façon constante des plagièdres sur toutes les arêtes verticales ; les faces x sont presque toujours accompagnées de u $(31\bar{4}1)$ et prennent souvent un développement tel que les faces e^2 sont fort réduites. Les rhomboèdres autres que p et $e^{1/2}$ sont striés en escaliers et ne se mesurent pas avec une grande précision ; j'ai observé les suivants : $e^{13/2}$ $(50\bar{5}3)$, $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$, e^3 $(40\bar{4}1)$, $e^{29/10}$ $(13.0.\bar{1}\bar{3}.3)$, $e^{8/3}$ $(11.0.\bar{1}\bar{1}.2)$, $e^{13/5}$ $(60\bar{6}1)$, $e^{7/8}$ $(0.15.\bar{1}\bar{5}.9)$, $e^{14/15}$ $(0.29.\bar{2}\bar{9}.16)$, $e^{5/4}$ $(03\bar{3}1)$, $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$, $e^{11/7}$ $(06\bar{6}1)$.

L'un de ces cristaux enfumés, bipyramidé, présente les faces p extrêmement développées ; à leur intersection existent des faces b^x ternes et non mesurables. En outre des macles constantes dans ce gisement, ce cristal offre la macle asymétrique par rapport à a^1 (0001) (type a). On la distingue non seulement grâce à la coexistence

de deux faces p aux deux extrémités de la même face e^2, mais encore à cause de l'existence, sur les arêtes e^2 de la partie antérieure du cristal seulement, de faces arrondies et corrodées, paraissant correspondre au prisme c et s'interrompant brusquement à la rencontre de l'individu inférieur de la macle.

Les arêtes d'intersection de $e^{1/2}$ et des divers rhomboèdres $e^{13/2}$ ($50\bar{5}3$), $e^{7/2}$ ($30\bar{3}1$), etc., présentent des faces de corrosion ne fournissant aucune mesure précise : l'une d'elle (zône x $e^{1/2}$) paraît correspondre à M citée plus haut.

Tunisie. — Les granulites de Béja renferment des cristaux de quartz enfumé accompagnés de cristaux d'orthose ; ils sont très analogues à ceux d'Alençon.

Madagascar. — Il est probable qu'une partie au moins du quartz hyalin limpide de Madagascar provient de la catégorie de gisement étudiée ici ; souvent en effet ce quartz contient de longues aiguilles de tourmaline, des lames de muscovite qui semblent bien indiquer une relation d'origine avec la pegmatite. M. Villiaume m'a signalé aux environs de Tananarive des filons de pegmatite dans lesquels les éléments étaient très nettement différenciés en grandes masses homogènes ; parmi celles-ci se trouvait du quartz hyalin limpide. Mais d'autre part, il existe de nombreux échantillons contenant des cristaux d'épidote, des paillettes de ripidolite qui paraissent montrer une analogie bien nette de gisement avec les cristaux des Alpes, aussi décrirai-je le quartz de Madagascar à la suite de ceux-ci en attendant que des documents nouveaux viennent éclaircir cette question.

Je dois à M. A. Grandidier la connaissance de quartz de pegmatites d'un beau rose, provenant du versant oriental du Mont Famohizankova à l'Ouest du lac Itasy (*Imerina*). Enfin, un quartz laiteux, opalescent, se rencontre à Bétafo, en même temps que l'orthose pierre de lune, la tourmaline rouge et bleue, le béryl, etc.

b) *Dans les microgranites et les rhyolites (porphyres).*

Le quartz des microgranites (microgranulites) et des rhyolites (porphyres) se rencontre à deux états, en phénocristaux et sous forme microscopique. Les phénocristaux qui dépassent rarement 1^{cm} ont presque exclusivement la forme de pyramides hexagonales (p et $e^{1/2}$) (fig. 34). Elles ont le plus souvent les arêtes et les faces arrondies par

corrosion magmatique ; les plaques minces de roches les montrent en effet creusés de profondes cavités. Cependant parfois [rhyolites pétrosiliceuses des environs d'Agay (*Var*)] ces cristaux ont les arêtes vives.

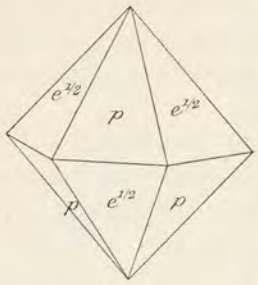


Fig. 34.
Quartz des microgranites et des rhyolites.

Le quartz de rhyolites renferme moins d'inclusions gazeuses et liquides que celui du granite et peut contenir des inclusions vitreuses à formes polyédriques ou quelconques.

Le quartz de ces roches est incolore ou blanc, rarement tout à fait hyalin (rhyolites d'Agay), celui des *porphyroïdes* de Mairus (*Ardennes*) possède une coloration bleue intense.

Le quartz de la pâte des roches porphyriques présente des structures très variées dont la considération joue un rôle important dans les classifications pétrographiques. Dans les microgranites et les microgranulites, ce minéral montre, au microscope, la même structure que dans des granites et des granulites.

J'ai décrit et figuré aux pages 35 et 36 du tome II (fig. 24 et 25) les principales formes des agrégats micropegmatiques qui sont fréquents dans les microgranites et les microgranulites et qui conduisent par des passages insensibles des *micropegmatites auréolées* et à *étoilements* aux *sphérolites à croix noire* (*sphérolites pétrosiliceux*), dans lesquels le quartz n'est plus visible au milieu des fibres feldspathiques.

Enfin il existe dans certaines rhyolites (porphyres) une dernière forme microscopique de quartz que M. Michel Lévy a désigné sous le nom de *quartz globulaire* et qui caractérise les porphyres à quartz globulaire. Elle consiste en petites éponges à formes extrêmement variées qui englobent (*structure pœcilitique*) des cristaux microlitiques de feldspath ou des particules de verre. Ces globules quartzeux ont une orientation optique unique, bien que souvent en lumière naturelle, on constate l'existence d'une structure originellement concentrique ou radiée, décelée par des inclusions ferrugineuses ou argileuses. Ils entourent souvent les phénocristaux de quartz en s'orientant sur eux (*quartz auréolé*).

c) *Dans les syénites, les diorites et les microdiorites.*

Dans les *syénites* et les *diorites quartzifères*, établissant le passage des syénites et diorites normales au granite, le quartz se présente avec

les mêmes propriétés que dans cette dernière roche. Dans les diorites quartzifères, il forme parfois des micropegmatites avec de l'orthose ou un plagioclase acide.

Le quartz des microdiorites a la même structure que celui des microgranulites ; tantôt il s'y présente en phénocristaux (porphyre bleu de l'Esterel) en même temps qu'en éléments microgrenus, et tantôt, on ne l'y trouve que sous cette dernière forme (Le Pallet, *Loire-Inférieure*).

d) *Dans les gabbros et les norites.*

Le quartz se rencontre dans les types les plus acides du groupe du gabbro ; il y possède les mêmes propriétés que dans le granite. Je l'ai notamment observé dans les gabbros et les norites de contact des environs du Pallet (*Loire-Inférieure*) ; dans la carrière du Champ Cartier en Vallet, ainsi que le long de la voie du chemin de fer entre le Pallet et Gorges, le quartz des norites présente une coloration bleu violacé qui le fait, au premier abord, confondre avec la cordiérite que j'ai trouvée en abondance dans les mêmes roches[1] (*Bull. Carte géol.*, n° 67. 1899).

e) *Dans les diabases.*

Le quartz se trouve parfois avec un faciès granitique dans les diabases où il remplit les vides miarolitiques, limités par les feldspaths. Dans un grand nombre de gisements, son origine peut être considérée comme secondaire, c'est le cas notamment du quartz des ophites pyrénéennes, qui est toujours accompagné de calcite, d'épidote, etc. Mais dans d'autres cas, il en est peut-être autrement ; ce quartz est fréquemment alors groupé en micropegmatite avec de l'orthose ou un plagioclase acide. Le quartz des diabases est généralement microscopique.

f) *Dans les fentes ou dans la masse des roches éruptives comme produit secondaire.*

Le quartz se forme abondamment comme produit secondaire dans la masse même de toutes les roches éruptives, quelle que soit leur composition ; on l'observe quelquefois dans leurs fentes en cristaux distincts assez beaux. Le quartz formé dans ces conditions est banal, aussi ne

1. Ce gisement de cordiérite sera décrit dans mon premier supplément ; il est à ajouter à ceux qui ont été passés en revue dans le tome I.

citerai-je que quelques gisements de ce genre que j'ai eu l'occasion d'examiner et dans lesquels les cristaux présentent exceptionnellement quelques particularités : il s'agit ici bien entendu du quartz formé par décomposition sur place et non du quartz filonien qui traverse parfois ces roches.

α) Dans la kersantite.

Bretagne. — *Finistère.* Les kersantites qui sont activement exploitées dans la rivière de Daoulas, près de l'hôpital Camfront (rade de Brest), sont traversées par de nombreuses veinules de calcite, au milieu desquelles j'ai trouvé d'intéressants cristaux de quartz accompagnés d'une très petite quantité de fluorine violette. Ces cristaux de quartz ont une de leurs faces p $(10\bar{1}1)$, $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$ ou e^2 $(10\bar{1}0)$, parallèle à la face a^1 (0001) de la calcite qui est elle-même lamellaire suivant a^1.

Quand on traite celle-ci par un acide, on met en liberté, soit des cristaux de *babelquartz* (Voir page 37, fig. 11), affectant la forme de pyramides hexagonales décroissantes autour de la face d'aplatissement, soit des lames très minces aplaties suivant l'une des trois directions indiquées plus haut.

β) Dans les diabases (ophites).

Des cristaux de quartz se trouvent assez fréquemment dans les fentes des ophites ; ils sont parfois bipyramidés, quelquefois rouges (Dax, *Landes*), plus souvent incolores ou limpides, associés à de l'hématite. Dans le gisement de Lys (*Basses-Pyrénées*) ces cristaux sont creusés de cavités profondes, squelettiformes : ils ont souvent la forme d'un tube hexagone creux.

γ) Dans les péridotites.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* La serpentine de Donges (butte de Sem) renferme en assez grande abondance des rognons de quartz en groupements botroydes fibreux, gris, jaunes ou rougeâtres. (Baret, *op. cit.*).

Pyrénées. — *Ariège.* Le quartz est très rare dans la lherzolite des Pyrénées. Je n'en ai trouvé en cristaux distincts qu'à l'Escourgeat dans la vallée de Suc, près du port de Massat. Ce sont des prismes de 2^{cm} recouverts d'un mince enduit de calcédoine blanche.

Nouvelle-Calédonie. — De jolis cristaux de quartz hyalin un peu raccourcis suivant l'axe vertical se rencontrent dans les serpentines du Sud de l'île.

δ) Dans les roches microlitiques (volcaniques)

Rhyolites.

Côte des Somalis. — Les rhyolites sodiques de la côte des Somalis, notamment celle de l'île de Doumeïra et celles qui sont coupées par le chemin de fer de Djibouti à Harrar, dans les cents premiers kilomètres à partir de la côte, sont très riches en grandes géodes tapissées de cristaux de quartz (pointements p et $e^{1/2}$), parfois associés à de la calcite (Doumeïra) ou à de la calcédoine.

Trachytes et andésites.

Le quartz secondaire est assez fréquent dans les trachytes et les andésites d'Auvergne, il s'y isole rarement dans des cavités sous forme de cristaux très nets. Ces roches volcaniques étant poreuses, le quartz secondaire les imbibe, moulant tous leurs éléments et y prend ainsi une structure microgranitique qui peut servir peut-être à interpréter l'origine du quartz dans la pâte de quelques roches quartzifères. J'ai observé de bons exemples de ce quartz secondaire aux Chazes près le Lioran (*Cantal*) ; il en existe au Mont-Dore, dans un trachyte voisin du Puy Gros (*Puy-de-Dôme*), etc.

Basaltes.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* De très petits cristaux de quartz se trouvent à la surface de cristaux de calcite dans les fentes du basalte de Montaudou près Royat ; ils sont remarquablement limpides et ressemblent à des gouttes de rosée ; des cristaux analogues existent dans les fentes des basaltes de la Tour de Gévillat.

Madagascar. — Les roches volcaniques basiques de Madagascar et particulièrement les basaltes sont riches en cavités remplies de cristaux de quartz, généralement associé à de la calcédoine (Voir à *calcédoine*). Il est probable qu'une partie des cristaux d'améthyste rapportés de l'île

viennent de ce genre de gisement. J'en ai observé de beaux échantillons venant d'Ambavatobé (côte N-O.)

Dans le gisement cuprifère de Békiady (basalte altéré), des cristaux de quartz, réduits à des pointements rhomboédriques accompagnent de nombreuses et belles zéolites (mésotype, analcime, heulandite et surtout *gmélinite* [1]).

C'est probablement aussi à ce même genre de gisement qu'il y a lieu de rattacher un bel échantillon de *prase* de la collection du Muséum, rapporté par M. Catat (sans indication géographique précise) : il est constitué par des globules accolés, d'un vert poireau foncé ayant le diamètre d'un petit pois. Ces globules sont composés de baguettes de quartz allongées suivant l'axe vertical et rayonnant d'un centre. Leur structure microscopique est celle du quartz botroyde de la Loire-Inférieure.

La labradorite d'Ambavatobé renferme du quartz analogue, mais d'un vert plus foncé et à fibres plus fines.

Kerguelen. — Les roches basiques de l'île de Kerguelen sont riches en belles géodes de quartz et de calcédoine.

2° *Dans les roches métamorphisées par les roches éruptives.*

Le quartz est l'un des minéraux le plus fréquemment développé dans les roches sédimentaires au contact des roches éruptives ; il se forme notamment dans les grès et dans les schistes argiloquartzeux.

Ce quartz néogène forme des grains distincts, mais il s'oriente souvent sur le quartz préexistant et, dans les grès, arrive à les cimenter complètement, à faire disparaître leur stucture clastique originelle. La roche est ainsi transformée en *quartzite* extrêmement cristallin. Ce quartz néogène se distingue fréquemment du quartz clastique par la nature de ses inclusions et par l'abondance des autres minéraux métamorphiques (*sillimanite*, *andalousite*, *spinelle*, *micas*, etc.) qu'il englobe, minéraux qui, bien entendu, manquent dans le quartz ancien. Dans beaucoup de cas, il semble qu'il y ait eu disparition et recristallisation totale du quartz ancien ; la fig. 5 de la page 58 du tome I représente un cas de ce genre.

De beaux exemples de semblables transformations de grès en quartzites peuvent être cités notamment dans les contacts du granite, en

1. Ces zéolites seront décrites dans le premier supplément.

Bretagne, où M. Barrois en a décrit un grand nombre [grès armoricains et grès dévoniens de Plougastel, aux environs de Huelgoat (*Finistère*), de Rostrenen (*Côtes-du-Nord*) : dans les Pyrénées où j'en ai trouvé d'analogues (contacts du Néouvielle, etc.).

Dans les contacts de la lherzolite des Pyrénées, j'ai décrit (*B. C. F.* n° 42) de semblables quartzites formés aux dépens de grès jurassiques ; dans les uns, riches en dipyre (Tuc d'Ess en Coulédoux, *Haute-Garonne*), le pigment carburé originel de la roche a subsisté, dans d'autres, riches en sillimanite et en andalousite (environs de l'étang de Lherz, *Ariège*), il a au contraire entièrement disparu.

Dans un grand nombre de contacts des Pyrénées et d'autres régions, le granite et surtout les roches métamorphisées par lui sont traversés par de nombreuses fentes que tapissent de beaux cristaux de quartz, d'épidote, d'albite, d'orthose, etc. Je les considère comme liés à la même cause et formés par le même mécanisme qui ont produit les transformations métamorphiques des sédiments eux-mêmes ; je les décris (en indiquant leur origine) un peu plus loin, pour ne pas les séparer d'autres gisements dans lesquels les cristaux de quartz se présentent avec les mêmes formes et parfois les mêmes associations minéralogiques.

Il me reste à considérer les cas dans lesquels le quartz se présente en cristaux distincts au milieu même des roches métamorphiques.

a) *Dans les calcaires métamorphisés par les ophites.*

Le quartz se produit parfois dans des calcaires au voisinage de roches éruptives, c'est ce qui a lieu dans les gisements suivants.

Pyrénées. — Les calcaires métamorphisés par les ophites et qui, au moins en partie, doivent être rapportés au trias renferment parfois des cristaux de quartz qui, à l'inverse de ceux du trias gypseux non métamorphique (voir page 109) sont extrêmement allongés suivant l'axe vertical et généralement dépourvus de sommets distincts ; il en est de même pour les cristaux de dipyre qui les accompagnent souvent (voir tome II, p. 228) ; ils sont parfois creux. Ces cristaux de quartz se trouvent fréquemment dans les collections inexactement déterminés comme dipyre.

Basses-Pyrénées. Des cristaux de quartz noir se rencontrent dans les calcaires du col de Lurdé, de la pointe de Ger au-dessus des Eaux-Bonnes, des cristaux gris dans les calcaires jaunes à dipyre de

Villefranque. Ceux de cette dernière localité ont jusqu'à 4^{cm} de longueur, ils ont leurs formes prismatiques nettes, mais sont généralement dépourvus de pointements et souvent creux.

Les petits cristaux de dipyre de Libarrenx près Mauléon sont accompagnés de très beaux cristaux de quartz engagés dans un calcaire jaune ; ils englobent des paillettes de leuchtenbergite et en supportent d'autres; ils sont gris ou colorés en jaune par de l'argile.

Hautes-Pyrénées. Des cristaux analogues à ceux de Libarrenx se rencontrent à Pouzac et près de Bagnères (route des Palomières) dans les calcaires en contact avec l'ophite. Ils sont caverneux, souvent réduits à un véritable squelette, riches en inclusions de calcite, de phlogopite et contenant des inclusions liquides à bulles mobiles. J'ai observé (maison Amaré) des cristaux de quartz englobant des gerbes d'actinote; parfois les deux extrémités d'une même gerbe de ce minéral sont enveloppées par deux cristaux distincts de quartz. On trouve dans le même gisement des masses caverneuses d'une sorte de meulière extrêmement légère, uniquement constituée par des cristaux microscopiques de quartz.

Des cristaux de quartz se trouvent aussi à Argelès-Debat.

Ariège. Les calcaires à dipyre de la forge d'Engoumer près Castillon, renferment des cristaux de quartz qui sont parfois inclus dans des cristaux de dipyre. Mais le gisement de l'Ariège le plus remarquable à cet égard est celui d'Arnave ; le quartz s'y rencontre surtout dans un calcaire sableux, riche en cristaux d'albite, que j'ai trouvé dans une carrière abandonnée derrière le village : ils atteignent 5 centimètres suivant l'axe vertical, avec 2 millimètres seulement de section.

Algérie. — La plupart des gisements contenant des cristaux de dipyre au contact des ophites, renferment aussi des cristaux de quartz très allongés suivant l'axe vertical et creux, comme ceux des Pyrénées. Je citerai en particulier les localités suivantes dont M. Gentil m'a communiqué des échantillons : (voir page 112).

Oran. Sidi el Aïat (Aïn Temouchent).

Alger. Hammam, Melouane, l'Arba, Rovigo, l'Oued Boumane, Letourneux, Tablat, etc...

b) *Dans les enclaves énallogènes des roches éruptives.*

Le quartz abonde dans les roches volcaniques du Plateau Central sous forme d'enclaves enallogènes arrachées à la cheminée servant de sortie au magma éruptif. Ce quartz ne mérite d'être cité ici qu'en raison

des transformations minéralogiques qu'il a subies de la part de celui-ci ou qu'il a déterminées dans ce dernier. J'ai étudié longuement (*Enclaves roches volcan.*, 1893) ces transformations que je me contenterai de rappeler ici.

α) Dans les roches basiques.

Dans les roches basaltiques (*andésites augitiques*, *labradorites*, *basaltes*, *néphélinites*), les enclaves de quartz ont été plus ou moins fondues ; leur surface est arrondie, comme vernissée (scories basaltiques des environs de Clermont. *P. de D*, etc.), parfois recouverte de jolis cristaux d'augite (Royat, *P. de D.*). Quand le quartz est resté enchâssé dans la roche volcanique, il est entouré par une zone vitreuse résultant du mélange du produit de sa fusion et du magma volcanique ; au contact de celui-ci s'est généralement produite une précipitation de cristaux d'augite. La fig. 31, de la page 601 du tome I, représente un exemple de ces couronnes d'augite qui s'observent non seulement dans les roches basiques, mais parfois aussi dans certains trachytes et andésites (Lioran) (*Cantal*).

β) Dans les trachytes et les andésites.

Dans les trachytes (Mont-Dore, Puy-de-Dôme), les transformations subies par les enclaves de quartz sont un peu différentes ; le quartz est étonné, fendillé sans que sa transparence soit altérée, et dans ses fentes se sont développées de très belles lames de tridymite. Les cristaux les plus nets de ce minéral se trouvent au Capucin (Mont-Dore) dans le quartz enfumé, enclavé par le trachyte. J'en ai trouvé également de jolis échantillons dans les granulites englobées dans les trachytes de Menet (*Cantal*).

Les enclaves quartzeuses sont parfois extraordinairement abondantes dans ces roches volcaniques et au col des Goules, sur le flanc du Puy de Pariou (*P. de D.*), on peut recueillir des échantillons de trachyte et d'andésite dans lesquels elles simulent des phénocristaux ; elles sont du reste accompagnées de fragments de feldspaths et des autres éléments anciens des blocs de granite dont elles proviennent.

3° *Dans les schistes cristallins.*

Le quartz est un élément essentiel d'un très grand nombre des types pétrographiques constituant les schistes cristallins ; son association à des feldspaths, des micas ou des amphiboles est l'une des caractéris-

tiques des *gneiss*, alors que dans les *micachistes* sa proportion est en moyenne beaucoup plus considérable par suite de la disparition des feldspaths. Il se rencontre, en outre, en individus plus petits dans tous les types de *schistes micacés*, de *schistes à séricite*, qui établissent le passage des schistes cristallins aux roches franchement clastiques.

Le quartz des schistes cristallins présente la plus grande analogie avec celui du granite, il est gris, blanc, parfois rougeâtre, plus rarement bleuâtre. Il possède les mêmes inclusions ; sa structure est généralement xénomorphe, parfois granulitique (gneiss granulitique). Il englobe la plupart des éléments de la roche et notamment les traînées de mica ; ses grains sont souvent allongés dans le sens de la schistosité et parfois réunis en grand nombre.

Dans ces roches, les structures à orientations définies sont assez fréquentes soit avec les feldspaths (quartz pegmatique et quartz vermiculé) soit plus souvent avec l'amphibole, les pyroxènes, le grenat, les micas, etc. ; les individus quartzeux se présentent dans ce dernier cas plus souvent avec des formes arrondies qu'avec la forme géométrique qu'ils revêtent dans la pegmatite graphique.

Dans les gneiss riches en sillimanite, ce dernier minéral forme parfois des aiguilles très fines, distribuées en grand nombre à axe parallèle dans le quartz qui prend alors un aspect fibreux très caractéristique (*faserkiesel* des minéralogistes allemands) [Plateau Central ; Cambo (*Basses-Pyrénées*)].

Le quartz, surtout dans les micachistes et les schistes à séricite, peut s'isoler dans des lits distincts, pauvres en minéraux étrangers pour former de véritables *quartzites*. Il y constitue aussi de gros nodules, disposés suivant les lits de schistosité ou des amandes étranglées et distribuées en forme de chapelets ; elles sont fréquemment creusées de cavités dans lesquelles se trouvent des cristaux distincts (formes communes) d'ordinaire d'un blanc laiteux et fréquemment déformés mécaniquement. Aux environs de Pornic (près la pointe Saint-Gildas, (*Loire-Inférieure*), ces amandes sont constituées par l'enchevêtrement de très grands individus présentant des clivages distincts (probablement d'origine secondaire).

L'origine de ces amandes de quartz est dans bien des cas, sinon dans tous, éruptive. Il est fréquent de voir ces amandes en relation avec de véritables filons quartzeux ; elles renferment souvent les mêmes minéraux que ceux-ci (feldspaths, andalousite, disthène, etc.). Ce sont

des amandes ou filonnets de ce genre qui, dans les environs de Nantes (*Loire-Inférieure*), renferment le *quartz aventuriné* que l'on trouve rarement en place (douves Saint-Nicolas à Nantes), mais qui abonde à la surface du sol en blocs épars. Il est généralement teinté en rouge par des infiltrations ferrugineuses qui se sont glissées entre les petits grains dont les reflets donnent de l'intérêt à cette pierre ; celle-ci prend un beau poli.

Les déformations mécaniques sont très fréquentes et parfois d'une intensité remarquable dans le quartz des schistes cristallins et c'est dans les nodules quartzeux de ceux-ci que l'on peut trouver les plus beaux exemples des particularités de structure produites par écrasement et laminage (structure en ciment, extinctions roulantes, etc.).

4° *Dans les filons.*

Le quartz constitue des filons dépourvus de toute substance métallifère, mais dans d'autres cas, il sert de gangue à divers minerais de plomb, de zinc, de cuivre, à du mispickel, de la cassitérite, de l'or, etc. Il n'existe aucune délimitation nette entre les filons exclusivement quartzeux et les filons métallifères à gangue quartzeuse, aussi la division que j'établis plus loin n'a-t-elle qu'une valeur descriptive. Il m'a paru bon de séparer les gisements où les produits métallifères sont assez abondants pour donner lieu à des exploitations de ceux dans lesquels le quartz existe seul. Dans les premiers, du reste, le quartz présente parfois des particularités spéciales dues aux minéraux qui l'accompagnent.

Je n'ai pas cru devoir séparer des filons de quartz, les remplissages incomplets de fentes que l'on trouve si souvent dans les Alpes et qui fournissent tant de beaux cristaux ; il existe en effet tous les passages entre ces deux genres de gisements et pour ceux que je n'ai pas personnellement vus en place, il m'eût été impossible d'établir une distinction justifiée.

Le quartz de tous ces genres de filons est généralement très riche en inclusions liquides.

a) *Dans les filons exclusivement quartzeux et les fentes incomplètement remplies.*

Les filons exclusivement quartzeux se rencontrent en quantité considérable dans la plupart des régions françaises, constituées par des

schistes cristallins, des roches granitiques, des roches sédimentaires anciennes (assises paléozoïques et triasiques surtout). Ils jouent souvent un rôle important dans l'orographie de ces régions par suite de leur résistance aux agents atmosphériques qui ont érodé toutes les roches avoisinantes ; ils constituent alors des crêtes, de véritables murs dominant toutes les autres formations. Je ne chercherai pas à donner des listes de ces filons qui n'ont pas d'intérêt minéralogique, je rappellerai seulement qu'ils sont souvent creusés de géodes que tapissent des cristaux de quartz de toute couleur sans grand intérêt minéralogique : ils sont le plus souvent réduits aux faces p et $e^{1/2}$. Je ne m'occuperai ici que des gisements fournissant à ma connaissance des cristaux intéressants par leur beauté ou par quelque particularité spéciale.

Les filons de ce genre renferment assez souvent des pseudomorphoses quartzeuses de calcite, de fluorine, etc.

A côté de ces filons de quartz, il y a lieu de citer ici le cas très fréquent dans lequel s'observent dans le granite, dans les schistes modifiés par lui, dans les gneiss et les micaschistes ou même dans des roches sédimentaires non métamorphiques des fentes dont les parois sont tapissées de cristaux de quartz ; cette catégorie de gisement est une de celles qui fournissent les plus remarquables cristaux de ce minéral (quartz hyalin, enfumé, améthyste) ; dans quelques régions, ils sont associés à des cristaux d'adulaire, d'albite, d'axinite, d'épidote, parfois à de l'anatase, du rutile, de la calcite, de l'asbeste, etc.

Dans quelques-uns de ces gisements (Pyrénées), il existe une liaison évidente entre la formation de ces minéraux et les phénomènes de contact du granite, alors que dans d'autres, comme dans certaines localités de l'Oisans, il y a passage à de véritables filons quartzeux et même à des filons métallifères, sans relations évidentes avec des roches éruptives.

Flandre. — *Nord*. J'ai examiné quelques cristaux de quartz très limpides provenant des mines de Saint Marck à Anzin ; ils sont très déformés, parfois riches en cavités. Leurs faces sont courbes et dans la zône $p\ e^{1/2}$ ils présentent des faces assez nombreuses : les suivantes : H_0 (13.3.$\bar{16}$.16), H_5 (5437$\bar{7}$), ξ_4 (25$\bar{7}$7), m'ont fourni des mesures assez nettes. Comme dans tous les cristaux de ce genre, ces faces sont irrégulières : elles sont vraisemblablement dues à des corrosions primaires. J'ai observé aussi les rhomboèdres suivants :

e^3 $(40\bar{4}1)$, $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$, $e^{13/2}$ $(50\bar{5}3)$, $e^{7/5}$ $(05\bar{5}1)$: les faces x et s sont peu fréquentes.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* Parmi les nombreux filons de quartz (souvent exploités pour l'empierrement des routes) qui se rencontrent dans les assises paléozoïques et les roches éruptives de ce département, on ne trouve pas fréquemment de beaux cristaux de quartz. J'en ai cependant étudié quelques-uns que m'a communiqués M. Dorlodot d'Armont; un cristal de quartz hyalin très limpide bipyramidé, mesurant 4^{cm} suivant l'axe vertical provenant des Monts-en-Plouër, des cristaux d'améthyste, du Vieux Marché en Plouaret.

L'améthyte se rencontre assez abondamment dans les filons de quartz qui jouent un rôle géologique important de Saint-Brieuc à Lannion.

M. Havel m'a communiqué des cristaux de quartz parfaitement hyalins, provenant de la limite des départements des *Côtes-du-Nord* et du *Morbihan*, de la lande de Perret, sur les bords de l'étang des Salles de Rohan. Ces cristaux atteignent plus de 20 ^{cm} suivant l'axe vertical, ils sont quelquefois brisés et réunis en grand nombre par un ciment de limonite; très fréquemment les faces p dominent de beaucoup sur $e^{1/2}$.

Ille-et-Vilaine. Des cristaux d'améthyste de couleur claire se trouvent dans les falaises de Saint-Buc en Minihic-sur-Rance.

Finistère. Parmi les filons de quartz qui traversent les schistes de Morlaix se trouvent parfois des cristaux de quartz prase d'un vert poireau foncé.

Grâce à l'obligeance de M. Barrois, j'ai pu examiner quelques beaux cristaux de quartz recueillis dans un filon qui coupe la kersantite de Logonna-Daoulas dans la rade de Brest. Ces cristaux atteignent un décimètre, ils sont hyalins, mais un peu enfumés. Leur structure polysynthétique est fort singulière, ils sont constitués par l'accolement ou l'enchevêtrement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus ayant la structure caverneuse des cristaux de quartz déposés dans les argiles; ils présentent les mêmes particularités cristallographiques (déformations, allongement suivant une arête oblique $p\,e^2$, irrégularité et courbures de certaines faces). Sur quelques cristaux, j'ai observé des faces courbes intermédiaires entre p $(10\bar{1}1)$ et $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$; les images nettes correspondent aux formes H_1 $(41\bar{5}5)$, H_5 $(43\bar{7}7)$, H_6 $(13.12.\bar{2}5.25)$ et ξ_2 $(35\bar{8}8)$, dont les angles ont été donnés plus haut. Ces cristaux sont recouverts et imprégnés par de la pyrite en voie d'altération.

M. Pavot m'a remis de jolis cristaux de quartz recueillis à Bohars

près Brest. Ce sont des masses fibro-bacillaires blanches dont les pointements, libres dans les géodes, sont colorés en rouge vif : ils sont généralement encapuchonnés. A Pluguffan près Quimper, des cristaux analogues sont d'un rose orangé d'une nuance très agréable. La zône pigmenté est recouverte d'une couche absolument incolore.

Morbihan. Parmi les nombreux filons ou filonnets quartzeux des micachistes de Belle-Isle-en-Mer, on trouve quelquefois de jolis cristaux d'améthyste dont les faces de la pyramide sont d'ordinaire blanches et opaques ; on rencontre aussi du quartz radié, semblable à celui qui est représenté par la fig. 35 (page 69).

De petits cristaux de quartz souvent très aplatis suivant une face e^2 et allongés suivant une arête horizontale $p\ e^2$ se trouvent dans les fentes des micachistes de Saint-Allouestre.

Un filon situé à Saint-Gravé a fourni autrefois de très curieux cristaux de quartz bipyramidé opaque d'un blanc jaunâtre, constitués par $p\ e^{1/2}$, avec très grande prédominance du rhomboèdre primitif; ces cristaux à faciès cubique atteignent 3^{cm} et sont adhérents à des cristaux plus petits de forme normale ; ils sont parfois recouverts de calcédoine : cette même particularité s'observe sur des cristaux de quartz hyalin ou rose, limpides ou translucides se rencontrant à Saint-Avé.

Des cristaux octaédriques de fluorine, transformés en quartz, abondent dans des filons quartzeux à Luscannen et à Botcouarh (T. II, p. 781) près Vannes.

Loire-Inférieure. Les cristaux distincts sont rares dans les nodules et les filonnets de quartz de la côte s'étendant de la pointe Saint-Gildas à Pornic et à la Bernerie. M. Baret a signalé cependant un énorme cristal de quartz laiteux encapuchonné provenant de la côte de Sainte-Marie.

Le même minéralogiste a indiqué de beaux cristaux de quartz limpides, laiteux ou enfumés dans de nombreux autres gisements analogues de ce département. (Nozay, Pierric, Marsac, etc. Voir *op. cit.* 38, 1898). Ces cristaux sont de formes simples (avec quelquefois s, x, $e^{7/4}$).

Vendée. — *Vendée*. La collection du Muséum possède un échantillon de quartz fibreux incolore, très analogue à celui de Brioude, décrit plus loin, et indiqué comme provenant des Herbiers ; il a été sans doute recueilli dans l'un des filons ou nodules quartzeux des schistes à séricite de cette région.

Rivière a signalé (*Mém. soc. géol. France*, 2e série, IV, nos 2, 72), dans le granite de Chambretaud et de Chantemerle, des veines de quartz hyalin, enfumé, améthyste, etc., avec cristaux souvent limpides, autrefois utilisés pour la joaillerie et désignés dans le pays sous le nom de *pierres de Chambretaud*. Les cristaux de Chambretaud que j'ai examinés (p. 52) me paraissent liés génétiquement à la pegmatite.

Anjou. — *Maine-et-Loire*. Parmi les nombreux filons quartzeux de l'Anjou, il y a lieu de faire une mention spéciale pour ceux qui sont constitués en grande partie ou complètement par des cristaux de quartz, allongés suivant l'axe vertical et groupés en sphéroïdes de plusieurs centimètres, parfois de plusieurs décimètres de diamètre. Cette structure est fort curieuse et peut être regardée comme une production sphérolitique géante. La fig. 35 reproduit la photographie d'un échantillon extrait d'un filon de ce genre; les gisements à citer sont ceux de Beaucouzé, Chavagnes, Martigné-Briand, Saint-Lambert-la-Poterie, Chaudefonds, Brissac, etc. Ce quartz blanc, jaune, plus rarement noir (Chavagnes), s'y trouve en blocs, parfois énormes, épars au milieu des champs; il a été signalé pour la première fois par Mesnard de la Groie (*J. M.* XXVII. 67) qui a donné au Muséum la plupart des échantillons que j'ai étudiés.



Fig. 35.
Quartz en masses bacillaires de Beaucouzé.
(*Photographie un peu réduite.*)

Le quartz fibreux de Beaucouzé est parfois implanté sur de gros rhomboèdres de calcite, transformés en quartz et pouvant aisément être décapuchonnés, comme ceux qui sont représentés plus loin par la fig. 42.

Pyrénées. — Les cristaux de quartz hyalin sont assez abondants dans les fentes du granite et des schistes cristallins de toute la chaîne, mais un très petit nombre de gisements se recommandent pour la beauté des cristaux.

Basses-Pyrénées. Des cristaux de quartz hyalin se rencontrent dans

les fentes du granite et des sédiments métamorphiques des environs des Eaux Bonnes et des Eaux Chaudes.

Hautes-Pyrénées. Les fentes à cristaux dont il a été question aux articles *axinite*, *épidote*, *prehnite*, abondent dans les environs de Barèges et notamment à la Piquette déras lids ; les cristaux qu'elles renferment sont soit hyalins, soit colorés en verdâtre et imprégnés d'asbeste (œil de chat). De magnifiques prismes pesant plusieurs kilogrammes ont été rencontrés dans ce gisement, ils ont parfois une structure fibreuse (fig. 36). Ils sont généralement pauvres en faces et ne présentent que les formes habituelles avec s, x. J'ai cependant observé sur l'un d'eux la face v_2 $(17.1.\bar{1}8.1)$, entre x et e^2. Ces cristaux sont quelquefois constitués à l'une des extrémités par un pointement unique et à l'autre par un grand nombre de pointements distincts groupés à axes parallèles.



Fig. 36.
Quartz de la Piquette déras lids. (*Photographie un peu réduite.*)

Le quartz hyalin se trouve aussi dans les mêmes conditions aux environs de Cauterets et dans le massif du Vignemale.

Haute-Garonne. Le quartz hyalin en beaux cristaux est peu abondant dans les montagnes de la Haute-Garonne, il existe cependant en cristaux limpides dans un grand filon situé dans le Mail de Cristal, prolongement occidental du pic de Crabère. Ce filon déjà cité par de Dietrich est inaccessible et les échantillons ne peuvent être trouvés que dans les éboulis. Ce quartz est soit hyalin, soit chloriteux, il supporte parfois de petits cristaux d'anatase ; ses formes sont simples, on y voit assez souvent s et x.

Ariège. Les lits de talc alternant avec les calcaires paléozoïques de Pitourless en Lordat, non loin des carrières de talc de Trimounts sont traversés par de nombreux filonnets de quartz, au contact desquels le calcaire s'est chargé de larges lames de talc, de masses fibreuses de trémolite, etc. J'ai trouvé (*B. S. M.* XIV. 307. 1891) dans ces filons des cristaux de quartz présentant des phénomènes de torsion hélicoïdale ou de torsion dans un plan, extrêmement intenses. Les fig. 20, 22, 37 et 38 donnent une idée de quelques-unes de ces déformations. Tantôt le cristal a été tordu ou courbé, sans que sa continuité soit extérieurement interrompue (fig. 37), tantôt au contraire, il a cédé par

places et alors, ou bien la plaie est restée béante, ou bien au contraire elle a été ressoudée par la même substance. Les clivages p $(10\bar{1}1)$ et $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$, et parfois e^2 $(10\bar{1}0)$ sont fréquents dans ces cristaux déformés. J'ai indiqué page 37 l'effet de ces déformations sur la structure microscopique de ces cristaux qui sont toujours d'un blanc laiteux.

Dans un même filon, des cristaux voisins sont souvent tordus dans des sens différents, l'intensité de la déformation et le sens de la torsion semblent liées uniquement à la position du cristal par rapport à la poussée de la force déformante. Il est probable en outre que les géodes du filon étaient, au moment de la déformation, remplies de calcite, ce qui expliquerait pourquoi les fragments brisés ont pu fréquemment res-



Fig. 37.
Quartz de Pitourless en Lordat tordu hélicoïdalement. (*Photographie réduite à la moitié environ.*)



Fig. 38.
Quartz de Pitourless en Lordat tordu en crosse (*Photographie réduite à la moitié environ.*)

ter fixés au cristal originel par des points d'attache extrêmement fragiles.

J'ai trouvé des cristaux semblablement déformés dans la recherche de talc effectuée sur un lambeau talqueux, enclavé dans le granite près du col de l'Estagnet (Sud-Est d'Ax).

J'ai recueilli d'assez beaux cristaux de quartz hyalin dans les fentes des schistes paléozoïques modifiés par le granite endomorphisé, entre le lac Naguille et le col de Clottes de Port.

Les petits cristaux de quartz hyalin ne sont pas rares dans les contacts granitiques du Quérigut, je n'y ai vu aucune particularité intéressante (p, e^2, $e^{1/2}$, x, s).

Corbières. — *Hérault.* Les schistes servant de mur au terrain houiller de Graissessac sont traversés par de nombreux filons de quartz, dont les cavités sont tapissées de bipyramides transparentes de ce minéral ; dans les échantillons que m'a communiqués M. Parisse, j'ai observé des pseudomorphoses de cristaux de barytine en quartz hyalin (chemin des Bouis).

Cévennes. — *Gard.* Les fentes du terrain houiller de Rochebelle à Alais sont quelquefois tapissées de très jolis cristaux de quartz hyalin, surtout remarquables par leurs grosses inclusions macroscopiques à bulle mobile (quartz aérohydre) ; ils sont associés à de la dolomite et souvent isolés dans un remplissage argileux.

Plateau Central. — *Tarn.* Des cristaux de quartz hyalin et d'améthyste atteignant 5^{cm} suivant l'axe vertical se trouvent dans les arènes granitiques du domaine de la Paladille en Mazamet. Ces cristaux sont souvent formés par le groupement à axes parallèles (avec profonds angles rentrants) d'un grand nombre d'individus.

Haute-Loire. On trouve dans les vieilles collections, sous le nom de quartz fibreux de Brioude, des échantillons de quartz blanc ou rosé en fibres un peu soyeuses, atteignant 3^{cm} de longueur et ressemblant, au premier abord, à du gypse fibreux. M. Vernière m'a donné des renseignements sur le gisement de ce minéral aujourd'hui difficile à trouver. Il formait des filonnets horizontaux au milieu d'une argile en contact avec le gneiss, lui-même traversé par un filon de quartz. Le gisement est situé au Nord du hameau de Costecirgues près de Vieille-Brioude, à près de 100 mètres au-dessus du pont de l'Allier. Il existait dans cette même argile des rognons d'une amphibole d'un bleu clair verdâtre. Le quartz fibreux se trouve sous la même forme dans des rognons siliceux englobés par des argiles oligocènes en contact avec les gneiss au-dessus de Paulhac et au Sud du hameau du Pouget en Beaumont (au Nord-Est de Brioude).

J'ai examiné de nombreux échantillons de ce quartz. D'après les fragments de gangue, qui y adhèrent, il est évident qu'il a été produit originellement dans le gneiss ; les échantillons de Costecirgues supportent en effet de la damourite verdâtre résultant de la décomposition de feldspath, ceux du Pouget en Beaumont une amphibole très altérée, d'un jaune clair. L'orientation des fibres du quartz est variable et paraît être la conséquence de son origine pseudomorphique, aux dépens de calcite fibreuse à laquelle il est parfois encore associé.

On trouve des cristaux d'améthyste à la montagne des Pierres des Bagues à Vezezoux.

Puy-de-Dôme. Les filons quartzeux sont très nombreux dans ce département ; il y a lieu de faire une place toute spéciale à ceux qui sont constitués par de l'améthyste ; ils ont fait depuis le commencement du XVIIe siècle l'objet d'exploitations actuellement reprises ; la taille de cette pierre constitue aujourd'hui près de Clermont une petite industrie locale intéressante.

Les filons contenant l'améthyste (*N.N.O.*), sont surtout abondants aux environs d'Issoire ; l'améthyste en cristaux implantés sur les parois du granite et constituant parfois de belles géodes y est un accident plus ou moins abondant au milieu de quartz blanc ou laiteux ; ce sont ces cristaux qui sont extraits, brisés et triés pour la taille. Je dois à MM. Bouhard, Demarty et P. Gautier les nombreux échantillons que j'ai étudiés.

Les principaux filons se trouvent dans les gisements suivants : ravin de Chambelève (Genestine) sous Saint-Étienne-sur-Usson, les filons ayant environ 1 m. 50 à 2 m. d'épaisseur et visibles sur près de 2 kilomètres, fournissent des blocs rubanés et aussi de beaux cristaux ; à 8 m. de la surface, on a trouvé de la pyrite arsénicale, un peu aurifère, constituant le milieu du filon ; Jaladis-de-Condat (blocs rubanés) ; Vernet-la-Varenne (filons de la Fontaine d'Escout et filons des Espagnols à Pégut) ; La Croix Saint-Barthélemy en Champagnat-le-Jeune ; Marnat près Jumeaux (pierres claires) ; Lair près Saint-Germain-Lherm (améthyste veinée de calcédoine laiteuse) ; La Bessière près Aix-la-Fayette (améthyste très colorée, encapuchonnée de quartz blanc), etc.

Le filon des Espagnols à Pégut a présenté des géodes mesurant de 3 à 5 mètres suivant sa direction et assez larges pour qu'un homme puisse y passer. Elles sont en général remplies d'argile et tapissées de cristaux d'améthyste, souvent recouverts de calcite. Ces géodes se terminent par le contact des cristaux recouvrant les parois. Elles sont incrustées d'une argile silicifiée ferrugineuse, passant à un véritable jaspe, celle-ci contient parfois à l'état isolé des cristaux d'améthyste d'un beau violet vif homogène, alors que ceux des parois sont irrégulièrement colorés (voir plus loin) et recouverts d'une couche superficielle blanche ou opalescente.

M. P. Gautier m'a communiqué des cristaux d'un violet presque noir (avec *p* presque seul), provenant d'un filon parallèle au précédent et

séparé de lui par 300[m] environ ; il a 25[m] de puissance. Vers 1840, on a découvert dans ce même filon (sous le château de la Chapelle) de gros cristaux d'améthyste complets et séparés les uns des autres, au lieu de constituer comme ceux de tous les autres gisements des croûtes cristallines.

Les filons de quartz de la région située entre la Montgie, Saint-Étienne-sur-Usson et Saint-Germain-Lherm ne renferment guère l'améthyste que dans leurs parties amincies et leurs apophyses. Ils sont normalement constitués par du quartz blanc.

Les cristaux d'améthyste de ces gisements ne présentent jamais que des pointements p et $e^{1/2}$; très souvent dans les cristaux entièrement violets, les faces p $(10\bar{1}1)$ prédominent et il n'est pas rare d'observer des cristaux à apparence cubique dans lesquels de petites facettes $e^{1/2}$ sont à peine indiquées.

Dans plusieurs filons, mais particulièrement dans celui de Chambelève, on rencontre des géodes avec cristaux superficiellement rouges et ternes qui présentent une forme polysynthétique très nette représentée par la fig. 39. Le pointement du cristal est normal, mais ses bords sont disposés en étoile par suite de l'existence d'angles rentrants mettant nettement en évidence les individus qui constituent le groupement. C'est la contre-partie des cristaux bien connus d'améthyste d'Oberstein, dans lesquels chaque angle de la pyramide est remplacé par une gouttière creusée au contact des individus qui constituent l'assemblage. Il est assez fréquent de ne trouver ces angles rentrants que sur trois faces seulement du cristal. D'ordinaire les vides formés par les angles rentrants sont hérissés de petits cristaux d'améthyste disposés d'une façon quelconque. Les groupements de ce genre atteignent souvent 3 centimètres de diamètre et peuvent même dépasser cette dimension.

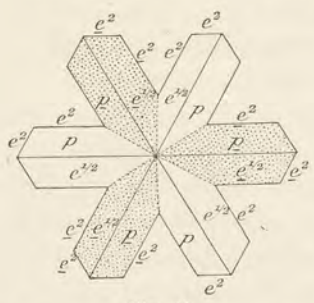


Fig. 39.
Projection sur la base d'un cristal d'améthyste de Chambelève présentant la macle du Brésil avec angles rentrants profonds.

La couleur de l'améthyste d'Auvergne est en moyenne d'un violet très foncé, donnant de jolies pierres surtout dans les petites tailles, les grosses étant trop foncées et tirant sur le violet noir. La couleur d'un cristal est rarement homogène et ce défaut d'homogénéité apparaît très nettement dans les coupes des cristaux. La fig. 40 représente

la photographie d'un cristal de Chambelève scié parallèlement à une face e^2 ; on voit nettement les alternances de zones violettes et de zones incolores ou blanches. Ceci n'est pas une exception, en effet, dans un même filon, la partie des cristaux qui est appuyée sur le granite est souvent blanche, puis se succèdent des zones de coloration variée et le sommet des cristaux pointant dans les géodes est tantôt violet, tantôt blanc ou jaune ; c'est ce qui a lieu surtout pour de très gros cristaux.

La macle complexe représentée par la fig. 37 se trouve dans les cristaux à surface blanche ou jaune.

La fig. 28 (page 44) montre la structure d'un cristal scié normalement à l'axe ternaire ; on voit qu'il est bâti sur le même plan que les améthystes du Brésil décrites par Des Cloizeaux. D'une façon presque générale, les zones violettes sont constituées par le mélange de cristaux droits et gauches et montrent en lumière convergente les spirales d'Airy, ou une croix plus ou moins régulière, tandis que les secteurs blancs



Fig. 40.
Améthyste de Chambelève taillée parallèlement à une face prismatique et montrant les alternances de quartz laiteux et de quartz violet. (*Photographie un peu réduite.*)



Fig. 41.
Quartz encapuchonné de Charbonnières-les-Varennes. Le cristal extérieur est enfumé ; celui qu'il recouvre est laiteux. (*Photographie réduite à la moitié environ.*)

sont constituées par des individus droits ou gauches. On y trouve cependant aussi des superpositions d'individus de signe différent. J'ai représenté un cristal à structure peu régulière, mais on trouve souvent des cristaux dont la structure est plus schématique encore que celle représentée par la fig. 27.

Aux affleurements des filons, l'améthyste conserve rarement sa couleur violette : les blocs extraits et laissés à l'air deviennent au bout de quelques années verdâtres, puis se décolorent complètement.

D'énormes cristaux de quartz enfumé ou hyalin, toujours réduits aux

formes p et $e^{1/2}$ tapissent les fentes des grands filons de quartz de Charbonnières-les-Varennes. Ces cristaux sont généralement polysynthétiques comme ceux que représente la fig. 61 et souvent aussi encapuchonnés (fig. 41). C'est dans ce même gisement que se rencontrent les pseudomorphoses de calcite en quartz (fig. 42) et la chalcolite qui sont décrites à ces espèces. Le filon de Champeau près du volcan de Gravenoire présente les mêmes particularités.



Fig. 42.
Rhomboèdres de calcite transformés en quartz avec, à droite, leur contre-empreinte en quartz. Charbonnières-les-Varennes. (*Photographie réduite au quart environ.*)

Des filons de quartz, traversant la région granitique de Saint-Clément, renferment parfois des agrégats à formes sphéroïdales constitués par des cristaux de quartz disposés radialement et généralement implantés sur un noyau de granite. M. Gonnard a trouvé (*C. R.* CIII. 1036. 1886) au milieu de ceux-ci des vides octaédriques, laissés par des cristaux de fluorine, disparus ; ces vides renferment, limités également par des lames quartzeuses, des moules d'octaèdres plus petits, ayant la même orientation que le grand octaèdre qui les renferme (voir page 93).

Dordogne. Les schistes cristallins des environs de Saint-Martin de Fressingeas sont traversés par des filons quartzeux renfermant de beaux cristaux d'améthyste. M. Michel a trouvé dans quelques-uns d'entre eux des aiguilles de gœthite, rappellant l'onégite du lac Onéga.

Saône-et-Loire. Les filons de quartz d'âge triasique qui s'observent à Pruzilly, près de Chasselas et à Leynes renferment par places d'assez jolis cristaux de quartz incolore, enfumé (très noir) ou améthyste ; ils sont généralement réduits à des pointements birhomboédriques, sans prisme distinct.

Alpes. — *Haute-Savoie, Massif du Mont-Blanc.* La protogine et les schistes métamorphisés par elle sont dans le massif du Mont-Blanc sillonnés de filonnets de quartz qui fournissent en abondance considérable de magnifiques cristaux de quartz ; ceux de la protogine sont

généralement plus gros et plus teintés (enfumés, améthystes) que ceux des roches métamorphiques, qui sont le plus souvent hyalins.

Les gisements les plus remarquables à citer sont : au Nord-Est du Mont-Blanc, la chaîne des Aiguilles d'Argentières jusqu'au Mont-Dolent (notamment le Tour noir) qui domine le glacier d'Argentière ; le glacier de Lognan ; puis à l'Est de Chamonix, le glacier des Bois, la Mer de glace apportent les éboulis des crêtes qui dominent le glacier du Mont-Blanc et de la Chaponaz (aiguille du Dru notamment), le glacier de Talèfre (aiguilles des Droites, des Courtes, du Talèfre, du Moine et au milieu du glacier, le Jardin du Talèfre), les glaciers du Géant ou du Tacul, etc. Enfin, plus près du Mont-Blanc, les Aiguilles de Charmoz, du Midi, le Dôme du Goûter, le glacier de Miage, etc.

A l'Ouest et au Nord-Ouest de Chamonix, il faut aussi signaler la chaîne du Brévent et des Aiguilles rouges (schistes cristallins).

A l'Aiguille du Tour noir, les cristaux sont forts beaux ; ils se trouvent dans la protogine très altérée ; les cristaux de quartz hyalin, accompagnés d'un peu de quartz enfumé et de fluorine rose s'observent surtout dans les veines de quartz blanc, alors que les cristaux enfumés et améthystes ont particulièrement pour gangue du quartz noir ; les cristaux de cette région peuvent dépasser 6 kg.

Ces cristaux ont été peu étudiés. Haidinger (*Treat. Min. Mohs.* Edinburgh 1825) a décrit un remarquable cristal de Chamonix présentant l'hémiprisme K [$(51\bar{6}0)$]. Des Cloizeaux (*Mém. sur le quartz*, p. 73) a signalé le plagièdre μ sur un cristal enfumé de la même localité. Enfin M. Brun a décrit des cristaux, recueillis entre le Mont-Frety (versant italien) et la Brenna, et présentant les formes $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$, $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$, s et x.



Fig. 43.
Quartz enfumé du massif du Mont-Blanc.

J'ai examiné un assez grand nombre d'échantillons de cette région.

Parmi eux, il faut citer en premier lieu de très beaux cristaux d'un noir foncé, extrêmement brillants, rappelant ceux du Saint-Gothard ; ils sont riches en faces, les rhomboèdres les plus fréquents sont : e^{32} $(11.0.\bar{1}\bar{1}.\bar{1}0)$, $e^{13/2}$ $(50\bar{5}3)$, $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$, e^3 $(40\bar{4}1)$, $e^{8/3}$ $(11.0.\bar{1}\bar{1}.2)$ et le rhomboèdre inverse $e^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$ à faces ternes, mais dont le symbole est assuré par l'existence d'une petite

face q ($3\bar{8}11$), en zone avec ce rhomboèdre et u ($31\bar{4}1$). Les faces de ce dernier plagièdre sont plus ou moins ternes, alors que celles de x sont toujours plus brillantes et plus largement développées (fig. 43). J'ai aussi rencontré $e^{3/2}$ ($05\bar{5}1$), $e^{7/5}$ ($04\bar{4}1$), $e^{5/3}$ ($08\bar{8}1$).

Ces cristaux sont très groupés et rappellent à cet égard ceux des pegmatites, les individus composants sont de même rotation ; ils sont implantés avec quelques rares cristaux d'apatite sur un granite (protogine).

Le type le plus fréquent parmi les cristaux de quartz enfumé du massif du Mont-Blanc est d'une couleur différente des premiers. Leur coloration est peu intense, avec souvent une teinte un peu rosée. Ces cristaux sont fréquemment groupés à axes parallèles, souvent bipyramidés et montrent alors leurs faces x normalement disposées aux deux extrémités d'une même arête verticale. Plus rarement, on trouve des macles par pénétration suivant e^2, avec des faces x à l'extrémité de plusieurs arêtes verticales contiguës, les composants de la macle ont d'ordinaire la même rotation (fig. 5).

Dans ces cristaux, les faces p dominent fréquemment sur $e^{1/2}$; c'est ce qui a lieu pour de très gros cristaux provenant des Courtes (15 cm. suivant l'axe vertical et 6 cent. de diamètre) que possède la collection du Muséum.

Les macles vicinales avec torsion hélicoïdale, bien connues par les cristaux du Saint-Gothard s'observent dans ces gisements. Ce sont des groupements fermés ou demi-fermés (voir p. 31), allongés suivant une arête $p\ e^2$ et aplatis suivant une face e^2 (fig. 44).



Fig. 44.
Quartz enfumé tordu hélicoïdalement (macle vicinale presque fermée).

Les cristaux enfumés de cette région sont fréquemment recouverts de ripidolite écailleuse dont la cristallisation a commencé au moment où celle du quartz finissait, de telle sorte que la ripidolite ne se trouve qu'à la surface du quartz. Lorsqu'on frotte de semblables cristaux, la ripidolite disparaît, ne laissant plus guère que son empreinte à la surface du quartz. Le quartz chlorité du type habituel, c'est-à-dire avec ripidolite englobée dans le cristal, se rencontre aussi.

Les cristaux de quartz hyalin offrent les mêmes formes que les

cristaux enfumés, ils renferment parfois des aiguilles d'épidote (glacier des Bois), de rutile, d'asbeste ; la collection Romé de Lisle contient un cristal légèrement verdâtre (montagne de la Côte, près Chamonix) riche en fibres d'asbeste qui, s'il était taillé, constituerait un joli œil de chat.

La collection du Museum possède depuis peu une macle suivant ξ, du type représenté par la fig. 58 ; elle vient des Alpes de la Savoie, mais sans indication précise de localité.

Savoie. Les fissures des schistes paléozoïques et du granite de la Tarentaise renferment aussi des cristaux de quartz (col de l'Enclave, etc.). J'ai observé un cristal limpide de cette région ayant les faces e^2 peu développées, alors que divers rhomboèdres e^3 $(40\bar{4}1)$, $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$, $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$, $e^{5/4}$ $(03\bar{3}1)$ prennent une large extension. Un autre cristal enfumé présente la macle suivant e^2, se manifestant par de larges faces x, placées sur des arêtes verticales contiguës.

J'ai examiné, grâce à l'obligeance de M. Denis, de jolis cristaux de quartz hyalin limpide (7 à 8 cm), venant du col du Petit Galibier, (versant savoyard, opposé à celui des Hautes-Alpes, conduisant à la Grave). Ces cristaux sont remarquables par leur limpidité ; ils sont incolores avec une teinte bleuâtre ; très souvent, ils sont polysynthétiques, l'une de leurs extrémités étant constituée par un pointement unique, alors que l'autre est des plus complexes.

Isère. Depuis une époque très reculée, les environs du Bourg d'Oisans sont célèbres par les beaux cristaux de quartz que l'on y rencontre et que l'on y a exploités avec activité. Il semble que la découverte de la mine de la Gardette et les recherches intermittentes faites sur ses filons aient, depuis la fin du siècle dernier, déterminé peu à peu l'abandon des anciens filons qui ont fourni aux collections tant de beaux cristaux et dont Guettard a donné une intéressante description (*Mém. sur la minér. Dauphiné*, 1779.457).

Les plus célèbres de ces *cristallières* se trouvent dans le prolongement des Grandes-Rousses, limité par la rivière de l'Eau d'Olle et la Romanche ; elles sont pour la plupart sur le territoire d'Huez. Ces gisements se continuent à l'Est par ceux des environs de la Grave qui seront décrits plus loin (*Hautes-Alpes*).

Il y a lieu de citer tout d'abord la grande cristallière d'Huez, située à 2.700 m. d'altitude au pied du glacier des Grandes-Rousses, au-dessus de la Herpière (rive gauche du ruisseau de Charbonnières), puis

celle du pied du pic de l'Étendard; il existe d'autres filons, plus au Sud, à l'Herpie-en-Huez, puis entre Auris et le Freney au-dessus des Rivaux du Puy, entre Mizoen et Clavans. Des recherches ont été faites en outre sur des filons coupés par le torrent de la Sarrenne, d'un côté au-dessus de la Garde-en-Huez et de l'autre à la Font-Poulain à Maronne-en-la-Garde.

Dans la vallée de l'Eau d'Olle, il faut citer les environs de Vaujany.

Le quartz de cette région est généralement hyalin, parfois chlorité, beaucoup plus rarement (Maronne) enfumé et alors de couleur très foncée. Le seul de ces vieux gisements dont j'ai étudié des cristaux d'origine certaine est celui de Maronne (Font-Poulain) dont la collection du Muséum possède de nombreux et beaux échantillons; ces cristaux sont de grande taille, associés à de très gros cristaux de calcite jaunâtres, quand le quartz est enfumé, blancs et rosés quand il est

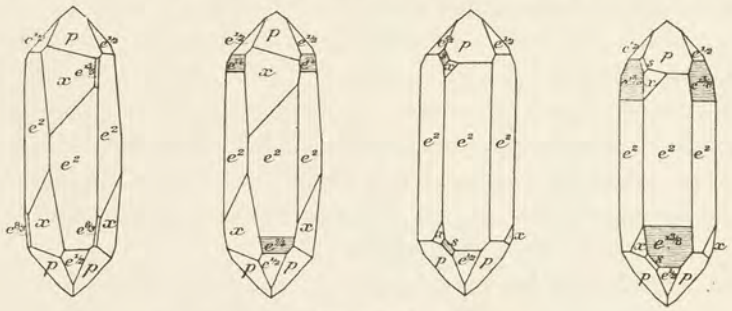


Fig. 45 à 48.
Formes communes du quartz hyalin de l'Oisans.

hyalin. Ils sont souvent dans ce dernier cas imprégnés d'une ripidolite d'un blanc verdâtre et associés à des cristaux de sphène (spinthère), plus rarement à des cristaux d'anatase.

Dans cette même région, le quartz abonde en cristaux hyalins et très limpides, non plus dans des filons, mais dans les fentes des schistes cristallins; il y est associé à l'axinite, à l'épidote. Ces cristaux sont généralement de taille plus petite que dans les filons proprement dits, leur cristallisation est contemporaine de celle des autres minéraux qu'ils enveloppent ou supportent.

Parmi les gisements dans lesquels le quartz accompagne l'axinite, je citerai vis-à-vis le village d'Auris, sur la rive gauche de la Romanche, la rampe des Commères où j'ai recueilli des cristaux intéressants.

C'est surtout associés à ces mêmes minéraux que les cristaux de

quartz se rencontrent au Sud de la Romanche, entre cette rivière et le Vénéon, dans les montagnes du Mont-de-Lans et de Saint-Christophe en Oisans.

On les trouve aussi dans les fentes des granulites de tous les gisements (Les Puits, Combe de la Selle, etc.), qui sont décrits à l'étude de l'albite, de l'anatase, de la brookite, de la turnérite, etc. Des filons de quartz ont été exploités au trou de la Faille, au pied du glacier de la Selle (2.800 m. d'altitude).

Dans cette région, le quartz est presque toujours hyalin ou chloriteux, quelquefois jauni par des imprégnations ferrugineuses, très rarement enfumé ou améthyste ; les cristaux de ces dernières variétés que j'ai vus étaient petits et mauvais [1].

Les auteurs qui, jusqu'à ce jour, ont décrit les cristaux de quartz de

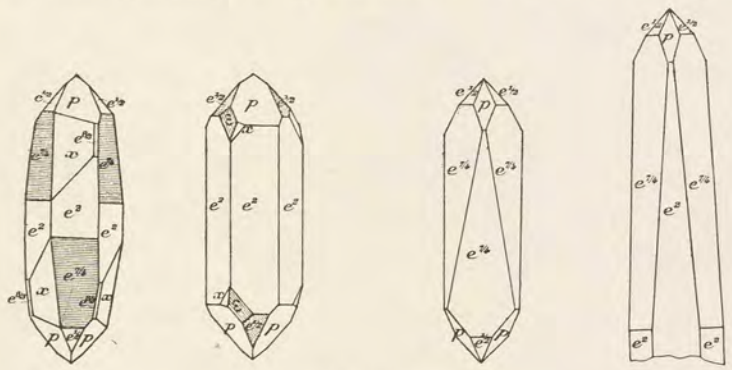


Fig. 49 à 52.
Formes fréquentes du quartz hyalin de l'Oisans.

la région qui nous occupe n'ont jamais, à quelques rares exceptions près indiquées plus loin, précisé le gisement exact des matériaux étudiés, qui sont vaguement indiqués comme provenant du Dauphiné, de l'Oisans ou même de l'Isère [1] ; les renseignements fournis par eux peuvent donc aussi bien s'appliquer aux cristaux de La Gardette, des Chalanches ou des Hautes-Alpes qu'à ceux que je décris ici.

1. Dans la description de la collection Heuland, Lévy a figuré plusieurs cristaux de quartz qu'il indique comme provenant de Meillans (*Isère*) ; d'après sa description, un petit nombre d'entre eux viennent des géodes des septarias de Meylan ; pour les autres, l'indication de gisement est inexacte et ces échantillons associés à l'épidote, à la chlorite, viennent certainement de l'Oisans.

Les cristaux de l'Oisans sont en moyenne pauvres en formes intéressantes. L'hémiscalénoèdre x est généralement seul ; u $(31\bar{4}1)$ si fréquent dans le quartz du massif du Mont-Blanc constitue ici au contraire une rareté.

Les rhomboèdres directs brillants $e^{8/3}$ $(11.0.\bar{1}\bar{1}.2)$ et $e^{13/5}$ $(60\bar{6}1)$, les rhomboèdres inverses striés $e^{13/8}$ $(07\bar{7}1)$ et $e^{7/4}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.1)$ sont fréquents. Ce dernier rhomboèdre devient parfois prédominant, les cristaux ont alors la forme aciculaire bien connue (fig. 52). Les figures 45 à 52 représentent les combinaisons les plus habituelles d'après G. Rose (*Abhandl. Akad. Berlin.* 236.1844). Ce savant a observé en outre ε $(12\bar{3}1)$ à faces mates dans des cristaux accompagnant de l'épidote (fig. 50).

Les faces p et $e^{1/2}$ sont souvent identiques comme aspect ; quel-



Fig. 53.
Quartz de l'Oisans.

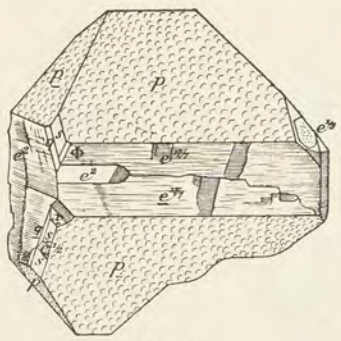


Fig. 54.
Quartz de l'Oisans.



Fig. 55.
Quartz enfumé de Maronne.

quefois les faces p sont verruqueuses, alors que les faces $e^{1/2}$ sont unies, mais peu brillantes. G. Rose a fait remarquer que les faces p ont parfois un reflet rougeâtre, tandis que sur les faces $e^{1/2}$, le reflet est verdâtre.

Dans son mémoire sur le quartz, Des Cloizeaux a donné les trois figures suivantes représentant des cristaux de quartz du Dauphiné.

La fig. 53 reproduit un cristal montrant le rhomboèdre inverse $e^{13/8}$ $(07\bar{7}1)$ et $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$ et les deux plagièdres π $(35\bar{8}3)$ et λ_1 $(15.21.\bar{1}0\bar{2}.15)$ de la zone $p\,s\,e^2$.

Le cristal représenté par la fig. 54 est un quartz chlorité, aplati suivant une face e^2 et offrant la macle à axes parallèles du type a ; deux faces p se trouvent en effet à l'extrémité d'une même face e^2 ; ce

cristal présente le plagièdre q (3.8.$\bar{1}\bar{1}$.3) de la zone $p\,s\,e^2$ et la forme probable Φ (10.2.$\bar{1}\bar{2}$.3), avec en outre le rhomboèdre direct $e^{17/7}$ (80$\bar{8}$1).

Quant à la fig. 55, elle représente un cristal enfumé de Maronne offrant une série de faces en escaliers, constituées par $e^{1/2}$ et $e^{11/6}$ (0.17.$\bar{1}\bar{7}$.1).

Des Cloizeaux a, en outre, cité un certain nombre de formes rares sur des cristaux de quartz du Dauphiné, mais sans indiquer les combinaisons dont elles font partie. J'ai pu retrouver les indications suivantes dans sa collection. La localité précise de ces cristaux n'est pas fixée, mais d'après leur gangue je puis assurer qu'ils ne viennent pas de La Gardette (pour ceux-ci, voir page 95).

De très petits cristaux implantés sur une amphibolite présentent en outre des formes s, u, x, une petite facette w (3.7.$\bar{1}$0.3) de la zone $p\,s\,e^2$. Dans un autre cristal du même échantillon on rencontre : s, u, y (41$\bar{5}$1), x et ε (12$\bar{3}$1), avec en outre $e^{13/2}$ (50$\bar{5}$3) et $e^{7/2}$ (30$\bar{3}$1); un troisième cristal offre $e^{13/8}$ (07$\bar{7}$1), e^3 (40$\bar{4}$1), $e^{7/2}$ (30$\bar{3}$1), $e^{13/2}$ (50$\bar{5}$3), avec s, u et x.

La forme φ_2(17.1.$\bar{1}\bar{8}$.1) a été trouvée sur un angle de la combinaison p, $e^{1/2}$, $e^{7/4}$, s, x, sur un autre cristal qui présentait en outre une petite facette π (35$\bar{8}$3) et les rhomboèdres $e^{13/8}$ (07$\bar{7}$1) et $e^{5/3}$ (08$\bar{8}$1), et enfin sur un cristal ne présentant en outre que le rhomboèdre $e^{7/4}$ associé aux formes habituelles.

φ_3 (23.1.$\bar{2}\bar{4}$.1) ne constituant également que de très petites facettes entre x et e^2 se montre sur des cristaux offrant $e^{8/3}$ (11.0.$\bar{1}\bar{1}$.2) et surtout $e^{7/4}$ (0.11.$\bar{1}\bar{1}$.1) très développée (type de la fig. 52).

Le plagièdre ε (12$\bar{3}$1) a été observé sur des cristaux chloriteux, offrant en outre le rhomboèdre strié $e^{13/8}$ (07$\bar{7}$1).

Un cristal bipyramidé et recouvert d'oxyde de fer présentait à l'une de ses extrémités une large face p et à l'autre un pointement normal avec, dans la zone $p\,e^{1/2}$, une petite face β (27$\bar{9}$9), une large face H_1 (41$\bar{5}$5) ondulée et de très petites facettes brillantes, imparfaitement déterminées, mais paraissant voisines de ξ (11$\bar{2}$2) (type de la fig. 65).

Sur des cristaux chloriteux accompagnant la crichtonite ont été trouvées une face β (27$\bar{9}$9) et une face γ_1 (12$\bar{3}$3) arrondies.

La forme z (99.7.$\bar{1}\bar{0}\bar{6}$.11)) constitue une très petite facette dans la zone $x\,e^{11/5}$ (16.0.$\bar{1}\bar{6}$.1) sur un cristal qui ne présente en outre de ces trois formes que les faces habituelles.

Un autre cristal offre $e^{31/15}$ (45.0.$\bar{4}\bar{5}$.16) et une petite face Σ_1 (61.3.$\bar{6}\bar{4}$.4) dans la zone $x\,e^{31/15}$.

Enfin un dernier cristal présente e^5 $(20\bar{2}1)$, $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$, avec la forme rare n_1 $(1.21.\bar{2}\bar{2}.1)$ et x.

Des groupements à angles rentrants abondent dans de beaux cristaux que j'ai recueillis à la Rampe des Commères. Ils tapissaient une vaste géode riche en axinite et en épidote. Au lieu d'être implantés comme d'ordinaire, normalement ou obliquement sur leur gangue, ils sont enchevêtrés les uns dans les autres, et souvent bipyramidés. Atteignant jusqu'à 7 centimètres, ils englobent et supportent de nombreux cristaux d'épidote. Les angles rentrants sont visibles sur les faces s et x et sont limités par ces faces et par p ou $e^{1/2}$. Les individus du groupement sont soit de même signe, soit de signe différent.

Très fréquemment les faces p $(10\bar{1}1)$ prédominent sur $e^{1/2}$. Des rhomboèdres inverses sont ternes, striés et paraissent en moyenne être au moins aussi obtus que $e^{3/4}$ $(07\bar{7}5)$: j'ai observé les rhomboèdres brillants suivants : $e^{31/15}$ $(45.0.\bar{4}\bar{5}.16)$, $e^{5/2}$ $(70\bar{7}1)$, e^3 $(40\bar{4}1)$, $e^{43/2}$ $(50\bar{5}3)$; s est fréquent. Les plagièdres sont nombreux, x est presque constant, parfois associé à u $(31\bar{4}1)$: j'ai rencontré sur plusieurs cristaux μ $(13\bar{4}1)$, ρ $(15\bar{6}1)$, λ $(5.33.\bar{3}\bar{8}.5)$ seuls ou associés, formant des faces petites, mais brillantes. Il existe aussi une face probablement nouvelle entre μ et μ_2 : son angle avec p (128°) ne se mesure pas avec une précision suffisante pour qu'on puisse la préciser.

Les cristaux de Clavans ne m'ont présenté aucune particularité remarquable ; ils sont limpides, parfois légèrement teintés en jaune clair ; les faces s et x ne sont pas rares. De même qu'à la Gardette, une forme p prend souvent un développement exagéré (fig. 62), s est quelquefois très large. Les cristaux atteignent parfois 8 cm suivant l'axe vertical et ont en moyenne de 4 à 5 cm.

Je noterai en terminant que M. Gonnard a récemment signalé les rhomboèdres $e^{31/11}$ $(14.0.\bar{1}\bar{4}.3)$ et $e^{8/3}$ $(11.0.\bar{1}\bar{1}.2)$ sur de petits cristaux accompagnant l'anatase et la crichtonite de Vaujany (?) (Z. *K.* XXXIV. 279.1901).

G. Rose a fait remarquer que les cristaux du Dauphiné ont le plus souvent une apparence simple et que les macles par rotation autour de l'axe vertical et par interpénétration ne se manifestent pas par des angles rentrants, mais seulement par la différence d'éclat des faces p et $e^{1/2}$ placées sur le même plan, les individus maclés étant généralement de même rotation. L'examen optique fait par Des Cloizeaux et que j'ai moi-même poursuivi sur un grand nombre de cristaux du

Dauphiné fait voir que cette simplicité de structure n'est qu'apparente. Les sections taillées perpendiculairement à l'axe vertical montrent que, si d'ordinaire il y a un individu dominant, celui-ci englobe presque toujours sous forme de taches ou facules irrégulières des individus de rotation contraire ou est entouré par eux.

Il en est de même pour l'observation concernant la rareté des macles par pénétration incomplète. Dans les nombreux échantillons que j'ai étudiés, j'ai trouvé fréquemment de semblables groupements qui présentent tous les stades depuis le simple accolement de deux individus dont les faces p et $e^{1/2}$ sont sur le même plan (fig. 6 et fig. 4), jusqu'à la pénétration complète donnant un édifice à apparence simple.

Enfin j'ai observé une macle suivant la loi de la Gardette, provenant du pied du pic de l'Étendard.

De jolis cristaux de quartz hyalin ont été trouvés avec barytine et ripidolite dans les fentes des roches houillères de Peychagnard près La Mure.

Hautes-Alpes. De très nombreux gisements de quartz hyalin se trouvent aux environs de la Grave, sur les deux rives de la Romanche ; j'ai examiné plusieurs centaines de cristaux de cette région.

Le principal gisement dont l'exploitation, aujourd'hui interrompue, remonte au commencement du siècle dernier se trouve sur la rive droite de la Romanche, à 2 km. en aval de la Grave, vis-à-vis le village des Fréaux et à gauche (en la regardant de la route nationale) de la cascade de la Pucelle. Ce gisement exploité par galeries a fourni, dit-on, des cristaux ayant 1 m. de longueur sur 0 m. 4 de diamètre ; la dernière exploitation n'a donné que des cristaux mesurant 0 m. 3 au plus. Ils sont quelquefois associés à des mouches de pyrite, de chalcopyrite, de galène. C'est à une centaine de mètres au-dessus de ce filon que se trouve un gisement d'anatase, dans les fentes de chloritoschistes que tapissent aussi de jolis cristaux limpides de quartz hyalin et de calcite.

Un gisement à signaler est celui du Clot de la Bordanche, près le plateau de Paris (La Grave).

De beaux cristaux ont été rencontrés dans des filonnets situés sur les contreforts du Goléon, à 2 ou 3 km. au Sud du glacier Lombard et notamment sur les deux rives du torrent du Goléon ; ils sont souvent associés à des cristaux d'albite, parfois à des sphénoèdres de chalcopyrite (surtout sur la rive droite du torrent, vis-à-vis du refuge

du Club Alpin). Les cristaux de la rive gauche sont fréquemment aplatis suivant e^2 et très allongés suivant une arête $p\,e^2$. Ils ont alors l'aspect de la figure 67, mais avec arête horizontale p e^2 continue. Dans une même géode, tous les cristaux ont parfois cette disposition. Dans quelques échantillons, j'ai vu des veinules, constituées par des cristaux, ainsi construits, adhérents aux deux parois de la fente; il en résulte des agrégats grossièrement fibreux dont les fibres sont allongées suivant une perpendiculaire à l'axe vertical. Ces cristaux sont du reste souvent mélangés à d'autres ayant une orientation quelconque. Dans les cristaux de ce gisement offrant une allure normale, on trouve très fréquemment des macles par accolement (type b).

De nombreux gisements se trouvent au Sud de la Romanche, dans la partie septentrionale du massif du Pelvoux; les plus riches sont les suivants : dans le massif du mont de Lans (au N.-E. du gisement de la Combe de la Selle indiqué plus haut), la Roche Mantel, le glacier du Mousset entre la Pointe de Muretouse et Girose, Girose, le lac Noir, Malprésure; dans le massif des Peyrou d'aval et d'amont, à 100 mètres du refuge Chancel près le lac du Puy Vachier (quartz chlorité); dans le massif de la Meije, à l'Enfetchore de droite du glacier; dans le massif de l'Homme, dans les contreforts du Pic de l'Homme, etc.



Fig. 56.
Quartz hyalin de Girose et de la Gardette.

De tous les cristaux de ces divers gisements que j'ai eu la possibilité d'étudier, ceux de Girose sont de beaucoup les plus intéressants; ils m'ont été communiqués par M. Denis et par M. Laurent. Ils sont souvent normalement développés, quelquefois un peu chlorités, très limpides; s prend fréquemment une très grande extension, $e^{8/3}$ $(11.0.\bar{1}\bar{1}.2)$ et x l'accompagnent presque toujours; les rhomboèdres inverses les plus habituels sont $e^{11/6}$ $(0.17.\bar{1}\bar{7}.\bar{1})$ et $e^{7/4}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.1)$. Souvent cette dernière forme devient prédominante et le cristal prend alors la forme aciculaire bien connue (fig. 51 et 52) : il est parfois terminé par une seule face p (fig. 56).

Un beau cristal venant de l'Enfetchore présente les faces p dominantes avec les rhomboèdres $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$, $e^{31/11}$ $(14.0.\bar{1}\bar{4}.3)$ brillants,

avec $e^{5/4}$ $(03\bar{3}1)$, terne, venu par macle sur le prolongement de son inverse $e^{7/2}$: il existe en outre s, u $(31\bar{4}1)$, x, avec en outre w $(3.7.\bar{1}\bar{0},3)$. J'ai rencontré aussi un plagièdre inférieur à w, ne donnant pas des mesures suffisantes pour qu'il soit possible de le préciser; il est intermédiaire entre μ et μ_2, son angle avec p est d'environ 129°.

Dans un autre cristal, j'ai observé entre s et e^2 (zone $p\,s\,e^2$) une large face très striée parallèlement à l'arête $s\,e^2$ et présentant à l'œil nu l'apparence d'une forme bien définie; sous le goniomètre, on observe une série ininterrompue d'images se prolongeant sur environ 10° entre s ($p\,s = 151°6$) et π $(3\bar{5}83)$ [$p\,\pi = 141°31$], sans qu'il soit possible d'en préciser aucune.

J'ai acheté récemment pour la collection du Muséum une magnifique macle suivant la loi de la Gardette qui m'a été indiquée comme provenant du Clot de la Bordanche : le plus grand individu mesure 8 cm suivant l'axe vertical. Il est implanté sur quelques cristaux de quartz offrant des formes banales : cet échantillon est tout à fait identique à ceux de la Gardette.

Corse. — La collection du Muséum possède de très beaux cristaux de quartz hyalin, partiellement chloriteux, très allongés suivant l'axe vertical et indiqués comme provenant de Laporta près Bonifacio. Je n'ai pu recueillir aucun renseignement sur le gisement dont proviennent ces cristaux qui atteignent 25 cm suivant l'arête verticale.

Des cristaux d'améthyste dont le poids atteint 1 kg. ont été signalés par M. Hollande (*Ann. sc. géol.* IX. 49. 1877), au voisinage du gabbro (verde di Corsica) de l'Alezani et du Monte Grosso près Calvi.

Algérie. — *Constantine*. Les schistes cristallins de Bône sont traversés par des filonnets de quartz, parmi lesquels se trouvent parfois de jolis cristaux de quartz hyalin (1 à 2 km. au N.-O. de la ville avant le Fort génois), il est possible qu'ils soient à rapporter aux filons pegmatiques de la même région qui sont riches en cristaux de quartz enfumé : je les ai décrits avec ceux-ci, p. 54.

Madagascar. — La grande île est célèbre depuis le milieu du XVIIIe siècle par les beaux blocs de quartz hyalin et les cristaux nets pesant jusqu'à plusieurs centaines de kilogrammes qu'en rapportent les voyageurs. Flacourt (*Hist. de Madagascar*, 1658, p. 300) donne sur la carte de l'île Sainte-Marie et de la côte voisine des indications montrant que de son temps, ce quartz était recueilli sur le bord des

rivières se jetant en face de l'île Sainte-Marie (rivières Soamianina, Marimbo, Manantsatrana et Maningory). La collection du Muséum possède un gros cristal bipyramidé roulé, jaune, long de 0 m. 50 et large de 0 m. 09 rapporté en 1776 de cette région par Rochon.

Nous ne sommes malheureusement pas bien fixés sur les localités précises où ce minéral se rencontre en place et surtout sur les conditions géologiques de son gisement. Les blocs sont en effet recueillis à l'état roulé dans les rivières. D'après la constitution géologique de la région que celles-ci irriguent, il est probable que ce quartz provient de filons situés au milieu des schistes cristallins et des roches granitiques et probablement aussi dans certains cas, comme je l'ai indiqué page 53 de filons de pegmatite et de filons aurifères. Il y a là un sujet intéressant de recherches que je signale aux minéralogistes et géologues qui auront l'occasion de voyager dans cette région.

Quoi qu'il en soit, le quartz en blocs hyalins se trouve partout au N.-E. et à l'E. de l'île et surtout dans les vallées descendant à la côte depuis Vohémar à Mahanoro et plus au Sud dans celles de la Mahasora et de ses affluents (notamment la Tandranora).

C'est à Vohémar que les bateaux de Nossi-Bé venaient autrefois prendre les chargements de quartz et cela explique pourquoi les échantillons qui se trouvent dans le commerce de l'optique sont généralement indiqués comme provenant de Vohémar. La collection du Muséum possède un cristal provenant de la Montagne des Français près Diego Suarez.

Voici quelques gisements à citer spécialement :

Boina. Mont Vohijavona (avec tourmaline) ; près le fort de Mandritsara.

Imérina : Amboasary (mont Hiaranandriana).

Betsiléo : N.-E. de Fianarantsoa, district d'Ambositra, plateau de Lamboharana entre Ihosy et Ambohimandroso.

Tanalas : Lit du Manandriana, près Ambohimanga Atsimo.

Les gros cristaux sont généralement trop roulés pour que l'on puisse déterminer avec précision les petites facettes qui accompagnent les formes habituelles. J'ai observé sur eux e^2, p, $e^{1/2}$, $e^{8/3}$ $(11.0.\overline{11}.2)$ s, x, u.

Les clivages e^2,p et $e^{1/2}$ sont souvent très nets. Les inclusions à bulles sont extrêmement abondantes (fig. 23 et 24), parfois visibles à l'œil nu, distribuées en grand nombre suivant des plans parallèles. On

trouve fréquemment des inclusions de longues aiguilles de rutile (surtout dans le quartz légèrement enfumé, voir la figure donnée à l'article *rutile*), d'épidote, des paillettes de ripidolite, des rhomboèdres de sidérite, et, comme on l'a vu page 53, des cristaux de tourmaline, de micas.

La structure intime du quartz de Madagascar est comparable en général à celle des cristaux de l'Oisans; de grands cristaux de la collection du Muséum montrent de nombreuses macles à axes parallèles, constituées d'ordinaire par des individus de même rotation (type *b*).

On observe parfois des surfaces creusées de cavités profondes polyédriques à angles arrondis comme dans les cristaux de Guttanen. Vom Rath a décrit un échantillon de ce genre (*P. A. Jubelband*, 1874. 539) (Vohémar), entièrement limité par des facettes en creux,

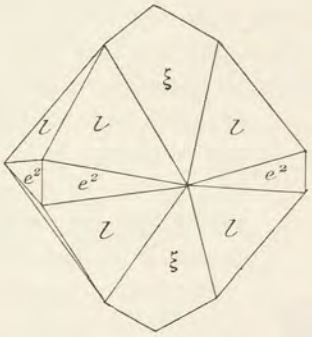


Fig. 57.
Forme théorique des cavités d'un quartz de Madagascar.

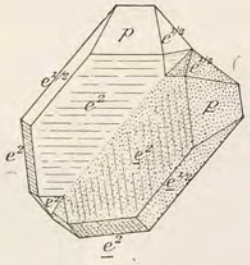


Fig. 58.
Macle de la Gardette (Madagascar).

planes ou courbes et creusées de cavités polyédriques; l'une d'elles renfermait, enveloppés par de l'argile, des fragments offrant les mêmes facettes, mais en relief et présentant un aspect rhombique (pointements à huit faces). A la suite d'une étude comparative faite sur des cristaux du Valais, vom Rath a montré que les facettes planes sont constituées par des faces e^2 et les courbes par des faces ξ $(11\bar{2}2)$ et une forme voisine de $d^8 = l$ $(81\bar{9}7)$, non signalée dans le quartz. La fig. 57 représente la forme théorique du solide formé par cette combinaison curieuse [$l\,e^2 = 144°56'$, $l\,\xi = 161°6'$ $l\,l = 139°43'$.]

Ces gros blocs ou gros cristaux de quartz transparent ne constituent pas la seule forme sous laquelle ce minéral se trouve à Mada-

gascar. Il abonde en cristaux de toutes les tailles. Les plus intéressants viennent du pays des Baras du mont Vohitseranana ; l'un d'eux renferme une cavité renfermant plusieurs centimètres cubes d'un liquide mobile. A la Source de la reine (Ambohimalaza), se trouvent de jolis cristaux rappelant ceux de Viesch (p, $e^{1/2}$, $e^{7/2}$, $e^{5/4}$, etc.).

La collection du Muséum possède aussi des cristaux allongés suivant l'axe vertical, très limpides et provenant d'Ambohimanambola (prov. de Bétafo) ; ils présentent les formes habituelles, avec quelquefois $e^{3/2}$, $e^{11/7}$, $e^{7/4}$, $e^{8/3}$, s et x.

M. Penfield a décrit une macle suivant la loi de la Gardette achetée à Londres comme provenant de Madagascar (*Am. J.* XXXVI. 324. 1888) sans indication plus précise. Elle a 2 cm 5 de plus grande dimension (fig. 58) et offre la plus grande ressemblance d'aspect avec celles qui, depuis quelques années, sont connues au Japon.

L'améthyste est également très fréquente à Madagascar ; elle constitue des cristaux de quelques centimètres, parfois d'un beau violet, rappelant la couleur de l'améthyste de l'Oural. Les cristaux que j'ai vus ne sont pas généralement très limpides, mais riches en cavités et en grosses bulles qui se déplacent quand on les fait mouvoir.

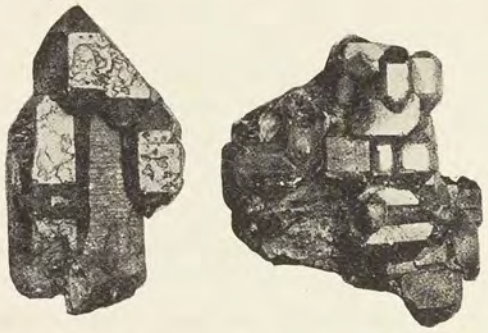


Fig. 59.
Cristaux d'améthyste groupés autour d'un cristal de quartz incolore. Madagascar. (*Photographie un peu réduite.*)

On trouve aussi de curieux groupements à axes parallèles de cristaux d'améthyste qui se réunissent autour d'un cristal incolore (fig. 59) ou bien sont venus s'implanter à l'extrémité d'un cristal de quartz hyalin. La première variété forme des groupements cristallitiques de grande taille rappelant ceux de la Sibérie, alors que les autres (fig. 60) constituent de petits groupes semblables à ceux de Schemnitz et du Mexique (quartz sceptre). M. A. Grandidier m'a remis de jolis cristaux de ce genre venant du mont Vohiposa (lat. 21°1′, long. 44°47′) dans le Betsiléo. M. G. Grandidier a rapporté récemment un cristal roulé d'améthyste d'un joli violet recueilli près de Mahanara (côte N.-E., à 50 km. S. de Vohémar) et m'a en outre signalé des cristaux

de ce genre qui accompagnent le quartz enfumé à Ambohimalaza (cercle de Tsiafahy) dans l'Imérina. On en a trouvé aussi à Bétafo, Arivonimano, Miarinarivo, etc.



Fig. 60.
Cristaux d'améthyste surmontant des cristaux de quartz hyalin ou embrochés par eux (*quartz sceptre*). Mont Vohiposa (Madagascar. (*Photographie un peu agrandie.*)

Guyane. Je n'ai aucun renseignement précis sur le mode de gisement de deux cristaux de quartz de la collection du Muséum qui sont indiqués comme provenant de la Guyane : ils ont été recueillis sans doute dans un des nombreux filons de quartz qui traversent les gneiss de cette région. L'un est hyalin et présente la combinaison $e^2\ p\ e^{1/2}\ s\ x$ avec une très petite facette o_3 $(23.1.\overline{24}.1)$.

L'autre, ayant environ 15 centimètres suivant l'axe vertical et un diamètre presque aussi grand, est enfumé : il ne présente que les formes communes, mais il possède une structure cristallitique très prononcée : ses faces sont creusées en profondes trémies.

b) *Dans les filons métallifères.*

Je considérerai séparément le cas dans lequel le quartz est la gangue principale du filon et celui dans lequel il ne constitue qu'un élément accessoire dans des gangues carbonatées.

α) Filons à gangue exclusivement quartzeuse.

Les filons métallifères à gangue de quartz existent en très grand nombre en France, il ne saurait être question d'en tenter même une énumération ; la plupart des gisements cités aux articles *galène*, *blende*, *pyrite*, *chalcopyrite*, *panabase*, etc., renferment en quantité plus ou moins grande des cristaux de quartz, parfois limpides et de belle taille. Je ne m'occuperai ici que des gisements fournissant des cristaux remarquables par leur beauté, leur limpidité ou par quelque particularité spéciale. J'y joindrai en outre les gisements ayant fourni

des pseudomorphoses en quartz de *fluorine*, de *calcite*, de *barytine*, etc. qui sont étudiés avec plus de détail dans la description de ces diverses espèces.

Je ferai remarquer, pour n'y plus revenir, qu'un nombre considérable de filons concrétionnés (et notamment de galène), renferment des moules en creux de cubes ou d'octaèdres ou parfois des lames minces groupées en grand nombre d'une façon irrégulière ou en gerbes (quartz haché) ; les premiers limitent la place occupée originellement par des cristaux de fluorine, plus rarement de galène, alors que les autres sont constitués par des lames de quartz développées dans les intervalles de cristaux ou de lames crêtées de barytine. Ce ne sont pas des pseudomorphoses, mais des enveloppes de cristaux disparus. Il est peu de gisements cités à la galène et à la fluorine qui ne présentent de semblables échantillons.

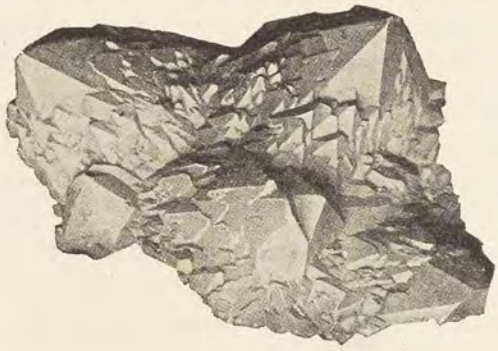


Fig. 61.
Quartz à structure polysynthétique des mines de Huelgoat. (*Photographie un peu réduite.*)

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. La blende des mines de Chatelaudren a pour gangue non seulement du quartz cristallisé, mais encore de la calcédoine concrétionnée.

Finistère. Le quartz cristallisé est très abondant dans les filons de Huelgoat et de Poullaouen. Tous les échantillons que j'ai vus sont constitués par des géodes tapissées par des pointements $p\ e^{1/2}$ atteignant plusieurs centimètres de diamètre. Ils sont parfois hyalins et saupoudrés de petits cristaux de pyrite et de marcasite. A Huelgoat, on a trouvé de très gros pointements formés par le groupement à axes parallèles d'un nombre considérable d'individus qui sont très visibles à la périphérie du cristal dont le pointement paraît homogène (fig. 61).

On verra plus loin la description de rhomboèdres de calcite transformés en quartz et provenant de ce gisement.

Morbihan. Les filons de cassitérite de la Villeder ont fourni quelques très beaux cristaux de quartz transparent, les uns absolu-

ment hyalins, les autres d'un noir intense, enfin, plus rarement, il s'en est trouvé d'enfumés avec une teinte rougeâtre. Ces derniers atteignent 5 à 6 centimètres de plus grande dimension, ils sont souvent très allongés suivant une arête oblique $p\,e^2$ (fig. 67); les cristaux incolores sont parfois très déformés, extrêmement aplatis, presque lamellaires suivant une face e^2 et alors allongés suivant une arête horizontale $p\,e^2$. Dans ces cristaux une face p est souvent développée d'une façon exagérée à l'une des extrémités. De beaux cristaux enfumé supportent quelquefois les cristaux de cassitérite.

Le quartz compact qui sert de gangue à la cassitérite a un éclat très gras; le choc y développe une odeur fétide caractéristique. L'examen microscopique fait voir qu'il est riche en inclusions liquides à bulle mobile ; il englobe la cassitérite, le béryl, le mispickel, etc.

Cévennes. — *Gard.* Les filons de galène du Rouveguère à Mercoirol ont fourni autrefois non seulement de beaux cristaux de galène, mais encore des cristaux très nets de quartz renfermant très fréquemment de grosses inclusions liquides (avec bulle mobile), ayant quelques millimètres de diamètre (quartz aérohydre).

Haute-Loire. Les filons barytiques des environs de Brioude renferment fréquemment des cristaux de quartz, parmi lesquels se trouve parfois de l'améthyste (Ourouze, etc.). De belles pseudomorphoses en quartz d'octaèdres de fluorine se trouvent dans le filon de fluorine et de barytine de Barlet près Langeac, à la Tourette, etc.

Ardèche. Des cristaux cubiques p (100) et b^1 (110) de fluorine entièrement transformés en quartz se rencontrent dans des filons de quartz coupés par la route d'Aubenas à Lazuel (Gonnard. *B. S. M.* XV. 34. 1892); ils atteignent parfois 4 cm. suivant une arête cubique, ils sont alors creux et tapissés par des cristaux de quartz.

Puy-de-Dôme. Des cristaux analogues ont été observés par M. Gonnard sur la fluorine de la Roche Cornet, de Villevieille et de la Vernède, sur le Sioulet près de Pontgibaud (*C. R.* CVI. 558. 1888); des octaèdres de fluorine transformés en quartz se trouvent à Sauviat près Courpières, etc. (voir aussi page 76).

Haute-Vienne. Des cristaux de babel quartz ont été indiqués par Des Cloizeaux dans des filons de quartz et de fluorine des environs de Saint-Yrieix. La collection du Muséum possède des cristaux de calcite transformés en quartz provenant de cette même localité.

Rhône, Saône-et-Loire. Le quartz des filons concrétionnés de galène de ces départements ne présente pas, à ma connaissance, de particularités intéressantes ; mais le quartz haché (Chenelette, Monsols, Longefay (*Rhône*), les moules en creux de cubes ou d'octaèdres de fluorine y sont particulièrement abondants.

Je dois au frère Anthelme un très bel échantillon de fluorine cubique



Fig. 62.
Groupe de cristaux de quartz hyalin de la Gardette : plusieurs cristaux montrent la prédominance d'une des faces *p*.

transformée en quartz, provenant d'un filon situé entre Saint-Laurent-de-Chamousset et Sainte-Foy-l'Argentière (Rhône).

Vosges. — *Vosges*. La collection du Muséum possède un gros échantillon de quartz des filons de galène de la Croix-aux-Mines ; il est constitué par des pointements birhomboèdriques (de 3 cm. de diamètre) blancs, encapuchonnés par du quartz jaune ; il existe un espace

vide discontinu entre les cristaux et leur croûte superficielle. Une partie de celle-ci a été brisée (naturellement ou artificiellement), de telle sorte que, par places, elle ne constitue plus que de petits îlots irréguliers, supportés par de grêles pédoncules.

Alpes. — *Massif du mont Blanc.* — *Haute-Savoie.* Les mines de plomb et de cuivre des environs de Servoz (T. II. 706), ont fourni autrefois de beaux cristaux de quartz hyalin dont je n'ai pas eu d'échantillons entre les mains.

Savoie. La mine de galène de Pesey en Tarentaise (t. II. 492) était riche en très beaux cristaux de quartz hyalin, quelquefois imprégné d'hématite, d'asbeste, etc., et associés à de la dolomite, de l'albite, de

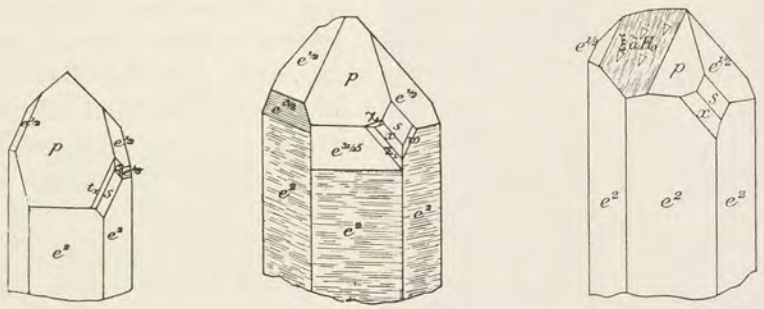


Fig. 63 à 65.
Quartz hyalin de la Gardette.

la barytine, etc. Les cristaux que j'ai examinés sont très limpides, mais pauvres en faces; en outre des formes habituelles, quelques-uns d'entre eux seulement présentent les formes *s* et *x*.

M. Druetti m'a signalé l'existence au Musée du Valentino, à Turin, d'une macle suivant ξ $(11\bar{2}2)$ provenant de ce gisement; elle est associée à de la dolomite, de la pyrite et de la galène.

Isère. De tous les gisements français de quartz, le plus célèbre, peut-être, est celui de la mine d'or de la Gardette (t. II, p. 422) en Villard-Eymond, près le Bourg d'Oisans. Ce filon quartzeux ayant environ 0 cm 9 de puissance présente des renflements creusés de grandes géodes, d'où ont été extraits les magnifiques groupes de cristaux qui se trouvent dans toutes les collections sous le nom de quartz du Dauphiné, de l'Isère, de l'Oisans, d'Allemont (la fonderie où se traitait le minerai de la Gardette était dans cette dernière localité), ou du Bourg d'Oisans.

Au sortir de la mine, les cristaux de quartz ne sont pas toujours

incolores, comme ceux que l'on voit dans les collections; ceux-ci ont généralement subi un traitement à l'acide chlorhydrique, destiné à les débarrasser d'un enduit ocreux jaune qui est parfois accompagné de magnifiques irisations.

Les cristaux de la Gardette sont allongés suivant l'axe vertical; leur plus grande dimension dépasse souvent 10 cm.; ils forment de fort beaux groupes; l'un d'eux est représenté par la fig. 62. Ces cristaux sont généralement pauvres en faces intéressantes; une face p du pointement est souvent tellement développée que les autres faces disparaissent presque complètement (fig. 62) (quartz basoïque d'Hauy); s et x sont fréquentes et quelquefois la première de ces formes est très largement développée. Il existe souvent des rhomboèdres aigus, striés, M. Gonnard a récemment signalé $e^{11/4}$ $(50\bar{5}1)$, $e^{13/5}$ $(60\bar{6}1)$, $e^{31/15}$ $(45.0.\bar{4}\bar{5}.16)$; $e^{8/3}$ n'est pas rare.

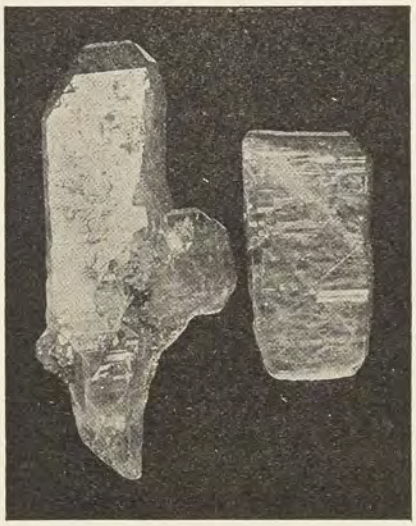


Fig. 66.
Quartz hyalin de la Gardette aplati suivant e^2.
(*Photographie un peu réduite.*)

J'ai passé en revue à diverses reprises chez le guide Albertazzo un grand nombre de cristaux de quartz de la Gardette sans y trouver d'autres formes intéressantes que de très petites facettes, souvent courbes, ν_2 $(17.1.\bar{1}\bar{8}.1)$; un de ces cristaux (fig. 64) présente cependant entre p et $e^{1/2}$ une large surface ondulée, creusée de cavités triangulaires; elle donne des réflexions presque ininterrompues entre H_0 et ξ, avec plus de netteté au voisinage de H_1 (p H_1, obs. 171°28′) et H_3 (p H_3 : 166° environ). Ce sont là, sans aucun doute, des faces de corrosion naturelles.

Le rhomboèdre $e^{7/4}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.1)$ domine quelquefois (fig. 51), surmonté par une seule face p (fig. 56).

Les fig. 63 et 64 représentent d'après Des Cloizeaux (*Mém. sur le quartz*) deux cristaux plus compliqués qui offrent les formes $e^{13/8}$ $(07\bar{7}1)$, $e^{31/15}$ $(45.0.\bar{4}\bar{5}.16)$ et les faces intéressantes Σ_1 $(61.3.\bar{6}\bar{4}.4)$, w $(3.7.\bar{1}\bar{0}\cdot 3]$, χ_1 $(21.1.\bar{2}\bar{2}.27)$ et t_2.

Des cristaux curieusement mal formés se rencontrent assez souvent dans ce même filon de la Gardette : les fig. 73 à 75 représentent quelques-uns des plus remarquables que j'ai eu l'occasion d'étudier.

Il n'est pas rare d'y trouver aussi des cristaux de quartz, aplatis suivant une face e^2 et enfilés en grand nombre suivant une arête $p\ e^2$ (fig. 67), ou d'autres allongés suivant l'axe vertical (fig. 66) ou suivant une arête oblique $p\ e^2$ (fig. 68).



Fig. 67.
Quartz hyalin de la Gardette aplati suivant e^2 : les cristaux sont groupés en grand nombre et produisent quand le groupement est fermé un allongement suivant une arête horizontale $p\ e^2$. (*Photographie réduite au tiers environ.*)

Le principal intérêt que présente le quartz de la mine de la Gardette réside dans la macle à axes inclinés suivant $\frac{5}{3}(11\bar{2}2)$ que j'ai désignée plus haut sous le nom de *macle de la Gardette* et qui pendant longtemps n'a été connue que dans ce gisement ; elle y est peu commune. Cette macle a été décrite par Weiss (*Abh. K. Akad. Wiss. Berlin*, 1829, p. 77), puis étudiée en grand détail par Des Cloizeaux (*op. cit.* 151), par M. Gonnard (*Ann. soc. agr. Lyon*, VI. 860) et par vom Rath (*P. A.* CLV. 57. 1875).



Fig. 68.
Quartz hyalin de la Gardette allongé suivant une arête oblique $p\ e^2$. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Les cristaux offrant cette macle sont plus ou moins aplatis suivant une face e^2 qui se trouve sur le même plan dans les deux individus constituant le groupement ; ceux-ci ont en général la même épaisseur, les faces de leur sommet libre sont le plus souvent disposées symétriquement, ce sont deux faces p qui sont inclinées en avant sur la face commune d'aplatissement (fig. 69). Cependant dans des cas plus rares, cette symétrie n'existe plus, on observe alors en avant une face p dans un cristal et une face $e^{1/2}$ dans l'autre (fig. 70).

Les individus constituant cette macle sont tantôt de même signe et tantôt de signe contraire.

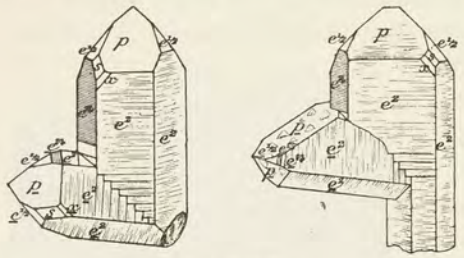


Fig. 69 et 70.
Quartz hyalin de la Gardette (Macle de la Gardette).

Beaucoup des macles de la Gardette sont formées par deux cristaux complets à peu près de même taille dont l'aspect est donné par la fig. 72. La collection du Muséum possède une macle de ce genre dont chaque cristal composant mesure 15 cm. suivant l'axe vertical, sur 8 à 11 cm. de largeur dans la face d'aplatissement et 3 cm. 5 d'épaisseur ; ces cristaux présentent les faces striées du rhomboèdre $e^{7/5}$.

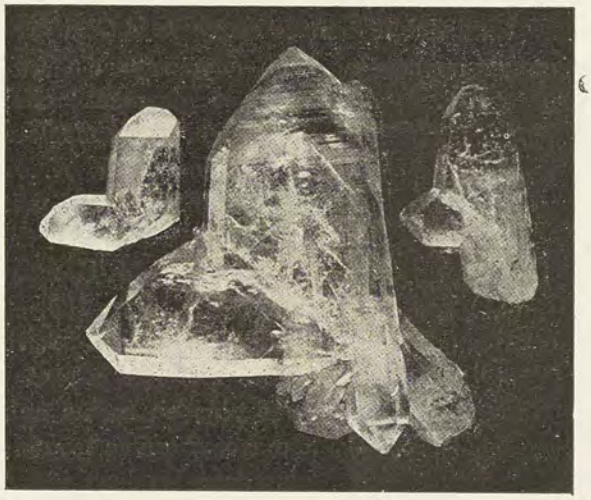


Fig. 71 à 73.
Quartz hyalin (Macle de la Gardette) du filon de la Gardette (fig 72, *photographie réduite de moitié environ*) et des mines d'Allevard (fig. 70 et 72).

Dans quelques cas (fig. 70 et 73), il existe un grand cristal sur lequel s'implante le second individu de plus petite taille et souvent moins épais que lui.

La figure 77 représente quelques groupements accidentels, les fig. 20, 21 et 25 des particularités de structure fréquentes dans le quartz de la Gardette.

Congo. Le gisement cuprifère de Mindouli qui est si riche en dioptase, renferme d'assez jolis cristaux de quartz hyalin ou enfumé, souvent implantés sur la dioptase ; celle-ci disparaît parfois en laissant dans le quartz l'empreinte en creux de ses pointements rhomboédriques.

Madagascar. Des parties limpides se trouvent dans les filons de quartz aurifère de la région de Mevatanana.

β) Dans les filons métallifères à gangue de carbonates ou d'oxydes.

Plateau Central. — *Tarn.* Les mines de Peyrebrune renferment en assez grande abondance des cristaux de quartz qui ne méritent d'être cités qu'à cause de leur fréquente implantation sur de gros cristaux de fluorine sur lesquels ils laissent des empreintes régulières en escaliers. Les cristaux détachés d'une semblable gangue présentent la forme (fig. 11) du *babelquartz* de Beralston ; la face qui forme la base des pyramides décroissantes est tantôt une face p ou $e^{1/2}$, et tantôt une face e^2.

Vosges. — [*Alsace.*] Le quartz en cristaux nets est abondant dans les filons de Sainte-Marie-aux-Mines. Ceux que j'ai eu l'occasion de voir ne présentaient pas de particularités intéressantes.

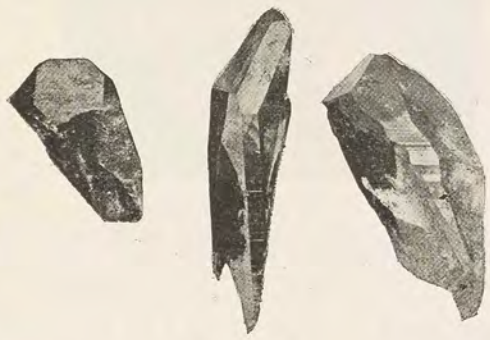


Fig. 74 à 76.
Cristaux de quartz hyalin de la Gardette à développement anormal. (*Photographie grandeur naturelle environ.*)

Le quartz en cristaux p, avec ou sans $e^{1/2}$, a été, en outre, trouvé dans la mine de Framont en cristaux hyalins laiteux, roses, jaunes ou hématoïdes, surtout associés à la calcite et à l'hématite.

Des pseudomorphoses de cristaux de calcite ($d^2\,p$) en quartz, ont été signalées par Carrière à la Mine jaune.

Alpes. — *Isère.* De beaux cristaux de quartz hyalin, mais avec les formes communes, ont été jadis rencontrés dans les filons argentifères des Chalanches.

Les filons de sidérite de la chaîne de Belledonne et ceux d'Allevard (voir à *sidérite*) renferment du quartz qui constitue parfois de fort remarquables cristaux. Aux environs d'Allevard notamment, la sidérite est parfois recouverte de cristaux d'une limpidité remarquable, atteignant quelques centimètres. Plus rarement, on trouve de gros cristaux transparents renfermant des paillettes d'hématite ou de gœthite.

La plupart des cristaux de quartz d'Allevard n'ont que les faces communes ; j'ai cependant observé sur un bel échantillon, constitué par de gros rhomboèdres d'ankérite recouverts par des cristaux lenticulaires de mésitite, des cristaux de quartz qui tous présentent les particularités suivantes : leur pointement est polysynthétique, bien que les faces du prisme soient normales, les faces p et $e^{1/2}$ sont courbes, par suite de l'existence de triangles sphériques extrêmement surbaissés ; ceux-ci sont formés par une série de faces appartenant à la zone $p\,e^{1/2}$; entre ces deux faces extrêmes se trouvent, sur quelques arêtes, une série de faces généralement très arrondies et sur lesquelles on obtient non pas une image unique, mais une série continue d'images. J'ai cherché dans un cristal meilleur que les autres à déterminer les limites entre lesquelles oscillaient ces faces courbes.

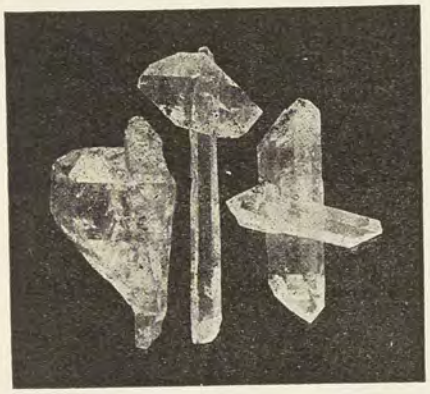


Fig. 77.
Quartz hyalin de la Gardette, groupements accidentels (*Photographie un peu réduite.*)

Une première série donne avec p des angles oscillant entre 170°30′ et 169° ($p\ H_1 = 171°15'$ et $p\ H_2 = 168°56'$). Une autre forme courbe donne des images indiquant des incidences avec p qui oscillent entre 158° et 152°58′ ($p\ H_6 = 157°51'$ et $p\ \xi_1 = 153°22'$) ; enfin des faces β_1 ($13\bar{4}4$) et β_6 ($1.15.\bar{1}6.16$) sont nettes. Ces formes sont à rapprocher de celles dont il va être question plus loin dans les cristaux de quartz des terrains sédimentaires.

C'est au milieu d'une grande quantité de cristaux à formes banales qu'ont été rencontrées par M. Gaubert les deux macles de la Gardette représentées par les fig. 71 et 73. La fig. 71 montre le type symé-

trique, l'autre au contraire, le type dissymétrique beaucoup plus rare. Ces deux macles sont recouvertes de petits rhomboèdres de sidérite.

Le même gisement a fourni des masses miarolitiques formées d'une grande quantité de prismes grêles enchevêtrés de quartz.

De jolis cristaux bipyramidés de quartz hyalin, raccourcis suivant l'axe vertical, ont été rencontrés avec ankérite et chalcopyrite dans les géodes de la sidérite, exploitée autrefois à Vizille et notamment à Saint-Pierre de Mésage.

Enfin les salbandes argileuses du filon de panabase de Prunières renferment des cristaux de quartz, aplatis suivant une face e^2 et groupés en grand nombre le long d'une arête $p\ e^2$, comme dans la figure 67 ; ces cristaux forment des enchevêtrements à aspect fort curieux.

Algérie. — De gros cristaux de quartz limpide ou blanchâtre, souvent bipyramidés, ont été trouvés dans les géodes des minéraux carbonatés de l'Oued-Allelah près Tenez ; comme à Vizille, ils constituent le dernier minéral formé, implanté sur l'ankérite qui, elle-même recouvre la sidérite.

5° *Dans les sources thermales.*

Bien que les sources thermales ne soient que la continuation des phénomènes qui, aux périodes géologiques antérieures, ont donné naissance aux filons métallifères et quartzeux, les cas de formation actuelle de quartz y sont extrêmement rares. Dans quelques-uns des gisements cités plus loin, on peut même se demander si le quartz décrit comme néogène l'est vraiment ; les sources thermales suivant d'anciens filons quartzeux, il n'est pas toujours facile de démontrer d'une façon irréfutable la formation actuelle du quartz quand celui-ci ne s'est pas produit, comme à Plombières, sur des travaux de maçonnerie.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* L'existence de quartz de formation actuelle dans les griffons des sources de Mauhourat à Cauterets, a été signalée par M. Beaugey (*C. R.* CX. 300. 1890). Le quartz en question constitue des cristaux de 1 à 2 cm, d'un blanc laiteux, opaques, à faces ternes. Les sources sourdent au milieu du granite.

Pyrénées-Orientales. Du quartz néogène a été indiqué autrefois par Bouis dans les sources sulfurées d'Olette (72° C).

Aude. Du quartz néogène a été signalé aux griffons des sources de Lamalou (avec barytine et pyrite).

Plateau central. — *Puy-de-Dôme.* Les pépérites de la Limagne renferment assez fréquemment de jolis cristaux de quartz dont la formation est en relation très nette avec celle du bitume, exploité dans quelques gisements et se formant encore actuellement aux eaux du Tambour. Les principales localités à citer sont : le puy de la Poix près Clermont, le puy de Mur, Pont-du-Château, Lussat (voir à *calcédoine*). Dans ces divers gisements, le quartz est hyalin ; ses cristaux sont allongés suivant l'axe vertical et terminés par p et $e^{1/2}$; p est presque toujours prédominant et existe parfois seul. Ces cristaux sont généralement groupés en rosettes et souvent recouverts par un enduit mince de lussatite d'un blanc bleuâtre qui arrondit leurs angles (voir fig. à *calcédoine*). Des globules de calcédoine enduits de lussatite accompagnent ce quartz, mais se trouvent aussi parfois seuls au milieu du bitume.

Les cristaux de quartz de Pont-du-Château sont quelquefois creux, leur sommet est alors réduit à des rudiments de facettes ; la cavité intérieure est irrégulière, ses parois n'ont pas d'orientation géométrique, ni de faces planes.

Vosges. — *Vosges.* J'ai observé de très petits cristaux de quartz à la surface des concrétions de calcédoine trouvées par Daubrée dans les fentes du ciment romain des thermes de Plombières.

6° *Dans les formations sédimentaires.*

Le quartz abonde dans les roches sédimentaires, il constitue même la partie principale d'un très grand nombre d'entre elles ; ce sont de celles-ci que je m'occuperai tout d'abord pour étudier ensuite les cristaux de quartz de nouvelle formation que l'on observe dans des roches sédimentaires qui ne sont pas essentiellement siliceuses.

a) *Dans les roches clastiques.*

Dans les roches essentiellement siliceuses.

Les roches quartzeuses clastiques sont produites par la désagrégation de toutes les roches renfermant des fragments quartzeux comme élément normal. Incohérentes, elles constituent les *sables* ; agrégées, elles forment les *grès* et les *quartzites*. Les *brèches* et *conglomérats quartzeux* sont constitués non par des fragments de quartz, mais par des blocs anguleux ou arrondis de roches quartzeuses.

Sables. Les sables quartzeux sont d'origine fluviatile, marine ou éolienne[1]; leur composition est très variable suivant la nature des éléments accompagnant le quartz dans les gisements originels aux dépens desquels ils se sont produits. Dans les régions de roches éruptives anciennes ou de schistes cristallins, les minéraux denses (zircon, grenat, magnétite, ilménite, andalousite, rutile, anatase, brookite, etc.) y abondent souvent, parfois accompagnés de minéraux plus rares, tels que l'or ou le platine natif et ses satellites (le corindon, etc.), et des minéraux plus communs tels que les micas, les feldspaths, etc.; ces minéraux, et particulièrement les premiers, se rencontrent parfois à des distances énormes de leur point d'origine. Ces éléments lourds sont nécessairement plus ou moins abondants suivant la vitesse des courants qui les ont entraînés, la distance de leur lieu d'origine, la nature des minéraux qui les accompagnent, etc.

Le quartz, qui seul nous intéresse ici, présente naturellement les propriétés inhérentes à son gisement primitif et ne mérite par suite aucune description spéciale. Je rappellerai cependant les cailloux du Rhin, de Gabian (*Hérault*), de Médoc (*Gironde*), de Brouage et de Royan (*Charente-Inférieure*), d'Ars, de Cayenne, sur lesquels ont disserté les auteurs des siècles passés; ce sont des fragments de quartz hyalin roulés par des rivières, offrant une surface terne, mais un centre très limpide qui les a fait employer dans la joaillerie[2].

Grès. Les grès sont des sables quartzeux agglomérés par un ciment de nature variée, produit par des infiltrations postérieures à leur dépôt. Quand ce ciment est de nature quartzeuse, le minéral qui le constitue se rencontre parfois en cristaux nets dans les fentes de la roche.

C'est par la nature de ce ciment plus que par les éléments accessoires, souvent abondants, qui accompagnent les grains de quartz que l'on peut établir des divisions dans ce groupe de roches clastiques; voici les principales d'entre elles :

1. M. Harlé m'a communiqué des cailloux polyédriques recueillis par lui dans les landes de Bussac (*Charente-Inférieure*) près de la *Gironde*. Analogues aux *dreikanter* ou *kantergerölle* que l'on rencontre dans le Nord de l'Allemagne et dont la forme est due à l'action répétée des grains de sable s'exerçant sur une cassure naturelle de fragments quartzeux, ces cailloux affectent parfois une forme pseudo-régulière rappelant d'une façon plus ou moins approchée celle de cristaux (rhomboédriques, quadratiques, etc.).

2. Le caillou de Rennes est d'une toute autre nature (voir à *jaspe*).

α) Grès à ciment siliceux. Le ciment est généralement constitué par du quartz, plus rarement par de la calcédonite, de la quartzine ou par de l'opale (voir à *opale*) ; de grandes variétés existent dans sa structure. Dans beaucoup de cas, la silice apportée cristallise autour des grains de quartz clastique en les nourrissant. Quand il se produit du quartz cristallisé, celui-ci s'oriente sur ces derniers, comme le fait la glace cristallisant autour des cristaux de neige des névés. Le quartz néogène ne possède pas toujours les mêmes inclusions que le quartz clastique et souvent reste limpide, alors que celui-ci est trouble. Dans d'autres cas, au contraire, le quartz néogène renferme des pigments colorés. Parfois la cristallisation nouvelle est si complète que l'origine clastique de la roche ne peut plus être décelée, ni à l'œil nu, ni à la loupe ; le grès est devenu un *quartzite* tout à fait analogue à ceux de contact des roches éruptives décrits plus haut.

Le grès siliceux et les quartzites ont souvent une cassure conchoïde, lisse et luisante qui leur a fait donner parfois le nom de grès lustrés. Les grès à bilobites, les grès de May (*Calvados*), les grès de Bagnoles (*Orne*), les grès triasiques du Mâconnais, les grès oligocènes de Fontainebleau offrent des exemples des divers types de structure de grès à ciment siliceux. Assez fréquemment les grès et les quartzites possèdent des cassures coniques identiques à celles du silex. On sait qu'elles s'obtiennent en frappant un coup sec sur un bloc homogène de grès avec un marteau à tête ronde. L'ébranlement se propage dans la roche d'une façon symétrique en donnant un cône parfaitement régulier (fig. 78).



Fig. 78.
Cassure conique d'un grès lustré de Fontainebleau. (*Photographie réduite au tiers environ.*)

Les grès siliceux peuvent être riches en micas ou en feldspaths. Le nom d'*arkose* a été donné à des grès très feldspathiques, parfois micacés, formés à proximité des massifs granitiques et gneissiques, notamment sur la bordure du Plateau Central de la France. Ils renferment des éléments anguleux, peu roulés qui leur ont fait autrefois donner le nom de granites régénérés. Ces arkoses sont d'âge très varié, triasiques dans le Morvan, éocènes inférieurs dans le Velay, oligocènes dans la

Limagne, etc. ; elles sont fréquemment imprégnées de barytine, de fluorine, de galène ; le chromocre des Écouchets, près le Creusot (*Saône-et-Loire*) imprègne des arkoses triasiques.

Dans quelques gisements, le feldspath des arkoses est décomposé, kaolinisé ; Cordier appelait *metaxite* cette roche altérée ; du kaolin a pu en être extrait industriellement à Rignan près Angoulême (*Charente*).

Grès à ciment calcaire. Dans les grès à ciment calcaire, la calcite est souvent cryptocristalline et ne forme que de très petites plages moulant quelques grains de quartz ; mais parfois, comme dans quelques gisements des sables de Fontainebleau, elle se présente en grands cristaux à structure pœcilitique, englobant un nombre considérable de grains de quartz et pouvant même prendre des formes géométriques (voir à *calcite*) ; dans d'autres cas, et notamment à Fontainebleau, elle constitue aussi des groupements concrétionnés, à formes bizarres, des nodules dont une figure reproduite à l'article *calcite* donne une idée.

Le ciment carbonaté peut être constitué soit par de la calcite pure soit par de la dolomite (environs de Sulzbach, *Vosges*).

Les grès calcaires, notamment ceux du lutétien inférieur du bassin de Paris, sont parfois riches en glauconie dont les grains néogènes servent de ciment au quartz ou sont englobés par la calcite.

On trouve en outre des grès imprégnés et cimentés par diverses autres substances : de la limonite, de la psilomélane (Orsay, près Paris), de la barytine (Laize-la-Ville, *Calvados*), de la chessylite (Chessy, *Rhône*), de la galène (Saint-Avold, *Lorraine*), de l'asphalte (Seyssel, *Ain*, Reichelbronn, *Alsace*) du gypse (Souf algérien) qui possède la même structure que la calcite de Fontainebleau [1], etc.

Les divers types de grès qui viennent d'être passés en revue renferment parfois des nodules de pyrite, de phosphorite (voir à cette espèce). Ils présentent des colorations variées et irrégulières, dues à des oxydes métalliques, à des matières bitumineuses, etc. Les grès de Bagnoles sont particulièrement à citer à ce point de vue, ils montrent des auréoles rouges, curieuses, autour des nodules de pyrite altérée ; les grès d'Orsay cimentés par places par de la psilomélane cobaltifère

1. Les prétendus grès strontianifères cités souvent dans les marnes vertes oligocènes des environs de Paris sont, comme je l'ai montré déjà, uniquement constitués par de la célestite à structure granulitique (voir à *célestite*).

présentent par altération de celle-ci toutes les teintes entre le noir pur et le jaune.

Les sables quartzeux et les grès renferment fréquemment du quartz en cristaux nets soit dans les fentes, soit dans des poches, c'est ainsi que dans les sables notamment il se forme des nodules généralement creux et hérissés de pointements cristallins, nodules qu'il est facile d'isoler. Ces produits drusiques sont le résultat de la localisation des phénomènes de dissolution et de dépôt aqueux qui donnent naissance au ciment des grès ; leur formation est dans bien des cas très récente et peut être actuelle, elle se produit partout où il existe dans le sédiment ou dans ceux qui le surmontent, de la silice soluble sous forme d'opale. Voici quelques exemples à citer spécialement :

Bassin de Paris. — *Seine. Seine-et-Oise. Oise. Aisne.* Les sables glauconieux et les calcaires du Soissonnais [éocène inférieur (yprésien)] renferment dans la région parisienne et notamment à Cuise-la-Motte des nodules siliceux ovoïdes, généralement creux, parfois remplis en partie de calcite. Ils sont essentiellement constitués par du quartz cristallin, recouvert à l'intérieur des géodes par des mamelons de quartzine.

Les pointements sont seuls distincts, constitués par le rhomboèdre p ; les faces $e^{1/2}$ sont souvent remplacées par des trièdes en escaliers régulièrement orientés sur le cristal central. Quant aux faces p, elles sont souvent recouvertes de lamelles de rotation différente. La constitution optique de ses cristaux et leurs relations avec la quartzine qui les recouvre, a été étudiée par M. Wallerant (voir page 42).

C'est à ce même niveau, dans la forêt de Compiègne, que se trouvent de curieux échantillons de quartz décrits par les anciens minéralogistes sous le nom de *quartz en rose*. Ce sont des groupements concrétionnés, hérissés de pointements cristallins de quartz et rappelant les élégantes cristallisations de gypse d'autres gisements ; ils ne paraissent régis par aucune loi géométrique, tantôt ils constituent une rosace aplatie suivant un plan, tantôt des productions de ce genre s'enchevêtrent pour former des boules à claire-voie.

Vendée. — *Vendée.* Les grès éocènes de Noirmoutiers sont formés par de petits fragments de quartz laiteux empruntés aux micaschistes ; ils sont souvent peu cohérents. Dans d'autres cas, ils sont cimentés par du quartz. Au bois de la Chaise, j'ai recueilli des échantillons dans

lesquels le quartz néogène n'a pas été produit en quantité suffisante pour rendre la roche compacte. Chaque grain de quartz originellement homogène est entouré d'une mince couche de quartz néogène qui l'a transformé en cristal à facettes brillantes, chaque fragment composé d'individus distincts, agrégés sans commune orientation, est recouvert de petites facettes cristallines, orientées sur les divers individus constituant l'échantillon.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* J'ai recueilli dans l'argile à silex des environs de Mâcon, des blocs de grès présentant dans leurs fentes des phénomènes intéressants de recristallisation de quartz qui permettent de voir, mieux encore peut-être que dans les roches de Noirmoutiers, comment s'effectue dans les grès l'accroissement des grains de quartz clastique. Les cassures de la roche sont hérissées de petits pointements de quartz transparent qui, au lieu d'être orientés perpendiculairement à la paroi, ont tous une orientation différente et ne constituent qu'un mince placage. En les examinant de près, on peut voir que chacun d'eux coïncide exactement avec un des grains du grès et que celui-ci lui a donné son orientation, les grains étant clairsemés au milieu de l'opale, la cristallisation de chaque cristal n'a pu être gênée par celle de ses voisins, comme dans le cas des fragments quartzeux de Noirmoutiers.

Le quartz se présente aussi dans ce gisement sous la forme de longs cristaux occupant la périphérie de gouttes de calcédoine.

Alpes. — Les grès de Taviglianaz, constituant dans les Alpes un niveau de l'éocène, renferment très fréquemment dans leurs fentes ou dans des poches de beaux cristaux de quartz hyalin. Les localités suivantes sont particulièrement à citer :

Haute-Savoie. Au voisinage des Châlets du Meiry près de la vallée du Reposoir, se rencontrent de très jolis cristaux de quartz bipyramidés, parfaitement hyalins ; il en existe dans les mêmes conditions au sommet de la Tête à l'âne, dans la montagne des Fiz. Aux Floriers, près du col Joli (massif de Hauteluce), ces mêmes grès renferment des fissures ou des poches tapissées de beaux cristaux de quartz hyalin qui y ont été exploités autrefois. Tous ces cristaux n'ont que les formes communes.

Savoie et Hautes-Alpes. Des cristaux de quartz transparents, très limpides, abondent dans les fentes des grès du flysch d'un grand

nombre de localités : col de Goléon, environs de Vallaire (*Savoie*), montagne des Combes, au-dessus de Saint-Bonnet (cristaux enfumés avec calcite).

Basses-Alpes. C'est dans les mêmes conditions que le quartz hyalin se trouve au col de Valgelaye et surtout dans le massif d'Allos (crête de Sestrières, entre Barcelonnette et Allos) ; dans cette dernière région les cristaux de grande taille sont riches en cavités et ressemblent à ceux de Chéraute décrits plus loin.

β) Dans les calcaires, les marnes et les gypses sédimentaires comme produit accessoire.

Le quartz est extrêmement abondant comme produit de cristallisation secondaire dans les roches sédimentaires autres que celles étudiées dans le paragraphe précédent.

Il est peu de régions sédimentaires dans lesquelles on ne trouve, présentant une importance plus ou moins grande, le quartz soit sous forme d'imprégnation, soit sous celle de géodes tapissées de cristaux limpides et nets offrant toujours des formes simples (p, $e^{1/2}$, avec ou sans e^2). Je ne m'occuperai pas de cette catégorie de quartz qui est tout à fait banale.

Dans quelques formations privilégiées, ces cristaux présentent des formes spéciales qui méritent une étude détaillée. Tel est le cas notamment des cristaux bipyramidés de quartz si abondants dans le gypse des Pyrénées, d'Algérie et de quelques autres régions, les cristaux des marnes et des septarias de l'Isère, de la Drôme, etc. Ils présentent souvent des particularités caractéristiques dans l'une de ces catégories de gisement.

Quant aux variétés toujours compactes de quartz, telles que les silex, les jaspes, etc., qui proviennent de la cristallisation de silice primitivement déposée sous forme d'opale et dont la cristallinité ne peut être décelée qu'au microscope, je les passerai en revue dans un article spécial.

a) *Dans les calcaires paléozoïques.*

Pyrénées. — *Ariège.* Les calcaires dolomitiques paléozoïques du port de Salau renferment des cristaux de quartz gris opaques, allongés

suivant l'axe vertical et groupés en rosettes ; ils ont quelques centimètres de longueur.

Corbières. — *Hérault.* De très jolis cristaux incolores, transparents de quartz se rencontrent dans les calcaires dévoniens des Corbières.

Des Cloizeaux a signalé dans ceux de Neffiez deux formes rares β $(27\bar{9}9)$ et Λ $(2.8.\bar{1}\bar{0}.9)$ faisant partie de la zone $\beta\ e^2$. La fig. 80 empruntée à son mémoire montre la combinaison de ces faces avec p, $e^{1/2}$, $e^{3/4}$ $(07\bar{7}5)$, e^2 et t_4 $(9.1.\bar{1}\bar{0}.9)$.

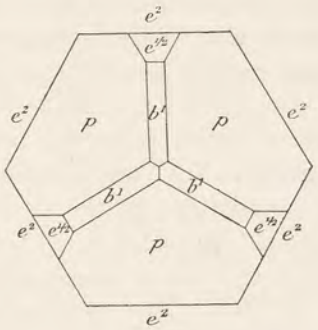


Fig. 79.
Quartz de Cabrières (projection sur la base).

Grâce à l'obligeance de M. Delage, j'ai pu examiner un certain nombre de cristaux de cette forme, ainsi que d'autres provenant de la Combe d'Yzarne à Cabrières, et de Gabian. Ils se trouvent épars à la surface de marnes et des calcaire à goniatites ferrugineuses.

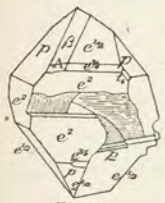


Fig. 80.
Quartz de Neffiez.

Le rhomboèdre b^1 $(01\bar{1}2)$ y est fréquent, souvent complet (fig. 80), mais il ne se trouve guère qu'à l'une des extrémités des cristaux. Les faces de ce rhomboèdre donnent parfois d'assez bonnes mesures.

Le rhomboèdre p domine généralement beaucoup dans ces cristaux. Sur un cristal de Gabian, j'ai observé e^{26} $(90\bar{9}8)$, e^5 $(20\bar{2}1)$, $e^{7/3}$ $(10.0.\bar{1}\bar{0}.1)$ et des faces courbes paraissant voisines de H_6 $(13.12.\bar{2}\bar{5}.2\bar{5})$, de H_5 $(43\bar{7}7)$ et de H_4 $(32.15.\bar{4}\bar{7}.47)$.

b) *Dans les marnes et les gypses triasiques* [1].

Pyrénées. — Le gypse et les argiles gypseuses ou salifères des Pyrénées et des Corbières renferment en quantité considérable des cristaux bipyramidés de quartz ayant la couleur de la roche qui les renferme ; ils sont incolores dans les gypses blancs ; rouges ou roses, dans les gypses rouges ou roses. Faciles à isoler, ils présentent inva-

1. Voir page 61, pour le quartz des calcaires triasiques métamorphiques : pour l'âge de ces sédiments, voir à *sel gemme*.

riablement les formes e^2, p et $e^{1/2}$; ils sont d'ordinaire un peu allongés suivant l'axe vertical (fig. 81), parfois cependant e^2 est très réduit.

Les arêtes d'intersection de p et de $e^{1/2}$ sont parfois arrondies et peuvent être remplacées par une petite facette ξ $(11\bar{2}2)$; il est possible toutefois, comme l'a fait remarquer Des Cloizeaux, que cet arrondissement des faces soit une conséquence des groupements intérieurs que décèle l'étude optique. Il est probable, dans tous les cas, que ce sont des faces de corrosion.

Les faces de la zone verticale ne présentent généralement pas les stries horizontales qui manquent si rarement au contraire dans les cristaux filoniens. Ces cristaux bipyramidés ne sont d'ordinaire ni transparents, ni translucides ; le plus souvent, ils sont opaques. Dans les lames minces, on voit que leur centre reste généralement opaque, alors que leurs bords deviennent rapidement translucides ; la matière colorante est disposée suivant des zones concentriques. L'examen de lames épaisses, taillées perpendiculairement à l'axe optique de cristaux transparents de l'Aude a montré à Des Cloizeaux qu'ils sont constitués par le groupement de six cristaux alternativement droits ou gauches (fig. 29). La jonction des deux catégories de cristaux se fait suivant une ligne irrégulière, perpendiculaire aux faces e^2 ; elle montre en lumière convergente, suivant les points considérés, une croix noire ou les spirales d'Airy. Les zones concentriques d'accroissement ne sont donc pas homogène au point de vue optique, une même face p par exemple est formée par deux individus de signe contraire (macle du Brésil).

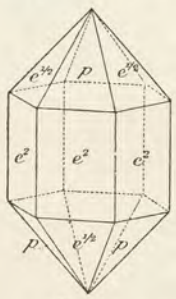


Fig. 81.
Quartz des argiles triasiques des Pyrénées.

Cette structure est extrêmement constante dans les cristaux de quartz d'un très grand nombre de gisements des Pyrénées ou d'Algérie que j'ai examinés. L'absence de faces hémièdres ne permet pas de la prévoir, mais elle est facile à mettre en évidence, même sans le secours des propriétés optiques, par l'attaque des cristaux par l'acide fluorhydrique ; celui-ci les dissout plus rapidement suivant les lignes de séparation des individus constituants (fig. 81).

Landes. Le quartz bipyramidé, en cristaux généralement petits, le plus souvent rouge, abonde dans les argiles, le sel, le gypse et la polyhalite de Dax, de Saint-Pandelon. Il se rencontre en grande quan-

tité dans les cuves de dissolution du sel et surtout sur les haldes où l'on jette le résidu de la dissolution du sel ; l'eau pluviale en effet lave les argiles et laisse les cristaux de quartz en relief.

Les cristaux d'aragonite de Bastenne englobent parfois un grand nombre de ces cristaux de quartz qui sont d'ordinaire rouges (Cassoura, au fond du vallon d'Arrimblar).

Basses-Pyrénées. Les cristaux de quartz bipyramidés se trouvent dans les mêmes conditions dans les gisements salifères de Bayonne (Brindos), etc. (voir tome II. 758).

Haute-Garonne. Salies du Salat.

Ariège. Les cristaux de quartz bipyramidés se trouvent en très grande quantité dans les gisements suivants : environs du Mas d'Azil, tranchée du chemin de fer entre le tunnel de Rimont et Castelnau-Durban (cristaux incolores, blancs, rouges dans le gypse et les marnes), Cadarcet sur le bord de la route de Foix, aux environs de Foix, Roquefixade, Leichert, Saint-Sirac, les environs d'Enrivière et d'Empujol, Lherm, puis une bande triasique plus méridionale aux environs de Massat (Touron, Poumadé), sur le versant occidental du Col de Port, à Labat, à Lherm, etc.



Fig. 82.
Quartz bipyramidé de la source de la Salz (*Aude*) attaqué par l'acide fluorhydrique pour mettre en évidence la structure en secteur montrée par la fig. 29.

Pyrénées-Orientales. Environs d'Amélie-les-Bains (Montbolo, etc.).

Corbières. — *Hérault.* Le quartz bipyramidé est abondant dans le trias gypseux de Cazouls-les-Béziers : à Ceilhes, il se trouve en petits cristaux hématoïdes, souvent agglomérés en grand nombre.

Aude. Dans le gypse et les marnes bariolées des environs de Narbonne (Fontcouverte), de Domneuve entre Nouvelle (Tuchan) et Embrès, de la Grave près Mouthoumet, des Bézis près Arques, du Col Saint-Louis, de Fitou, de Durban, et surtout de la Source de la Salz près Sougraigne (beaux cristaux blancs ou rouges), etc.

Cévennes. — *Gard.* Paliès en Monoblet.

Les marnes irisées du tunnel d'Alzon renferment des nodules quartzeux extérieurement mamelonnés, variant de la grosseur d'une

noix à celle de la tête d'un homme. Tantôt elles sont pleines et constituées par du quartz ou de la calcédoine monochrome ou polychrome zonée (bleuâtre et rouge), tantôt elles sont vides et tapissées de petits cristaux de quartz hyalin rouge ou violet; il n'est pas rare d'y trouver en outre des cristaux de calcite qui constituent le dernier minéral formé, ou encore des lamelles de goethite.

Ardèche. Des géodes, analogues à celles d'Alzon, se trouvent à Seyres près les Vans, elles sont parfois remplies par de la blende.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. Dans le gypse des environs de Lunéville, de Varangéville, etc.

[*Lorraine*]. Dans le gypse et dans le sel des gisements de la vallée de la Selle (Dieuze, Vic, Moyenvic, etc.).

Jura. — *Jura*. Des cristaux bipyramidés de quartz, généralement colorés en rouge par une argile ferrugineuse, sont associés au gypse et au sel gemme à Laffenet, Pimont, Salins, Montmorot.

Alpes. — *Haute-Savoie*. On rencontre dans le gypse de Matringe, dans le Chablais, des cristaux de quartz bipyramidés semblables à ceux des Pyrénées, mais plus petits.

Hautes-Alpes. Les cargneules de Lazer renferment des nids et des nodules de galène, de blende, d'hématite et de quartz prase, dans lequel M. Termier a constaté (*B. S. M.* XXII. 49. 1900) l'existence d'une grande quantité de lamelles microscopiques de *biotite* verte. Ce quartz dégage par la chaleur un peu d'humidité et une odeur empyreumatique.

Algérie. — Les marnes du trias algérien renferment des cristaux bipyramidés de quartz, identiques à ceux des Pyrénées ; ils sont souvent riches en inclusions d'anhydrite.

Oran. Des cristaux bipyramidés de quartz m'ont été indiqués par M. Gentil à Noisy-les-Bains, et dans la vallée du Feïd el Ateuch (Tafna), etc.

Alger. Le même minéral se rencontre à Teniet el Haad (Camp des scorpions) et aux Sioufs de Tazza.

Constantine. Les cristaux de quartz bipyramidé noirs, blancs ou incolores abondent dans les marnes gypseuses et les cargneules triasiques des environs de Souk Ahras : (Bordj Oussi près l'hôpital militaire de Souk Ahras), cimetière Mzabele, Chabet bou Kebch près

le Djebel bou Kebch, entre Souk Ahras et le moulin Deyron, le Djebel Argoub el Djemel, le Djebel Tifeech-Khamissa (les Arabes lors des anciennes insurrections se servaient de ces cristaux de quartz comme de balles pour leurs fusils), le Djebel Zouabi près Sedrata.

On en trouve aussi dans les régions des Chotts d'Aïn-Me'ila et du Djebel Guereoun et notamment à Oulad Choukh et au Djebel Melaz au Nord du Chott el Marzel dans les collines des lacs (entre les Chotts Tinecilt et Zemoul), dans la région de Théréa, à Hamimat Guibeur, oum Debbane, enfin aux environs de Clairefontaine, au Djebel à Draa M'Kerriga et à El Outaïa près Biskra.

Je dois ces renseignements à M. Blayac qui a recueilli au cimetière de Mzabele des cristaux de quartz atteignant 5 cm. de plus grande dimension.

c) *Dans le jurassique.*

Saintonge. — *Charente.* De très jolis cristaux bipyramidés et hyalins de quartz se trouvent avec gouttelettes de calcédoine dans les argiles de Roumazières.

Plateau Central. — *Rhône et Saône-et-Loire.* Le quartz, en géodes parfois très grandes, abonde dans le bajocien de cette région. On peut citer notamment les carrières de Couzon (*Rhône*) et celles des environs de Mâcon (*Saône-et-Loire*) comme fournissant de beaux échantillons. A Couzon, ce quartz est associé aux cristaux de calcite qui seront étudiés plus loin.



Fig. 83.
Fragment d'un septaria des marnes de Meylan, dont les fentes de retrait renferment des cristaux de quartz (*Photographie réduite de moitié environ*).

Isère et Drôme. Les marnes oxfordiennes à *Belemnites hastata* et *Ammonites plicatilis* du Dauphiné renferment de nombreux rognons calcaires (septarias) disposés en lits assez réguliers; ils ont la forme d'ellipsoïdes aplatis dont le grand axe est parallèle au plan de stratification des couches et ont

parfois jusqu'à 20 cm. de longueur. Quand on les brise, on constate qu'ils sont cloisonnés et creusés de géodes de retrait (fig. 83) que tapissent de beaux cristaux de quartz hyalin, de petits cristaux de calcite, de dolomite, de célestite. On a vu, tome II, p. 162, que ces septarias renferment des cristaux microscopiques d'albite.

Les gisements les plus intéressants, déjà en partie connus de Faujas de Saint-Fons (*Hist. nat. du Dauphiné* 1781.423), sont : dans l'*Isère*,

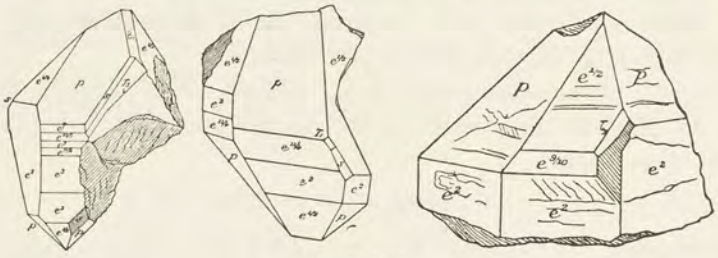


Fig. 84 à 86.
Quartz de Meylan.

Meylan, Saint-Ismier près de Grenoble, Treminis au-dessus de la Fontaine Ardente; dans la *Drôme* : La Serre des diamants, entre Die et Romeyer, Rémusat (montagne de Soubeyran), etc. Ce sont les cristaux de Meylan qui sont les plus connus et sur lesquels on trouve quelques renseignements dans Lévy (*op. cit.*) ; j'ai fait remarquer toutefois qu'une partie des cristaux indiqués par cet auteur comme venant de Meylan (il orthographie Meillans) proviennent en réalité de l'Oisans.

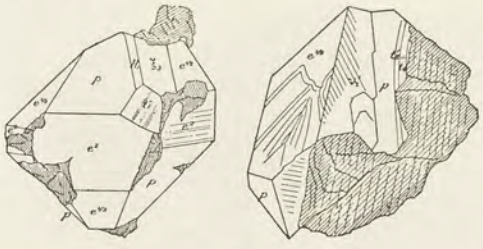


Fig. 87 et 88.
Quartz de Meylan.

C'est selon toute vraisemblance de ce gisement que vient le cristal représenté par la fig. 76 du *Mémoire sur le quartz* de Des Cloizeaux et qui présente la forme β (2.7.$\bar{9}$.9).

M. Gonnard a publié (*B. S. M.* XXII. 94. 1899) un important et intéressant mémoire sur ce sujet; les faces observées par lui sont extrêmement nombreuses ; en outre des formes communes, il a en effet rencontré : rhomboèdres directs : e^{15} (16.0.$\bar{1}\bar{6}$.13), e^{7} (80$\bar{8}$5), e^{6} (70$\bar{7}$4), $e^{11/2}$ (13.0.1$\bar{3}$.7), e^{5} (20$\bar{2}$1), $e^{21/5}$ (26.0.2$\bar{6}$.11), $e^{31/10}$ ($\bar{4}\bar{1}$.0.41.11), e^{3}

$(40\bar{4}1)$, $e^{31/11}$ $(14.0.1\bar{4}.37)$, $e^{11/4}$ $(50\bar{5}1)$, $e^{8/3}$ $(11.0.\bar{1}\bar{1}.2)$, $e^{7/3}$ $(10.0.\bar{1}0.1)$, $e^{9/4}$ $(13.0.\bar{1}\bar{3}.1)$; rhomboèdres inverses : $e^{4/7}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.10)$, $e^{31/50}$ $(0.27.\bar{2}\bar{7}.23)$, $e^{3/4}$ $(07\bar{7}5)$, $e^{10/3}$ $(0.23.\bar{2}\bar{3}.16)$, $e^{5/6}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.7)$, $e^{9/10}$ $(0.19.\bar{1}\bar{9}.11)$, $e^{19/20}$ $(0.13.\bar{1}\bar{3}.7)$, e^{1} $(02\bar{2}1)$, $e^{11/10}$ $(07\bar{7}3)$, $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$, $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$, $e^{19/11}$ $(0.10.\bar{1}0.1)$, $e^{7/4}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.1)$.

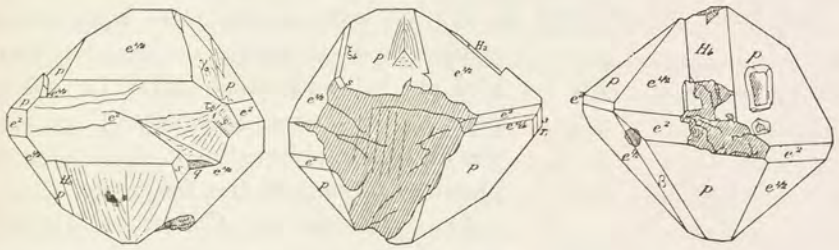


Fig. 89 à 91.
Quartz de Meylan.

Cette richesse en rhomboèdres n'est cependant pas la caractéristique des cristaux de Meylan ; celle-ci consiste dans l'extrême rareté des plagièdres inférieurs à la forme rhombe s $(11\bar{2}1)$; en effet, x $(51\bar{6}1)$ est absent, ε $(12\bar{3}1)$, q $(3.8.\bar{1}\bar{1}.3)$ et $o_1 = o_2$ $(17.1.\bar{1}\bar{8}.1)$, n'existent que fort rarement. Au contraire, il y a une très grande richesse en plagièdres supérieurs à la face s : ce sont, dans la zone p s e^2 : t^4 $(9.1.\bar{1}0.9)$, t''_3 $(23.3.\bar{2}\bar{5}.22)$, T_3 $(11.6.\bar{1}\bar{7}.11)$, T_2' $(26.15.\bar{4}\bar{1}.26)$, t' $(8.5.\bar{1}\bar{3}.8)$, t $(32\bar{5}3)$, T_1 $(41.30.\bar{7}\bar{1}.41)$, T_0 $(19.15.\bar{3}\bar{4}.19)$; dans la zone $e^{1/2}$ s e^2 : τ_8 $(1.30.\bar{2}\bar{9}.29)$, τ_1 $(14\bar{5}4)$ et enfin entre $e^{1/2}$ et p : β_6 $(1.15.\bar{1}\bar{6}.16)$, β_5 $(2.15.\bar{1}\bar{7}.17)$, γ_4 $(16\bar{7}7)$, β $(27\bar{9}9)$, β_1 $(13\bar{4}4)$, ξ_4 $(25\bar{7}7)$, γ_1 $(12\bar{3}3)$, ξ_3 $(8.15.\bar{2}\bar{3}.23)$, ξ_2 $(35\bar{8}8)$, ξ_1 $(34\bar{7}7)$, H_6 $(13.12.\bar{2}\bar{5}.25)$, H_5 $(43\bar{7}7)$, H_4 $(32.15.\bar{4}\bar{7}.47)$, H_2 $(31\bar{4}4)$, H_1 $(41\bar{5}5)$, H_0 $(13.3.\bar{1}\bar{6}.16)$; il faut ajouter γ_0 qui, d'après une rectification que m'a communiquée M. Gonnard, est identique à la forme Γ_1 $(32.15.\bar{1}\bar{7}.62)$, trouvée par M. Termier sur un quartz du Grindelwald.

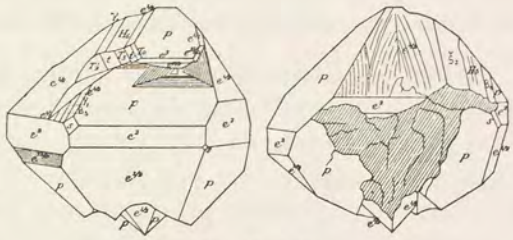


Fig. 92 et 93.
Quartz de Meylan.

Ces plagièdres à symboles compliqués ne se présentent généralement que sous la forme d'une seule face (face de corrosion ? voir page 36),

souvent concave ; quand il en existe plusieurs dans un même cristal, l'arête $p\,e^{1/2}$ paraît au premier abord remplacée par une surface courbe qui, cependant donne en général au goniomètre des mesures assez satisfaisantes. Les fig. 84 à 93 empruntées au mémoire de M. Gonnard donnent une idée de l'aspect de ces cristaux qui sont parmi les plus intéressants des gisements français.

Les faces des cristaux de Meylan sont souvent très irrégulières, semées de cavités vides ou remplies d'argile, ou de liquide (avec bulle). Les allongements anomaux (notamment suivant une arête $p\,e^2$ oblique) et la disparition de plusieurs faces sont très fréquents.

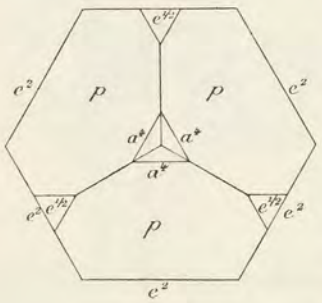


Fig. 94.
Projection sur la base du quartz de Condorcet.

Les septarias de Condorcet (*Drôme*) sont identiques aux précédents ; le quartz y est associé aussi à de la calcite, à de la dolomite et surtout à de très beaux cristaux de célestite (Michel. *B. S. M.* XV. 27. 1892). Ces cristaux de quartz sont peu compliqués de forme, mais présentent fréquemment le rhomboèdre $a^4\,(30\bar{3}6)$ (fig. 94).

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle.* Des cristaux d'améthyste se rencontrent parfois dans les cloisons des ammonites (*A. macrocephalus*) de la base du callovien des environs de Neufchâteau (Ruppes).

Alpes. — *Basses-Alpes.* Les marnes du lias supérieur de Marcoux près de Digne renferment de magnifiques cristaux de quartz dépassant parfois 10 cm. de plus grande dimension ; j'en ai examiné un assez grand nombre que m'a procurés M. Colomb. Ces cristaux sont généralement déformés, présentant une irrégularité de structure beaucoup plus grande que ceux de Meylan et même que ceux de Chéraute ; les cristaux à faces en trémies sont assez communs : les formes arrondies de la zone $p\,e^{1/2}$ sont fréquentes (β, H_6, H_0).

Quelques-uns de ces cristaux de quartz supportent de petits cristaux limpides ou d'un blanc laiteux de célestite.

d) *Dans le crétacé.*

Saintonge. — *Charente.* De belles géodes de quartz se rencontrent dans le cénomanien de la première tranchée du chemin de fer en

sortant de Tonnay-Charente, dans la direction de Saintes, ainsi que dans des calcaires près de la plage du Port-des-Barques à Piedemont, dans ceux du campanien inférieur d'Eraville ; ils sont très réguliers de forme ($p\ e^{1/2}\ e^2$) et assez allongés suivant l'axe vertical.

Basses-Pyrénées. Les marnes argileuses du flysch (cénomanien ?) d'Ieragaray, lieu-dit situé à environ 3 kilomètres à l'Est de Chéraute près Mauléon-Lécharre renferment de très beaux cristaux de quartz dont je dois la communication à M. Frossard. Ces cristaux isolés ou groupés, pouvant dépasser la grosseur du poing, sont à comparer à ceux bien connus de Poretta ; ils sont hyalins ou un peu enfumés, quelquefois légèrement laiteux. Ils sont presque tous fissurés et criblés de larges inclusions ou cavités remplies par de l'air, de l'eau avec bulle mobile ou enfin par de l'argile blanche ou ocreuse. Ces cavités sont ou bien irrégulières, ou bien disposées régulièrement sous forme de cristaux négatifs ou de vides parallèles aux faces extérieures.

Les faces, très brillantes, sont souvent irrégulières, creusées de cavités, de figures de corrosion ou encore d'impressions en relief ; souvent aussi elles sont courbes ou légèrement ondulées.

Tous ces cristaux présentent les faces p, $e^{1/2}$ et e^2 ; cette dernière forme est toujours peu développée ; ils sont souvent déformés, comprimés et présentent de beaux exemples de développement irrégulier des faces (quartz sphaloïde). Les faces courbes de la zone $p\ e^{1/2}$ ne sont pas rares notamment β ($27\bar{9}9$) et H_0 ($13.3.\bar{1}\bar{3}.16$).

M. Frossard m'a signalé du quartz analogue dans le tunnel de Belair (gault ou flysch cénomanien) sur la route de Pau à Laruns ; il est possible que dans ce gisement la production du quartz soit en rapport avec la venue d'une syénite augitique qui se trouve dans le voisinage.

M. Seunes m'a communiqué des cristaux de 2 cm. 5 du même minéral provenant des schistes noirs du gault de Tardets.

Haute-Garonne. Les orbicules siliceux des calcaires garumniens de Propiary et d'Auzas qui sont décrits à calcédoine sont souvent bordés de pointements distincts de quartz.

Haute-Savoie. M. Brun m'a signalé de petits cristaux de quartz bipyramidés microscopiques dans les calcaires du Salève près de Monetier et de Virieu-le-Grand.

1. Je dois à M. Boreau des échantillons de quartz ferrugineux (eisenkiesel) constitués par des agrégats miarolitiques de petits cristaux jaunes : ils proviennent des argiles à silex recouvrant le crétacé de Jonzac (*Charente-Inférieure*).

e) *Dans les formations tertiaires.*

a) Dans l'éocène.

Bassin de Paris. — *Seine*, *Seine-et-Oise*, *Seine-et-Marne*. Le quartz secondaire abonde à de nombreux niveaux de l'éocène du bassin de Paris et s'y présente dans des conditions particulièrement remarquables qui seront surtout étudiées aux articles *calcédoine* et *gypse*; je ne m'occuperai ici que des gisements fournissant des cristaux distincts de quartz englobés dans le calcaire et dans le gypse.

A la partie supérieure du lutétien (calcaire grossier), on trouve loin des bords de la vallée de la Seine un niveau de formation saumâtre constitué par des alternances de lits de marnes et de gypse. Sur les bords de la vallée, la composition pétrographique des roches a complètement changé; elles y sont constituées en effet par des couches de calcaire très cristallin et de marnes mélangées à du quartz (*caillasses*). Les cristaux de gypse, originellement engagés dans l'argile sont entièrement transformés soit en calcite, soit en quartz ou en divers produits siliceux (quartzine, lutécite, etc.).

Le quartz de ces pseudomorphoses s'est généralement développé lentement dans le gypse sans pouvoir prendre de formes nettes, il s'est implanté par une de ses faces p $(10\bar{1}1)$, $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$ ou e^2 $(10\bar{1}0)$ sur les clivages ou les faces du gypse et présente alors la structure du babelquartz. Ces pseudomorphoses débarrassées par un acide de la calcite qui les imprègne se montrent souvent constituées par une série de petites lames de quartz offrant des formes cristallitiques (voir les photographies à l'article *gypse*. (Paris, fondations de l'abattoir de Vaugirard).

Dans quelques cas plus rares, le quartz prend des formes plus distinctes, mais toujours cristallitiques, offrant des groupements de cristaux creux réunis à axes parallèles, mais ayant parfois subi de légers déplacements les uns par rapport aux autres; ils présentent l'aspect de rosettes des plus élégantes (Abattoirs de Vaugirard). M. Wallerant a décrit des cristaux de ce genre. (*B. S. M.* XX. 193. 1897).

Dans d'autres gisements, il n'existe plus trace de cristaux de gypse; la couche gypseuse a été entièrement transformée en un agrégat miarolitique très cristallin de rhomboèdres jaunes de calcite et de cristaux bipyramidés de quartz, plus rarement de fluorine (Paris, fondations de la Sorbonne, Val-de-Grâce, voisinage du Muséum au mar-

ché aux chevaux, Neuilly, etc.). Quelquefois ces cristaux ne sont pas agrégés et forment un sable cristallin à grands éléments (Paris, avenue Bugeaud, etc.). Ils peuvent atteindre plus de 1 cm. ; ils sont limpides, souvent groupés en gerbe et recouverts de lutécite. D'ordinaire les faces p dominent de beaucoup sur les faces $e^{1/2}$ qui peuvent même disparaître (fig. 95).

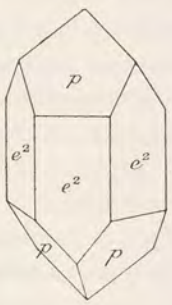


Fig. 95.
Quartz des caillasses de Paris.

Le quartz se trouve aussi sous forme de pseudomorphoses de gypse dans le bartonien [sables de Beauchamp (Bicêtre près Paris)].

Dans le gypse saccharoïde ludien (Montmartre), il existe de nombreuses épigénies macroscopiques de ce genre qui s'agglomèrent pour former les rognons siliceux appelés par les carriers « fusils » et dans lesquels le quartz est associé à de la lutécite, de la quartzine ou de la calcédoine.

Enfin, dans la carrière de Thorigny près Lagny (*Seine-et-Marne*), le gypse se présentant sous la forme d'albâtre, est riche en jolis cristaux de quartz hyalin qui offrent les mêmes particularités que ceux des caillasses parisiennes, ils sont souvent associés à des cristaux de calcite.

Notons en terminant que le calcaire de Champigny qui, au Sud-Ouest de Paris, représente un faciès latéral du gypse ludien est extrêmement riche en géodes quartzeuses, hérissées de pointements cristallins présentant souvent une teinte bleuâtre très caractéristique.

b) Dans l'oligocène.

Bassin de Paris. — Les phénomènes de silicification, si abondants dans l'éocène parisien, ne sont pas moins fréquents dans les assises oligocènes qui le surmontent.

Sur tous les plateaux formés par le calcaire de Brie (tongrien) et de Beauce (aquitanien) et dans toutes les localités où ces formations ne sont pas recouvertes par un manteau sédimentaire protecteur plus récent, ces calcaires ont été peu à peu décalcifiés et remplacés par des formations siliceuses, connues sous le nom de *meulières* et employées pour les constructions parisiennes (voir page 152). Elles sont étudiées plus loin à la suite de la calcédoine. Leurs cavités ne renferment que rarement de beaux cristaux de quartz : ils sont d'ordinaire réduits à de petits pointements rhomboédriques.

M. Stanislas Meunier a cependant trouvé (*C. R.* LXXXIII. 576, 1896) dans les sables kaoliniques de la Maladrerie de Montainville (*Seine-et-Oise*) un bloc de meulière presque entièrement formé par de petits cristaux de quartz bipyramidés, parfaits de forme et généralement riches à leur centre en impuretés ; ils rappellent par leur aspect, certains cristaux des caillasses du lutétien.

Périgord. — *Dordogne.* Des cristaux bipyramidés de quartz se rencontrent dans le gypse de l'oligocène inférieur de Sainte-Sabine.

Alpes. — *Basses-Alpes.* Les marnes oligocènes de Saint-Maime renferment de très jolis cristaux de quartz ne dépassant guère 2 à 3 mm. de plus grande dimension, mais qui sont incolores et d'une limpidité admirable. On les désigne dans le pays sous le nom de *diamants de Saint-Maime*, ils présentent la forme commune. On a vu page 44 quelle est leur structure interne.

Sédiment d'âge indéterminé[1].

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* Aux environs de la Ville au Blaye en Saint-André-des-Eaux, on rencontre au milieu d'une argile ferrugineuse jaune, de gros rognons constitués par des globules botroydes enchevêtrés de quartz de même couleur ne dépassant guère 1 centimètre de diamètre. Leur structure est grossièrement fibreuse, leur surface parfois hérissée de petits pointements cristallins ; c'est le *quartz botroyde* des anciens auteurs.

MINÉRAUX FIBREUX DE LA FAMILLE DU QUARTZ (QUARTZINE, LUTÉCITE, CALCÉDONITE)

Des études optiques récentes ont montré que les substances désignées sous le nom de *calcédoine*, de *silex*, de *jaspe* et d'une façon plus générale, beaucoup des minéraux regardés depuis longtemps comme

1. La collection du Muséum possède une pseudomorphose de gypse en quartz et calcédoine indiquée comme provenant des environs d'Angers ; au Musée de Rennes il en existe une autre indiquée comme provenant de Quintin (*Côtes-du-Nord*) ; je n'ai aucun renseignement sur le gisement exact de ces deux échantillons ; celui d'Angers ressemble beaucoup à quelques-uns de ceux des environs de Paris, celui de Quintin en diffère complètement.

des variétés compactes ou fibreuses de quartz, sont plus ou moins complètement constitués par des produits cristallisés fibreux, offrant des orientations optiques variées; ils sont d'ordinaire mélangés à une proportion plus ou moins grande d'opale.

Les agrégats minéraux qu'ils constituent ne trahissent à l'œil nu (sauf dans le cas de la lutécite) aucun caractère différentiel, permettant de déceler leur structure intime, aussi, y a-t-il lieu de traiter ces agrégats comme de véritables roches et d'étudier d'une façon distincte, d'une part les *propriétés des fibres biréfringentes,* que seul le microscope peut mettre en lumière et d'une autre, les *caractères macroscopiques* qui étaient exclusivement considérés il y a quelque temps encore. Ce chapitre est consacré à l'étude optique de ces produits fibreux.

Ceux-ci ont la même composition chimique que le quartz; ils sont constitués par de la silice anhydre, plus ou moins imbibée d'opale. Leurs propriétés optiques ne sont pas changées après une calcination au rouge sombre qui rend opaque le spécimen étudié, par suite de la déshydration de l'opale interposée; l'échantillon calciné redevient transparent par immersion dans du baume du Canada. L'existence de l'opale peut être mise en évidence par un traitement à la potasse caustique qui la dissout. On verra au paragraphe « *altérations* », que cette désopalisation des calcédoines s'effectue dans certains gisements par un procédé naturel.

Il faut distinguer trois types distincts, offrant tous la caractéristique commune d'être *biaxes* et optiquement *positifs*, de posséder une biréfringence et une réfringence sensiblement identiques et fort voisines de celles du quartz, mais se différenciant les uns des autres, 1° par la direction de l'allongement de leurs fibres (et par suite par le signe de leur allongement et la position du plan des axes optiques par rapport à celui-ci) et 2° par les groupements réguliers que constituent parfois ces fibres pour former des assemblages ternaires ou pseudosénaires.

Ces types sont la *quartzine* et la *calcédonite*, dont les fibres sont allongées parallèlement à l'un des axes de l'ellipsoïde optique et la *lutécite* dont l'allongement a lieu suivant une direction oblique par rapport à l'un de ces axes.

M. Wallerant a proposé de désigner uniformément tous ces minéraux sous le nom de quartzine; il semble préférable de conserver aux

termes de *quartzine*, de *calcédonite*[1] et de *lutécite* leur signification originelle, à condition, bien entendu, de ne pas les considérer comme des espèces minérales distinctes, mais comme diverses manières d'être du réseau élémentaire du quartz rhomboédrique, que l'on voit naître par groupement régulier des fibres de quartzine (voir page 42 et fig. 1).

Tous les minéraux qui vont être passés en revue se sont produits par concrétion par voie humide et, en outre de la structure cristalline qui sert à les définir, ils possèdent une structure par zones concentriques, bien mise en évidence par l'examen de leurs lames minces en lumière naturelle, surtout avec un éclairage un peu oblique. Ils s'associent fréquemment entre eux, formant individuellement les zones successives de masses fibreuses.

Quartzine.

Les propriétés de la *quartzine* ont été définies par MM. Michel-Lévy et Munier-Chalmas (*B. S. M.* XV. 159. 1893). Les fibres de quartzine sont allongées suivant n_g, et possèdent par suite des extinctions



Fig. 1.
Quartzine de Prop'ary (*Haute-Garonne*). Au centre, groupements ternaires, conduisant au quartz uniaxe. (*Photographie, lumière polarisée parallèle : grossissement de 180 diamètres.*)

1. J'emploie ce mot de *calcédonite*, dans le sens que M. Michel Lévy a donné au mot *calcédoine*, afin de conserver au terme calcédoine la signification plus compréhensive qu'il possédait avant l'emploi du microscope (voir page 132).

longitudinales. Elles paraissent en outre être aplaties suivant le plan $n_g\ n_m$; aussi, leurs sections transversales, perpendiculaires à la bissectrice aiguë positive, se présentent-elles sous forme de fibres à *allongement positif* et plan des axes optiques transversal. Parfois, comme dans la figure 1, des fibres de quartzine se groupent autour d'un axe ternaire et conduisent ainsi à du quartz uniaxe qui constitue les plages en forme de triangle du milieu de la figure. L'axe n_g est commun au quartz et à la quartzine ; dans celle-ci, le plan des axes optiques est perpendiculaire à la bissectrice des secteurs triangulaires. Parfois ces groupements de fibres sont extrêmement petits et ils se trouvent englobés au milieu de plages de quartz à structure homogène.

On a vu page 42, la description des groupements réguliers de fibres de quartzine sur le quartz des sables de Cuise et M. Wallerant a observé en outre, aux Aubiers (*Vendée*), de petits tétraèdres de 60° qu'il regarde comme représentant la forme élémentaire de ce minéral, qui serait en réalité triclinique.

L'écartement des axes optiques de la quartzine est très variable à cause des superpositions de lames qui sont à peu près constantes : il atteint 35 à 40° d'après les observations de M. Michel-Lévy, 58° d'après celles de M. Wallerant qui a mesuré les indices suivants sur des échantillons provenant des sables de Cuise des environs de Paris (*B. S. M.* 52. 1897).

	rouge (C)	*Na* (D)	vert (F)
$\mathbf{n}_g$ =	1,540	1,5435	1,548
$\mathbf{n}_m$ =	1,534	1,5355	1,540
$\mathbf{n}_p$ =	1,531	1,5325	1,537

$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_m = 0{,}011$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_m = 0{,}0075$$
$$\mathbf{n}_m - \mathbf{n}_p = 0{,}035$$

Ces indices sont ceux des fibres de quartzine noyées dans une matière colloïde ; ils sont donc trop faibles. En calculant à l'aide de la loi de Gladstone les indices de la quartzine ayant une densité de 2,622 au lieu de 2,576, densité de l'échantillon mesuré, M. Wallerant en a déduit des nombres plus voisins de ceux des indices du quartz.

En résumé, ce qui caractérise essentiellement la quartzine, c'est son allongement positif (suivant n_g) et ses groupements ternaires conduisant au quartz.

Calcédonite.

Je désigne sous le nom de *calcédonite* toutes les variétés fibreuses du groupe qui sont allongées suivant n_p ; leur extinction est par suite longitudinale, leur allongement est parallèle au plan des axes optiques et de signe négatif. Leur zone d'allongement, comprenant la section parallèle au plan des axes optiques et celle perpendiculaire à la bissectrice aiguë *positive*, présente des sections ayant toutes les biréfrin-

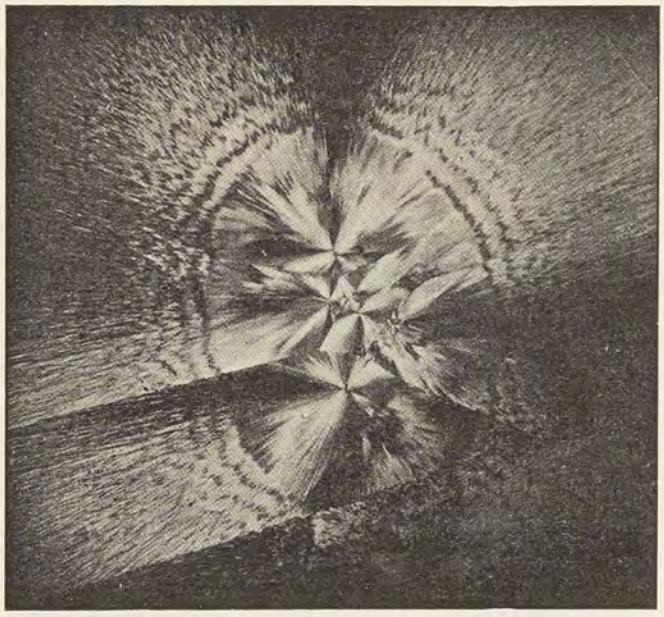


Fig. 1.
Calcédonite à enroulement. Section diamétrale d'un sphérolite à plusieurs centres. La Martinique. (*Photographie, lumière polarisée parallèle : grossissement de 15 diamètres.*)

gences possibles, depuis le maximum jusqu'à presque 0° [2 V = 30° (Michel-Lévy) et souvent plus petit par suite de superpositions]. Il y a là, indépendamment du signe de l'allongement, un caractère différentiel avec la quartzine, qui, dans la zone d'allongement, possède une biréfringence presque constante, voisine du maximum.

Très fréquemment, et particulièrement dans les échantillons à fibres longues et régulières, la calcédonite présente en outre une com-

plication de structure fort remarquable, mise en lumière et expliquée par M. Michel-Lévy, qui a montré le premier la biaxie et le signe optique *positif* du minéral. Dans cette calcédonite (*calcédoine* de M. Michel-Lévy), les variations de biréfringence s'observent non plus dans des fibres contiguës d'un même sphérolite, mais le long d'une même fibre; ces variations peuvent même s'y reproduire plusieurs fois.

Les figures 1 et 2 montrent l'aspect caractéristique que présente en lumière polarisée parallèle ce type de calcédonite. En lumière convergente, on constate que les parties noires sont perpendiculaires à

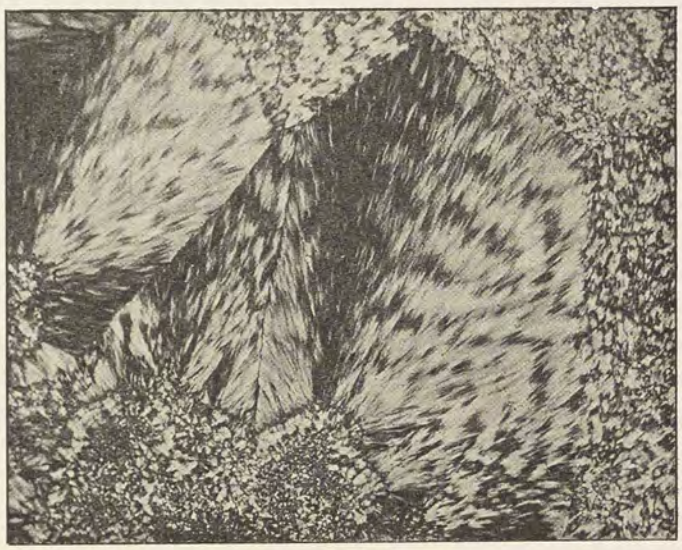


Fig. 2

Calcédonite à enroulement de la Grisière en Flacé-lès-Mâcon. Au milieu, sphérolite coupé parallèlement à l'allongement de ses fibres qui montrent leurs variations de biréfringence. A droite et en bas, sections transversales d'autres fibres de calcédonite. (*Photographie, lumière polarisée parallèle : grossissement de 35 diamètres.*)

la bissectrice aiguë *positive*, avec plan des axes parallèle aux fibres et que les sections éclairées sont parallèles au plan des axes optiques ; le passage entre ces deux orientations se fait insensiblement. Quant aux sections perpendiculaires aux fibres de la calcédonite, elles ne montrent que des plages enchevêtrées (fig. 2 à droite et en bas), perpendiculaires à n_m.

M. Michel-Lévy a fait voir que cette structure ne peut s'expliquer qu'en admettant l'enroulement autour de la fibre comme axe, de la

bissectrice aiguë *positive* (n_g), qui reste toujours perpendiculaire à la direction de la fibre. Cet enroulement peut se produire soit de droite à gauche, soit de gauche à droite.

En résumé, la calcédonite est caractérisée par son allongement suivant n_p, par les variations de sa biréfringence dans la zone d'allongement, qui en est la conséquence (calcédonite de Châtelaudren et de la Poype) et enfin, quand elle se présente à l'état parfait (fig. 1 et 2), par l'enroulement de sa bissectrice n_g autour de la fibre.

A la suite de la calcédonite, je signalerai une autre variété de produits quartzeux fibreux, qui ne se distingue pas toujours facilement de la calcédonite sans enroulement. Je veux parler de celle qui est allongée suivant n_m. Par suite de cet allongement, le plan des axes optiques est perpendiculaire à la direction des fibres et le signe de celles-ci doit être tantôt positif (section perpendiculaire à la bissectrice aiguë n_g) et tantôt négatif (section parallèle au plan des axes optiques). Mais par suite de la petitesse de l'angle 2 V et de la presque égalité des indices n_m et n_p, le minéral se comporte presque comme une substance uniaxe, les sections perpendiculaires à n_g sont presque éteintes et la plus grande partie des fibres sont de signe *négatif*. On ne peut guère alors différencier ce minéral de la calcédonite sans enroulement, que par la position du plan des axes optiques, transversal au lieu d'être parallèle à l'allongement ; l'emploi du mica quart d'onde et du quartz teinte sensible, quoique délicat dans ce cas, permet du reste de constater le signe positif de l'allongement des sections presque éteintes.

Lutécite.

La *lutécite* a la même biréfringence que la quartzine, mais s'en distingue par la direction de ses fibres (lutécine, Michel-Lévy et Munier-Chalmas, *op. cit.*, et par les assemblages pseudosénaires (lutécite Michel Lévy et Munier-Chalmas, fig. 1 à 5 ci-contre) qu'elles constituent, au lieu de donner des groupements pseudoternaires (quartz) comme ce dernier minéral.

Les cristaux de lutécite résultant de l'arrangement pseudosénaire de ces fibres ont la forme de pyramides pseudohexagonales surbaissées dont les faces font entre elles des angles d'environ 123°24′ (opposés par le sommet) et de 127°44′ (adjac.) (fig. 1 et 2). Ces

nombres sont très approximatifs ; les cristaux n'atteignent en effet que très rarement 0 mm. 5 ; ils sont toujours ternes et leurs faces sont raboteuses. Ils s'enfilent d'ordinaire en grand nombre suivant leur axe vertical (fig. 3) ou s'empilent comme dans les figures 4 et 5 en s'accolant par une face de la pyramide. Les faces de celle-ci sont striées parallèlement à l'intersection des arêtes culminantes ; deux faces opposées par leur sommet ont souvent des stries symétriques parallèles aux deux arêtes culminantes qui les limitent (fig. 1 et 2).

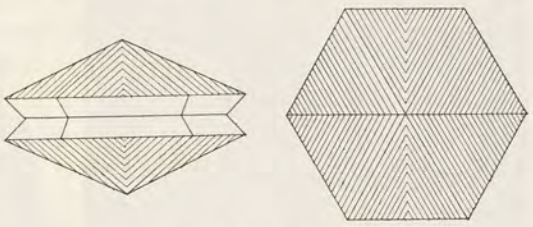


Fig. 1 et 2.
Cristal de lutécite (fig. 1) et sa projection sur la base (fig. 2).

Sections basiques. Les sections basiques se montrent au microscope, en lumière polarisée parallèle, divisées en six secteurs plus ou moins enchevêtrés, avec parfois des apparences de fibres parallèles aux diagonales de l'hexagone (fig. 6). Un examen plus approfondi montre qu'en réalité, il existe trois directions de fibres enchevêtrées, respectivement parallèles aux intersections des secteurs ; elles s'éteignent parallèlement à leur allongement qui est de signe positif. En lumière convergente, on voit que la section est très oblique (45°) sur la bissectrice aiguë *positive* (n_g), le plan des axes optiques étant transversal à l'allongement des fibres.

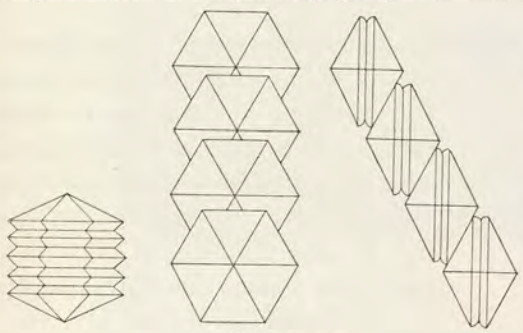


Fig. 3 à 5.
Groupements de cristaux de lutécite.

Sections passant par l'axe vertical et une arête culminante de la pyramide. Ces sections représentées par les figures 7 et 8 se divisent en quatre quadrants, limités par l'axe pseudosénaire et par la trace de la base. Examinons la constitution de chacun d'eux. Il existe d'abord une série de longues fibres faisant un angle de 16° avec la base et de 74° avec l'axe vertical (fig. 8). Elles sont perpendiculaires à la bissectrice obtuse *négative*, l'indice n_g y fait un angle de 29° avec l'axe des fibres,

et un angle de 45° avec l'axe vertical ; les quatre systèmes des fibres de la section complète s'éteignent en effet sensiblement ensemble.

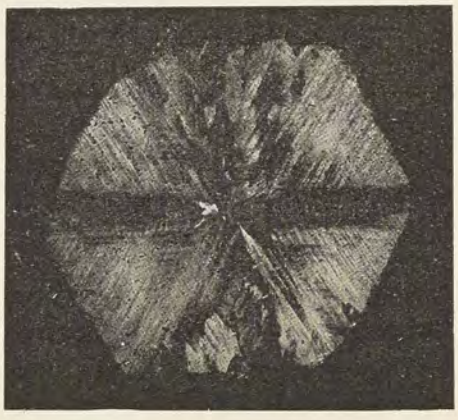


Fig. 6.
Section de lutécite perpendiculaire à l'axe pseudosénaire. Clamart. (*Photographie, lumière polarisée parallèle ; grossissement de 50 diamètres.*) 1



Fig. 7.
Section de lutécite parallèle à l'axe pseudosénaire et passant par deux arêtes de la pyramide. Clamart. (*Photographie, lumière polarisée parallèle ; grossissement de 50 diamètres.*)

Ces fibres définissent la lutécite dont l'allongement[1] a lieu dans le plan $n_g\ n_m$ et à 29° environ de n_g. Il est probable en outre que ces fibres sont aplaties suivant le plan $n_g\ n_m$, car les fibres disposées parallèlement à l'axe vertical des cristaux (fig. 8) sont très fines et elles résultent de la section des fibres similaires des secteurs voisins.

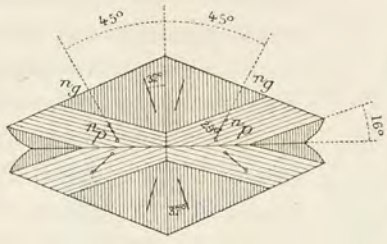


Fig. 8.
Interprétation théorique de la section verticale de lutécite représentée par la fig. 7_2.

Ces fibres ont un allongement positif et s'éteignent à environ 37° de l'axe vertical pseudosénaire; elles ont une structure très enchevêtrée.

1. Les figures 1 (page 122), 6, 7 et 9 ci-contre sont la reproduction des préparations microscopiques déjà figurées par MM. Michel-Lévy et Munier-Chalmas.

2. M. Wallerant a signalé (*op. cit.*) des fibres allongées suivant une direction du plan $n_g\ n_m$ perpendiculaire à celle de la lutécite ; il les a trouvées mélangées à des fibres de quartzine à la surface de cristaux de quartz des sables de Cuise.

Sections passant par l'axe vertical et par la diagonale de deux faces opposées de la pyramide. Les fibres parallèles à l'axe vertical sont positives et s'éteignent suivant leur allongement.

Sections parallèles à une face de la pyramide. La partie centrale de ces sections montre dans le champ du microscope la bissectrice positive excentrée dans deux systèmes de fibres parallèles aux côtés ; la biréfringence de ces fibres est très faible. La plage triangulaire ainsi constituée est bordée de plages à structure plus complexe appartenant aux secteurs voisins.

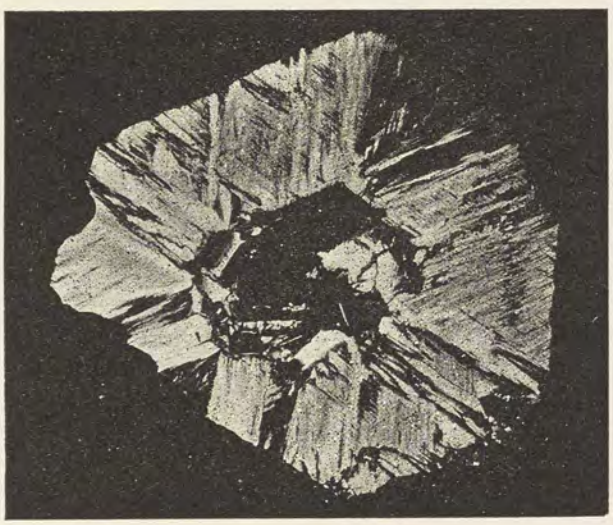


Fig. 1.
Section de quartz et de lutécite (groupés à axes parallèles) perpendiculaire à l'axe vertical commun. Bicêtre. (*Photographie, lumière polarisée parallèle : grossissement de 25 diamètres.*)

En résumé, ce qui caractérise la *lutécite*, c'est l'allongement de ses fibres suivant une direction du plan $n_g\, n_m$, à 29° environ de n_g et les groupements pseudosénaires qu'elles constituent, pour former les cristaux macroscopiques représentés par la fig. 1.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. La quartzine, par le groupement régulier de ses *fibres*, donne naissance au quartz rhomboédrique, ainsi qu'on l'a vu page 42 et page 122 (fig. 1).

Les *cristaux* de lutécite se groupent parfois d'une façon régulière sur des cristaux de quartz, leur axe pseudosénaire est alors parallèle à

l'axe ternaire de ceux-ci. La fig. 1 représente une section basique d'un semblable groupement vue en lumière polarisée parallèle : le quartz central est éteint, alors que les plages biréfringentes de lutécite offrent la même structure que dans la fig. 6 de la page 128.

Enfin la quartzine et la calcédonite forment souvent à la surface du quartz des recouvrements fibreux, continus. Leurs fibres rectilignes ou les pinceaux coniques formés par leurs fibres sont implantés normalement aux faces du quartz quelles qu'elles soient. Les groupements que forment ces fibres dans les sections de l'assemblage ne dépendent plus alors de leur propre symétrie, comme ceux étudiés plus haut, mais

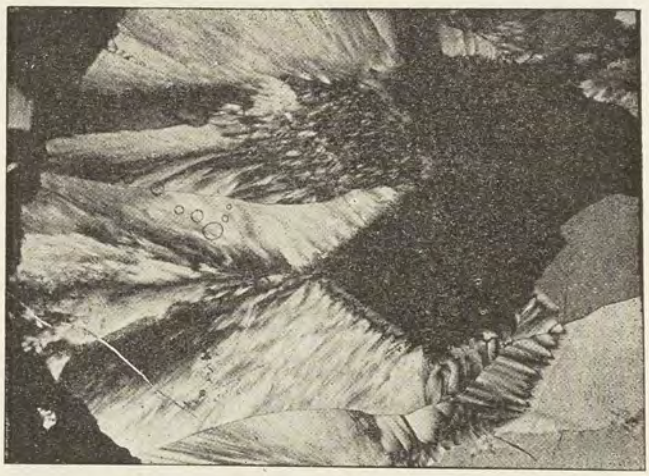


Fig. 2.
Quartzine groupée sur des pointements rhomboédriques de quartz : les fibres de quartzine sont implantées normalement aux faces des rhomboèdres de celui-ci, Bellevue près Paris. (*Photographie, lumière polarisée parallèle : grossissement de 25 diamètres.*)

de celle du cristal qui leur sert de support. Il en est de même quand ces fibres sont implantées sur des cristaux rhomboédriques de calcite, cubiques de fluorine, etc.

Cependant, quand les fibres de quartzine sont implantées suivant ce mode sur un cristal de quartz, au voisinage de celui-ci, on les voit se recourber pour prendre son orientation et se confondre insensiblement avec lui. La figure 2 représente un cas de ce genre, le quartz a été éteint de façon à mettre en évidence l'orientation différente des fibres de quartzine qui recouvrent son pointement birhomboédrique.

Enfin, comme je l'ai indiqué déjà, tous les produits fibreux dont il vient d'être question s'associent fréquemment entre eux et avec le quartz, pour former les couches successives de masses fibreuses à aspect extérieur homogène. La figure 3 représente un cas très fréquent, alternance de lits de calcédonite et de quartzine.

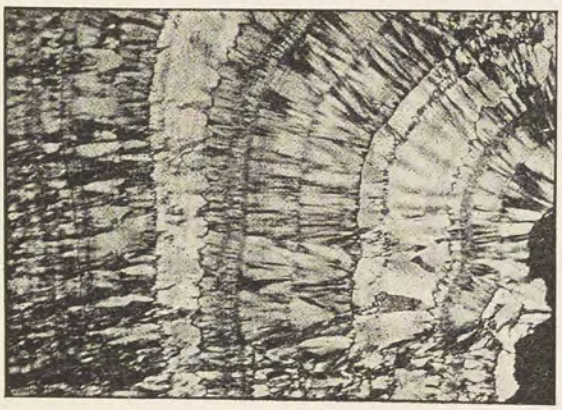


Fig. 3.
Section d'une calcédoine de la Grisière en Flacé-lès-Mâcon, formée de zones alternantes de quartzine (zones éclairées uniformément) et de calcédonite (zones offrant des variations de biréfringence). (*Photographie, lumière polarisée parallèle : grossissement de 45 diamètres.*)

Diagnostic. Le tableau suivant résume les propriétés optiques des produits fibreux qui viennent d'être étudiés, *tous biaxes et optiquement positifs.*

	Allongement suivant	Signe de l'allongement	Angle d'extinction et position du plan des axes optiques par rapport à l'allongement.	Propriétés de la zone d'allongement.
Quartzine.	n_g	+	0°. Parallèle.	Biréfringence presque constante. Les sections transversales des fibres sont perp. à la biss. aiguë positive.
Calcédonite [1].	n_p	—	0°. Parallèle.	Maximum et minimum de biréfringence dans des fibres distinctes (*calcédonite sans enroulement*) ou le long de la même fibre (*calcédonite avec enroulement*).
	n_m	± (— dominant.)	0°. Transversal.	Maximum et minimum de biréfringence dans des fibres distinctes.
Lutécite.	Droite du plan $n_g n_m$.	+	29° (n_g), (trace du plan des axes).	Bissectrice n_g oblique sur les fibres (n_p perpend. à une face de la zone).

1. Voir à *pseudocalcédonite.*

Produits microcristallins formés par les minéraux de la famille du quartz et par la pseudocalcédonite.

Le quartz, les divers minéraux fibreux de son groupe et aussi la pseudocalcédonite[1] soit seuls, soit associés, constituent un grand nombre de produits qui, depuis fort longtemps, ont reçu des noms distincts à cause de la variabilité de leurs caractères extérieurs.

Les uns sont relativement homogènes, formés presque exclusivement par des produits siliceux fibreux, mélangés seulement d'un peu d'opale ; ils possèdent souvent une structure externe concrétionnée, caractéristique, ce sont les *calcédoines*.

Les autres n'ont généralement pas de structure minéralogique externe régulière ; ils sont souvent inhomogènes, mélangés à de l'argile, des oxydes métalliques, etc., et constituent de véritables roches. Ce sont les jaspes, les bois silicifiés, les silex, etc.

Altérations. Tous les minéraux formés par le mélange physique de produits siliceux anhydres quels qu'ils soient et d'opale, subissent un mode d'altération qu'il est très facile d'étudier dans certaines agates ou calcédoines et surtout dans les silex.

La substance devient opaque, d'un blanc laiteux ; en même temps, elle perd de sa dureté, se laisse couper au couteau, elle devient plus légère. La patine des silex des stations préhistoriques constitue un bon type des premières phases de ce genre d'altération.

Fréquemment, la cohérence du silex disparaît, il se transforme en une masse blanche, poreuse, se coupant au couteau ; Marchand qui a étudié un produit de ce genre, provenant de Contremoulins en Fécamp (*Seine-Inférieure*) l'a considéré comme une variété spéciale de silice et l'a appelé *passyite* (*A. C. P.* I. 392. 1874). Il a montré que ce minéral est à peu près anhydre (1,3 % d'eau).

M. Ch. Friedel a, d'autre part, donné l'explication du mécanisme de l'altération des agates (*A. P. C.* VII. 54. 1876) ; elle consiste dans la disparition de l'opale par dissolution. La diminution de densité des échantillons étudiés par lui est très nette ; elle est due à la porosité résultant de la disparition de cette opale.

J'ai pu constater du reste l'exactitude de cette explication en étu-

1. Voir page 159.

diant des échantillons de la passyite de Marchand que je dois à M. de Franqueville. Si, en effet, au lieu de prendre la densité apparente des silex altérés, comme l'a fait Ch. Friedel, c'est-à-dire le rapport de leur poids à celui du volume d'eau qu'ils auraient déplacé avant l'altération (volume estimé par immersion dans le mercure qui ne pénètre pas dans les pores de la roche), densité apparente plus petite que celle du silex intact, on prend la densité de la poudre de passyite, on constate qu'elle est plus grande que celle des silex intacts aux dépens desquels elle s'est formée. L'examen microscopique fait voir du reste que cette poudre est entièrement cristallisée, formée de petits grains de quartz, de fibres de quartzine et de calcédonite, soit libres, soit groupés pour épigéniser des débris de fossiles.

La désopalisation des calcédoines et des silex est un phénomène de dissolution dû aux eaux atmosphériques. Il est facile de le constater notamment à Contremoulins. Les silex y sont contenus dans une argile rouge ; ils proviennent de la craie sous-jacente. Leur transformation est d'autant plus complète que l'argile qui les contient est plus superficielle.

Il me paraît commode dans la pratique d'avoir un terme pour distinguer cette masse blanche, poreuse, holocristalline, résultant de la désopalisation des silex, afin de la distinguer des variétés d'opale offrant un faciès extérieur analogue et se trouvant dans les mêmes gisements (voir à *opale*) ; j'emploierai dans ce sens le terme de *passyite*, puisqu'il existe, je ne lui attribue d'ailleurs de valeur qu'au point de vue de la morphologie externe.

Calcédoine.

Je réserve le nom de calcédoine à toutes les formes *macroscopiques* de produits siliceux formés par concrétion, présentant une translucidité plus ou moins grande, une cassure conchoïdale et une structure intime fibreuse ou compacte dont la cristallinité ne peut être décelée qu'au microscope : c'est donc là la définition donnée par les anciens auteurs avant les études microscopiques.

Densité. La densité des calcédoines est en général un peu plus faible que celle (2,65) du quartz, ce qui s'explique par le mélange fréquent d'une petite quantité d'opale interposée entre les fibres. On a vu plus haut déjà que l'existence de cette opale peut être mise en évidence par la calcination du minéral qui devient alors opaque sans que la

biréfringence de ses fibres soit modifiée ; il est facile de s'en assurer en immergeant la substance dans un liquide (baume du Canada, alcool) ; elle reprend alors sa transparence (voir aussi à *altérations*).

Faciès. Les variétés de calcédoine ont toutes été établies depuis longtemps avant l'apparition du microscope, elles sont basées uniquement sur des propriétés externes : beaucoup d'entre elles sont utilisées pour la bijouterie ou la gravure sur pierre.

1° Le nom de *calcédoine* dans son sens restreint est appliqué aux variétés de couleur uniforme, blanches, grises, bleuâtres ou d'un bleu tendre, et le plus souvent translucides : elles se présentent mamelonnées, botroydes, stalactiformes (fig. 4), affectant la forme de gouttelettes, d'orbicules (fig. 3, 5 à 7), d'enduits concrétionnés.

La *cornaline* est une calcédoine rouge (rouge clair à rouge sombre) ; quand elle passe au rouge brun avec couleur brun rouge par transparence, elle prend le nom de *sardoine* ; ces variétés sont très translucides, tandis que la *calcédoine jaspeuse* est concrétionnée, rouge foncé, mais plus ou moins opaque.



Fig. 1.
Géode de calcédoine remplie par du quartz. (*Photographie réduite de moitié environ.*)

Le *chrysoprase* est une calcédoine vert-pomme (colorée par du nickel), translucide.

Le *plasma* est une variété vert sombre ou vert-poireau, souvent un peu translucide, qui prend le nom d'*héliotrope* quand il est tacheté de rouge-sang.

2° Les *agates* sont des calcédoines de couleur régulièrement inhomogènes ; elles sont constituées par des zones de couleurs très variées, blanches, jaunes de cire, noires, bleuâtres ou grises, etc. Ces zones s'emboîtent les unes dans les autres et représentent toutes les irrégularités des parois dans lesquelles s'est formé le minéral (fig. 1) (la section des concrétions stalactiformes est parfois régulièrement circulaire), elles alternent quelquefois avec des zones de quartz transparent (hyalin ou améthyste) et celui-ci s'isole en beaux cristaux, quand les

cavités agatisées ne sont pas entièrement remplies ; il est fréquent alors de rencontrer une dernière génération de calcite (voir page 137 pour les *enhydres*).

Le nom d'*onyx* est réservé aux variétés d'agate, utilisées pour la fabrication des camées, dans lesquelles les zones successives sont planes ; leur section montre des bandes différemment colorées, régulièrement parallèles (fig. 3, page 157).

Toutes les variétés de calcédoine et d'agate peuvent renfermer des *dendrites* ferrugineuses ou manganésifères, donnant naissance aux variétés d'opale et de calcédoine *mousseuses* ou *dendritiques* (fig. 2).

Structure microscopique. La structure microscopique des calcédoines est très variée. Elle est d'ordinaire rubanée, à la fois zonaire et fibreuse. Les types concrétionnés, mamelonnés dont les fibres sont rectilignes ou disposées sous forme de pinceaux coniques, sont parfois implantés régulièrement sur des cristaux de quartz dont ils sont comme le prolongement.



Fig. 2.
Calcédoine avec dendrites manganésifères. (*Photographie, grandeur naturelle.*)

Un même type optique [quartzine, calcédonite (fig. 1, page 124), lutécite, pseudocalcédonite], constitue parfois tout le spécimen, mais on trouve fréquemment des alternances maintes fois répétées des divers types, une zone étant par exemple constituée par de la calcédonite et la suivante par de la quartzine, puis par une nouvelle zone de calcédonite et ainsi de suite (fig. 3, page 131).

D'autres calcédoines au contraire, ne présentent pas de structure interne régulière ; elles sont constituées par des rosettes ou des sphérolites de l'un ou de l'autre des types quartzeux fibreux (fig. 1, page 159) ou par le mélange en proportion quelconque et sans ordre de plusieurs d'entre eux, souvent accompagnés de quartz.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La calcédoine de même que toutes ses variétés est, comme je l'ai dit plus haut, uniquement d'origine aqueuse et s'est produite par

voie de concrétion et par cristallisation effectuée aux dépens de silice primitivement déposée sous forme d'opale. Elle ne se trouve donc dans aucune roche éruptive, cristallophyllienne ou métamorphique (de contact ou dynamométamorphique) en tant qu'élément d'origine primaire ; c'est au contraire un type de minéral formé par voie secondaire dans toutes les roches possibles.

Je l'étudierai seulement dans les conditions suivantes, considérées dans des paragraphes distincts uniquement pour la facilité des recherches :

1° Dans les roches éruptives.
2° Dans les filons de quartz.
3° Dans les sources thermales.
4° Dans les roches sédimentaires.

Ses gisements sont extrêmement nombreux, je me suis attaché à ne citer que les localités dont j'ai pu examiner des échantillons.

1° *Dans les roches éruptives et les schistes cristallins.*

La calcédoine se rencontre dans les fentes de beaucoup de roches éruptives : granites, diorites et plus rarement serpentines ; elle forme des enduits mamelonnés parfois translucides, gris, jaunes ou rougeâtres généralement peu intéressants.

J'indique seulement, comme exemple, la Chapelle du Planté en Quilly (*Loire-Inférieure*) où M. Baret signale de beaux échantillons de calcédoine au milieu de la serpentine, ainsi que dans l'*Ariège*, le Tuc de Coumes près Castillon, et l'Escourgeat en Suc où la calcédoine se trouve dans les fentes de la serpentine de lherzolite, recouvrant des cristaux de quartz (L'Escourgeat) ou associée à des mamelons de hyalite (Tuc de Coumes) (calcédonite).

Les petits solides tétraédriques que M. Wallerant considère comme représentant la forme de la quartzine se trouvent à la surface des cristaux de quartz d'une granulite des Aubiers (*Vendée*).

a) *Dans les roches volcaniques.*

La calcédoine est un des minéraux secondaires fréquents comme produit d'altération de roches éruptives basiques et particulièrement de celles de la famille des basaltes. C'est ce genre de gisement qui fournit les plus belles agates et les onyx les plus renommés. Ces variétés de calcédoine (généralement calcédonite) tapissent des

géodes à l'intérieur desquelles se trouvent souvent des pointements de quartz hyalin ou améthyste. Elles limitent parfois des cavités closes remplies d'eau (*enhydres*).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* La calcédoine en beaux échantillons n'est pas fréquente dans les basaltes auvergnats, on peut la citer toutefois dans celui du cap de Prudelles.

Algérie. — *Oran.* M. Gentil m'a signalé des concrétions de calcédoine (calcédonite à enroulement, et quartzine) associées au quartz, dans les andésites à hornblende du volcan de Tifarouine près Lourmel.

Alger. Des géodes d'agate zonée d'un blanc laiteux, renfermant des cristaux de quartz, se trouvent dans les basaltes de la rive gauche de l'Oued Fedjena, près Zurich, etc.

Côte des Somalis. — De grandes et belles géodes de calcédoine et d'agate de différentes nuances (calcédonite), généralement tapissées à l'intérieur par du quartz, se rencontrent en très grande abondance dans les basaltes et surtout dans les rhyolites sodiques rencontrées le long du chemin de fer de Djibouti à Harrar (notamment entre les kilomètres 37 et 90 et dans tous les ravins qui aboutissent au chemin de fer), ainsi qu'à l'île de Doumeïra.

Madagascar. — De belles géodes de calcédoine, souvent intérieurement tapissées de cristaux de quartz, se rencontrent dans les basaltes de nombreux gisements de Madagascar. Il faut citer notamment les enhydres d'Atongodrahoja à environ 180 kilomètres N. N. O. de Tananarive (avec belles géodes de quartz), les onyx, la calcédoine verte et les jaspes de couleur variée de la presqu'île de Radama ; les roches basaltiques des petites îles de Berofia, Ambariovaliha, Kalakajoro et Antanifaly sont également très riches en vacuoles remplies par du quartz, des onyx, de la calcédoine verte ou brune et enfin par de la calcite. Les échantillons que j'ai étudiés sont formés par de la calcédonite.

Kerguelen. — De très belles géodes de calcédoine blanche ou grise, translucide à surface mamelonnée, luisante et stalactiforme abondent dans les roches volcaniques basiques altérées des îles Kerguelen et fournissent de beaux échantillons de collection (*calcédonite*).

Guadeloupe et Martinique. — De magnifiques géodes et blocs de calcédoine blonde, translucide, se trouvent à la Guadeloupe et sur-

tout à la Martinique, quartier Sainte-Anne ; je n'en ai jamais vu adhérant à une gangue, mais il me paraît probable qu'elles sont en relation plus ou moins directe avec les roches volcaniques basiques voisines, bien que je n'en aie pas la preuve. Elles se trouvent dans la même région que les bois silicifiés et les opales jaspeuses dont il est question plus loin. Elles sont parfois associées à du quartz hyalin en courts pointements et sont constituées par de la calcédonite (fig. 1, p. 124) et de la pseudocalcédonite.

2° *Dans les filons de quartz.*

La calcédoine, ainsi que ses diverses variétés, se rencontre avec le quartz, comme gangue de quelques filons métallifères ; sous forme d'agate plus ou moins pure, elle se trouve dans un grand nombre de filons ou filonnets de concrétion traversant les roches les plus diverses, elle y est souvent associée à du jaspe. C'est par le démantellement de ces filons que les blocs d'agate se rencontrent si souvent dans les formations détritiques, dans les terres labourées d'un grand nombre de localités et il est peu de collections minéralogiques locales qui n'en renferment des séries parfois intéressantes.

Je citerai les gisements suivants dont j'ai étudié la calcédoine compacte ou concrétionnée.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* La calcédoine mélangée au quartz est l'une des gangues des filons de blende de Châtelaudren ; elle est souvent colorée en jaune ou en rougeâtre, très nettement concrétionnée et mélangée de quartz cristallin. J'y ai observé des associations de quartzine, de calcédonite, avec ou sans enroulement, et enfin, de pseudocalcédonite. Dans le même gisement se trouve du jaspe rouge sanguin.

Morbihan. La calcédoine concrétionnée, mamelonnée et stalactiforme, était abondante dans les filons de galène de Saint-Maudez (quartzine et calcédonite en couches alternantes). On la rencontrait aussi, plus rarement toutefois, en incrustations sur le quartz du filon de cassitérite de La Villeder ; elle encapuchonne les cristaux de quartz du filon de Saint-Gravé.

Loire-Inférieure. Environs de Nantes, Vertou, la Haie Fouassière, etc.

Plateau Central. — *Corrèze.* La calcédoine en gouttelettes abonde dans le filon de quartz de Paillerés à la Porcherie près de Bertranger ; elle est mélangée au quartz dans celui de Morterolles (Barret, *Géol. du Limousin*, 114).

Puy-de-Dôme. La calcédoine accompagne le quartz cristallisé dans quelques filons du Puy-de-Dôme et notamment près du hameau de Chalard au-dessus de Saint-Julien de Copel, à la côte des Pompes près Varennes sur la route du Mont-Dore ; on la trouve dans quelques filons d'améthyste où elle forme des enduits ou des encapuchonnements sur les cristaux de ce minéral (calcédonite et quartzine).

Alpes. — *Isère.* La gangue de la blende des filons de la Poype est en partie constituée par de la calcédoine jaune ou rougeâtre mamelonnée ressemblant beaucoup à celle de Châtelaudren (calcédonite, avec ou sans enroulement et pseudocalcédonite, mélangée à du quartz).

3° *Dans les sources thermales.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* C'est à une véritable formation de sources thermales qu'il y a lieu de rapporter la production de belles gouttelettes de calcédoine, d'un gris de perle ou bleuâtres, qui accompagnent le bitume, exploité dans les fentes des pépérites d'un grand nombre de localités de la Limagne. Ces gouttelettes de calcédoine sont constituées par des fibres de calcédonite, parfois de quartzine, recouvertes par une zone de lussatite (voir plus loin) imbibée d'opale. Elles sont souvent accompagnées de cristaux de quartz qui, tantôt forment des groupements distincts de la calcédoine et tantôt au contraire viennent s'implanter à la périphérie de ses mamelons. Leurs angles et leurs faces sont parfois arrondis, recouverts par des fibres de calcédonite, puis de lussatite. A la mine des Roys, la calcédoine orbiculaire épigénise des fossiles (notamment *Helix Ramondi*) qui dans d'autres cas, sont en partie transformés en bitume. M. P. Gautier auquel je dois l'échantillon représenté par la fig. 3, page 148 m'a signalé que ces fossiles sont parfois réunis les uns aux autres par des traînées de gouttelettes de calcédoine et de bitume.



Fig. 3.
Gouttes de calcédoine et cristaux de quartz, recouverts de lussatite, sur pépérite de Pont du Château. (*Photographie un peu réduite.*)

Le gisement qui a fourni jadis les magnifiques échantillons de calcédoine en gouttes et de quartz recouverts de lussatite de la collection

du Muséum est Pont-du-Château. On en a rencontrés d'analogues dans beaucoup d'autres gisements, dont les principaux sont les suivants : Lussat, Puy de la Poix (ou de la Pège) près de Clermont, Puy de Crouël, Puy de la Sau (du Sel), Puy de la Roche et Puy de Cornonet près de Cournon, Puy Long près Lempdes, Château-Gay, et enfin Malintrat ; dans ce dernier gisement, la calcédoine est implantée plus souvent sur le bitume que sur les pépérites ; elle est fréquemment accompagnée de pyrite.

La calcédoine se trouve aussi dans les pépérites sous la forme habituelle de géodes à surface mamelonnée.

Pyrénées. — *Pyrénées Orientales*. La calcédoine a été observée aux griffons de la source thermale d'Olette.

Vosges. — *Vosges*. M. Daubrée a rencontré des enduits jaunes, translucides de calcédoine dans les fentes des briques romaines des thermes de Plombières.

4° *Dans les formations sédimentaires.*

La calcédoine se rencontre en très grande abondance dans les terrains sédimentaires, elle y constitue surtout l'un des principaux éléments microscopiques des silex (voir page 149) et parfois tapisse de ses beaux mamelons arrondis ou stalactiformes les cavités de ceux-ci. Elle forme aussi des gouttelettes, des orbicules, des enduits dans les fentes des roches sédimentaires elles-mêmes et enfin épigénise des oolites ou des fossiles ; je considérerai ce dernier cas à part.

Bien que la calcédoine se rencontre à peu près dans tous les terrains, ce n'est que dans les assises secondaires et tertiaires qu'elle joue un rôle véritablement important.

a) *Sous forme de concrétion ou d'épigénies.*

α) Dans les assises secondaires.

Trias.

Corbières. — *Hérault*. Des orbicules de calcédoine semblables à ceux d'Aulon, représentés par les figures 5 à 7, se trouvent dans le trias gypseux de Cazouls-les-Béziers. Ils sont essentiellement constitués par de la quartzine.

Cévennes. — *Gard* et *Ardèche*. On a vu page 111 que les marnes irisées d'Alzon et de Seynes près les Vans, renferment de grosses géodes de calcédoine, tapissées de cristaux de quartz et parfois (les Vans) remplies par de la blende : cette calcédoine est formée par de la quartzine et plus rarement par de la calcédonite à enroulement.

Jurassique.

Poitou. — *Vienne*. Je dois à M. Boreau un curieux échantillon de calcédoine (calcédonite) bleuâtre, recouvrant des cristaux de calcite qui tapissent les cavités d'un calcaire jurassique d'Availles.

Saintonge. — *Charente-Inférieure*. On trouve la calcédoine dans le jurassique de Saint-Laurent de Céris et dans de nombreuses localités du canton de Saint-Claud en très beaux échantillons mamelonnés (calcédonite à enroulement).

Charente. Elle se présente en gouttelettes (*calcédonite*), avec quartz hyalin bipyramidé, dans les argiles liasiques de Roumazières.

Berri. — *Cher*. Les calcaires oolitiques bathoniens de la Selle Bruère près Saint-Amand, sont transformés en produits siliceux constitués par un mélange de quartz finement grenu et de pseudocalcédonite fibreuse. La fig. 2, page 160, représente une lame mince d'un de ces calcaires silicifiés.

Madagascar. — La calcédoine paraît être très fréquente dans les calcaires jurassiques de Madagascar, si j'en juge par les nombreux échantillons rapportés par les voyageurs, malheureusement sans renseignements précis sur leur gisement. Je ferai toutefois une exception pour des échantillons qui m'ont été communiqués par le capitaine de Bovie. Ils abondent sur les bords de la Sofia (côte N. O.) depuis Ambodoungo, jusqu'à Port-Bergé sur le Bemarivo et aux alentours d'Amparaly, au Sud-Est de ce dernier poste, ainsi que sur le plateau d'Anketsa. La calcédoine, seule ou associée au quartz cristallisé, remplit les cavités de calcaires. Cette calcédoine forme aussi des concrétions stalactiformes et botroïdes très grêles, ayant la forme de racines ligamenteuses contournées (Port-Bergé) et s'appuyant sur un noyau central d'opale. Tantôt cette calcédoine est homogène, blanche et translucide, tantôt elle est constituée par des zones concentriques riches en opale ; elle est fréquemment aussi patinée et se transforme en passyite pulvérulente.

Il me semble probable que l'on trouvera dans cette région de beaux échantillons d'onyx. L'élément cristallin de ces calcédoines est surtout la calcédonite à enroulement, avec parfois de la pseudocalcédonite.

Crétacé et argile à silex.

La calcédoine est extrêmement abondante dans tous les niveaux à silex (voir plus loin) du crétacé et notamment dans ceux du cénomanien et surtout du sénonien ; elle tapisse les cavités des silex de ses mamelons ou de ses stalactites : sa couleur est généralement pâle, grise, bleuâtre ou blonde ; elle est translucide, mais prend souvent à l'air une patine blanche opaque due à la dissolution partielle de son opale. Elle abonde aussi dans l'argile à silex qui dans quelques régions a été formée aux dépens des assises crétacées.

Je ne citerai que quelques gisements caractéristiques dont j'ai étudié des échantillons. Ils se montrent au microscope, constitués par des fibres de calcédonite, parfois mélangées à des fibres de quartzine et à du quartz.

Normandie. — *Seine-Inférieure*. Saint-Valéry-en-Caux, Cap de la Hève, Neufchâtel (cénomanien), Saint-Jouin (turonien), Rouen, Fécamp (sénonien), etc.

Orne. La collection du Muséum renferme des échantillons d'un très beau sardonyx dont les couches sont brunes (sardoine) ou blanches translucides (quartzine, calcédonite et pseudocalcédonite) ; ils sont indiqués comme provenant des fentes d'un grès de Saint-Hilaire-de-Noyers en Nocé, à l'Est de Bellême ; il s'agit probablement de la glauconie sableuse constituant le sol de cette localité que je n'ai pas visitée personnellement.

Région parisienne. — *Seine*. Meudon (sénonien).

Seine-et-Oise. Mantes, Laroche-Guyon (sénonien).

Marne. Beauvais, Saint-Romain près Fismes (sénonien), beaux rognons stalactiformes recouvrant un axe de quartz.

Bourgogne. — *Yonne*. Sens (sénonien).

Saône-et-Loire. La calcédoine en géodes mamelonnées abonde dans l'argile à silex du Chalonnais et du Mâconnais (la Grisière en Flacé-lès-Mâcon, Chevagny, etc.) formée par le remaniement à l'époque tertiaire de dépôts crétacés.

Dans une des carrières de la Grisière, j'ai recueilli à la surface des blocs de grès englobés dans l'argile à silex, de très beaux échantillons

de calcédoine, parfois presque transparente, jaune ou bleuâtre qui forme de grosses gouttes ou de larges et épais enduits à bords relevés en bourrelets et fréquemment terminés par des groupements en éventail de cristaux hyalins de quartz. Cette calcédoine est remarquablement pure et constituée par des fibres de calcédonite dont il est facile d'étudier les propriétés optiques (fig. 2, page 125) ; elles alternent parfois avec des zones fibreuses de quartzine (fig. 3, page 131).



Fig. 4.
Calcédoine mamelonnée de Saint-Innocent-en-Brison (*Savoie*). (*Photographie un peu réduite.*)

Jura. — *Jura.* Saint-Julien (crétacé supérieur), Cinquétral (néocomien).

Bassin de la Loire. — *Loir-et-Cher.* Château du Loir. Montaire (cénomanien).

Indre-et-Loire. Grand-Pressigny (turonien).

Alpes. — *Savoie.* La figure 4 reproduit la photographie d'une stalactite de calcédoine provenant de l'urgonien de Saint-Innocent en Brison, sur le bord du lac du Bourget (calcédonite).

Charente-Inférieure. Cognac (santonien), avec quartz (calcédonite).

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* Les marnes sénoniennes et daniennes de Montsaunès (dans carrières et terres cultivées au pied du Pech), de la métairie de Vignoles entre Propiary et Cazeneuve, d'Aulon près d'Aurignac et d'Auzas renferment de très jolis orbicules de calcédoine translucide, libres ou accolés. Leur surface et polie et cireuse (fig. 5 et 6), alors que dans d'autres cas, elle est, complètement ou partiellement, hérissée de petits pointements de cristaux de quartz hyalin (fig. 7).



Fig. 5 à 7.
Orbicules de calcédoine d'Aulon près Aurignac (*Haute-Garonne*). (*Photographie un peu réduite.*)

L'examen microscopique fait voir que la calcédoine de ces gisements est essentiellement constituée par de la quartzine, à laquelle est plus rarement associée de la calcédonite à enroulement. Les groupements ternaires de la quartzine conduisant au quartz sont particulièrement nets dans les échantillons de Propiary (voir page 122, fig. 1).

β) Dans les assises tertiaires.

La calcédoine est très abondante dans les terrains tertiaires, au milieu des assises ayant subi des phénomènes de décalcification ou de dégypsification ; tous les types de fibres (quartzine, lutécite et calcédonite) s'y rencontrent : c'est même le gisement presque exclusif de la lutécite. On verra plus loin que les *meulières* sont des roches formées par du quartz, de la quartzine, et de la calcédonite : on trouve souvent dans leurs cavités des mamelons de calcédoine, mais qui ne fournissent que de médiocres échantillons.

Bassin de Paris. — Des nodules de quartz généralement creux et tapissés intérieurement de calcédoine mamelonnée ou stalactiforme abondent dans les sables de Cuise (Cuise-la-Motte), Noyon (*Oise*), etc. Les fibres sont constituées par de la calcédonite ou par de la quartzine. C'est dans des échantillons de ce genre de gisement que M. Wallerant a étudié les relations du quartz et de la quartzine dont il a été question plus haut.

Mais les plus remarquables gisements de calcédoine que l'on rencontre dans cette région sont ceux qui sont liés d'une façon intime au gypse. La calcédoine y constitue souvent tout ou partie de pseudomorphoses de cristaux lenticulaires ou de véritables lits de gypse en roche. Ces pseudomorphoses sont particulièrement abondantes dans le lutétien supérieur (caillasses) ; elles sont limitées au bord des vallées, et ont été produites par un phénomène de substitution récent, se continuant probablement encore, qui sera étudié plus en détail à la description du gypse. Des pseudomorphoses analogues se trouvent à divers niveaux du bartonien (calcaire de Saint-Ouen, sables de Beauchamp) et enfin dans le ludien.

Ces pseudomorphoses siliceuses du gypse ont été découvertes en 1780 par Pasumot, au château de la Muette, à Passy ; ce sont elles qui constituent le *quartz grenu en cristaux lenticulaires* des anciens auteurs. Leur véritable nature pseudomorphique, pressentie par Pasumot, a été définitivement établie par Haüy. Depuis lors, elles ont été bien souvent décrites ; elles ont été l'objet d'un plus récent mémoire de MM. Michel-Lévy et Munier-Chalmas (*B. S. M.* XV. 159. 1892) qui en ont fait la première étude microscopique et y ont trouvé le type de leur *lutécite*.

La calcédoine du lutétien est constituée, suivant les échantillons ou suivant les localités, par de la *calcédonite*, de la *quartzine* ou enfin par de la *lutécite*, seules ou associées entre elles ou avec du quartz. Elle forme des masses concrétionnées, sert de ciment à des cristaux de quartz ou enfin, recouvre des cristaux bipyramidés de ce minéral d'une croûte fibreuse qui arrondit leurs angles et leurs faces. Elle constitue aussi des orbicules plus ou moins réguliers, se terminant fréquemment à leur périphérie par des cristaux de quartz. Dans les pseudomorphoses de lits entiers de gypse, ces produits siliceux sont associés à de la calcite en rhomboèdres inverses d'un jaune pâle qui, dans quelques gisements, sont accompagnés de petits cubes de fluorine ou de cristaux microscopiques de célestite.

Les pseudomorphoses des lentilles de gypse ne sont pas toujours entièrement constituées par des produits siliceux. Quand il en est ainsi, cependant, elles ont une surface extérieure lisse et régulière (Passy), et sont formées par de la lutécite ; le plus souvent, les minéraux siliceux constituent des lames noyées dans de la calcite qu'il faut enlever à l'aide d'un acide, quand on veut les étudier.

Il n'est pas possible de préciser les conditions dans lesquelles les produits siliceux sont exclusivement constitués par du quartz (fondations des abattoirs de Vaugirard) ou au contraire par de la lutécite (certains points de Vanves, de la Glacière, de Clamart, de Passy). Dans ces dernières localités, après traitement par un acide, apparaissent des géodes dans lesquelles les cristaux de lutécite sont groupés en grand nombre, souvent orientés de la même façon. Ils sont assez rarement distincts (fig. 1 à 5).

J'ai observé de délicates stalactites de calcédoine à Neuilly ; elles sont presque transparentes, constituées par des fibres de calcédonite. Leur diamètre est de quelques millimètres seulement ; elles ont parfois à leur centre un cristal de calcite dont l'axe vertical est parallèle à leur allongement : de très belles gouttelettes de calcédoine ont été trouvées autrefois dans les tranchées du chemin de fer de Bellevue.

Enfin, j'ai rencontré la pseudocalcédonite comme élément essentiel de calcédoine en plaquettes mamelonnées, translucides, trouvées dans les fondations du Val-de-Grâce à Paris. Ce minéral y est associé à des rosettes de cristaux bipyramidés de quartz avec lesquels il ne présente aucune relation géométrique.

J'ai décrit antérieurement de très curieuses pseudomorphoses de

gypse, occupant le centre de rognons de ménilite du bartonien (calcaire de Saint-Ouen) de la plaine Monceau à Paris. Ce sont des cavités ayant la forme de lentilles du gypse, maclées suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), au milieu desquelles se dressent des lames blanches, translucides, parallèles aux faces g^1 (010) et e^1 (011) de ce minéral. Ces lames sont constituées par un mélange d'opale, de calcédonite et de lutécite. L'opale est en globules, accolés ou entourés par des sphérolites de calcédonite ou enfin alternant avec ceux-ci. La lutécite se présente en cristaux dont l'axe pseudosénaire est perpendiculaire au plan des lames qui les supportent. Ils sont parfois très nombreux, pressés les uns contre les autres et recouverts par des fibres de calcédonite.

Dans le parc de Saint-Cloud, se rencontrent aussi des pseudomorphoses de gypse, enveloppées dans de la ménilite ou dans une marne opalisée; mais au lieu d'être creuses et de dépasser 10 cm. de plus grande dimension, comme les précédentes, elles sont pleines et n'ont que quelques millimètres ou quelques centimètres de dimension maximum. Elles renferment parfois encore un peu de gypse non transformé et l'on voit que la lutécite, qui les constitue exclusivement, forme une série de cristaux pressés les uns contre les autres, dont l'axe vertical est parallèle à celui du gypse. La lutécite en petits cristaux microscopiques distincts est aussi distribuée d'une façon régulière dans le plan de schistosité de la ménilite du même gisement; leur axe vertical est perpendiculaire à ce plan.

La lutécite est beaucoup moins abondante dans le ludien. Elle constitue cependant avec de la quartzine, de la calcédonite et du quartz les nodules siliceux, à contours incertains que l'on trouve dans le gypse exploité dans la région parisienne et qui proviennent de la silicification imparfaite de celui-ci.

J'ai recueilli dans les marnes à ménilite de Sannois, un groupe de lentilles de gypse entièrement transformées en lutécite et identiques comme structure, aux pseudomorphoses du lutétien de Passy.

Les calcaires de Champigny dont il sera question à l'opale, renferment des calcédoines stratiformes, véritable onyx et sardonyx, à couches alternativement blanches, d'un gris noir ou blondes. On a pu au commencement du siècle, les utiliser comme camées. Le graveur sur pierre, Jeuffroy, a sculpté, notamment avec cette pierre, un camée ovale (représentant la princesse Charlotte de Bénévent), remarquable par ses grandes dimensions (5 cm. sur 4 cm.).

Berri. — *Indre.* Jusqu'à présent la *lutécite* n'est guère connue que dans les pseudomorphoses de gypse. Je l'ai néanmoins trouvée comme élément constitutif d'une sardoine stalactiforme d'un brun un peu rougeâtre, très translucide de Blizon en Rosnay qui, d'après la constitution géologique de cette région, doit provenir de l'oligocène (sidérolitique).

b) *Sous forme d'épigénies organiques.*

Les produits siliceux microcristallins ne se rencontrent pas seulement sous la forme décrite plus haut, ils épigénisent parfois des couches entières de sédiments calcaires. Il est aussi assez fréquent de constater dans les calcaires que la silicification s'est localisée, qu'elle s'est effectuée presque exclusivement aux dépens du test des fossiles (mollusques, brachiopodes, etc.) [bajocien (ciret) du Mont d'Or lyonnais][1]. La structure cristalline de la calcite et de l'aragonite constituant ceux-ci est probablement cause de cette élection de la silice. Cette silicification a un grand intérêt pour les paléontologistes, car elle permet, par l'action des acides, d'isoler les fossiles et d'obtenir ceux-ci avec l'apparence qu'ils ont à l'état vivant; c'est ainsi que les bras internes des brachiopodes peuvent être préparés avec la plus grande facilité [térébratules bajociennes de Saint-Sorlin (*Saône-et-Loire*, etc)].

Très fréquemment, les fossiles ainsi silicifiés n'ont pas une surface lisse; ils sont recouverts de petites lentilles composées de bourrelets plus ou moins régulièrement concentriques, séparés les uns des autres par des dépressions. A. Brongniart les a décrits sous le nom d'*orbicules siliceux* (*Ann. sc. nat.* XXIII. 161. 1831); il a montré leur véritable nature et fait leur historique : ils avaient été considérés au siècle précédent comme des organismes. La fig. 3 est la reproduction de la photographie de gryphées d'Alais et du Salève entièrement constituées par cette variété de calcédoine.

Cette calcédoine orbiculaire est identique à celle qui constitue des épigénies de blocs de calcaire du Devonshire et que l'on a appelée *beekite* (beckite de Dufrénoy).

Voici quelques gisements particulièrement remarquables par la netteté de leurs orbicules avec l'indication de la nature des fossiles épigénisés; les fibres siliceuses qui les constituent sont constituées par de la calcédonite ou par de la quartzine souvent associées :

1. Pour les bois fossiles, voir page 154.

Lias : Sauvages près Alais (*Gard*) (belemnites), Alais (gryphées); Castellane (*Basses-Alpes*); Mézières (*Ardennes*) (ammonites); près Aromanches (*Calvados*) (pinnes).

Jurassique moyen et supérieur : Puyseux (nérinées), environs de Sedan (*Ardennes*) (limes); Salève (*Haute-Savoie*) (gryphées); Potigny près Falaise (*Calvados*) (pectens); environs de Besançon (*Doubs*) (térébratules).

Crétacé (*cénomanien et turonien*) *:* Jonzac (micraster brevis), Fouras près la Rochelle, Saintes (huîtres), Ile d'Aix (*Charente-Inférieure*) (sphérulites et caprines, ces fossiles sont souvent transformés en quartz fibreux); Barbezieux (*Charente*), (calcédoine orbiculaire à l'extérieur et mamelonée à l'intérieur de sphœrulites); Brantôme, Nontron (*Dordogne*) (huîtres); Suze près le Mans (*Sarthe*); Cap de la Hève près le Havre (*Seine-Inférieure*) (pectens).



Fig. 3.
Gryphées des environs d'Alais (*Gard*) et du Salève (*Haute-Savoie*) transformés en orbicules calcédonieux. (*Photographie, grandeur naturelle.*)



Fig. 4.
Helix Ramondi des pépérites de Pont-du-Château (*Puy-de-Dôme*) transformé en calcédoine orbiculaire (calcédonite et quartz) et recouvert de lussatite. (*Photographie, grandeur naturelle.*) Les parties noires sont constituées par du bitume.

Oligocène. Pont du Château (*Puy-de-Dôme*) (hélix Ramondi). Ces fossiles, dont la fig. 4 réprésente un spécimen, ont été déjà signalés page 139; ils sont constitués par de la quartzine et de la calcédonite, recouvertes de lussatite.

Roches quartzeuses.

Je désigne, sous cette rubrique, une série d'accidents minéralogiques ou de véritables roches que le microscope montre essentiellement con-

stitués par des produits siliceux cryptocristallins. Ils se différencient de la calcédoine par l'absence de structure extérieure régulière, constante. Ces roches se distinguent bien par leur composition et leur origine, à la fois des roches quartzeuses clastiques (grès, étudiés page 102) et des roches siliceuses dont l'opale est l'élément essentiel. (Voir à *opale*).

1° *Silex.*

Le type du silex[1] doit être choisi dans les assises crétacées où il forme des rognons à forme bizarre, englobant souvent des fossiles microscopiques ou macroscopiques. Les silex se séparent bien de la craie qui les enveloppe[2]. Ils sont durs, rayent le verre, font feu au briquet (*silex pyromaque*, *pierre à fusil*) ; ils sont sonores. La cassure est conchoïdale et unie, parfois conique (fig. 77, page 104), les esquilles sont transparentes ou translucides sur les bords. La coloration des silex est variable, mais en général constante dans un gisement donné, jaune, blonde ou noire. Les rognons sont d'ordinaire recouverts d'une croûte blanche, constituée par de la craie, adhérente à leur masse.

Les silex ont été originellement constitués par de l'opale et formés par un mécanisme qui sera discuté plus loin. Actuellement, l'opale ne joue plus dans leur constitution qu'un rôle subordonné, par suite d'un travail moléculaire qui d'ordinaire n'est pas achevé ; dans la plupart des cas, elle s'est déshydratée et s'est transformée en produits cristallisés. La diminution de volume qui en est résultée a souvent déterminé la production de cavités que tapissent des cristaux de quartz ou des mamelons de calcédoine (voir page 142). L'examen microscopique fait voir que le degré de cristallinité des silex d'une même localité n'est pas constant. Les échantillons varient au point de vue des pro-

1. Les anciens auteurs donnaient le nom de *silex corné* à des roches siliceuses d'une toute autre origine et structure. Ce sont des roches de couleur variée, à cassure plate : elles sont essentiellement constituées par du quartz grenu ; elles forment la gangue de filons métalliques divers : Huelgoat (*Finistère*), Estressin (*Loire*), La Poype (*Vienne*) ou encore proviennent de l'épigénie de lits gypseux par du quartz, de la lutécite, etc. (voir page 146) : Saint-Cloud (bartonien), Montmartre (dans le gypse ludien).

2. Les silex des gaizes (voir à *opale*), n'ont cependant pas de contours nets et passent à la roche ambiante par des transitions insensibles (Voir note page 152)

portions relatives de l'opale et des produits cristallisés ; ceux-ci varient eux-mêmes en grosseur et en nature : ce sont des grains de quartz, des fibres ou des sphérolites de quartzine, de calcédonite, etc. Les débris organiques (spicules d'éponges, etc.), y sont parfois abondants et d'ordinaire silicifiés.

La proportion plus ou moins grande d'opale se trahit dans les échantillons exposés à l'air par la production d'une patine blanche, opaque, (silex taillés des stations préhistoriques) ; on a vu plus haut qu'elle est due à la dissolution de l'opale par les eaux atmosphériques. Quand celle-ci est suffisamment abondante, sa disparition transforme le silex en masses poreuses se coupant au couteau et s'émiettant sous les doigts. J'ai fait voir plus haut que cette substance (*passyite*) est constituée par tous les éléments cristallisés du silex mis en liberté. Il ne faut pas confondre du reste cette patine d'altération, à cassure lisse, avec les croûtes blanches, raboteuses, riches en calcite qui s'observent normalement au contact des rognons de silex et de la craie qui les renferme.

C'est à l'existence de l'opale qu'il faut attribuer la différence de dureté des silex au sortir de leur gisement ou longtemps après leur extraction. Quand les silex étaient employés comme *pierre à fusil*, on avait toujours soin de les tailler au sortir même de la carrière ; il semble même que les silex replacés dans l'humidité soient susceptibles de reprendre à la longue leur eau de carrière, leur opale fonctionnant comme hydrophane. On a cité, en effet (*B. S. M.* III. 110, 1880), des silex taillés, trouvés dans des fouilles d'un tumulus préhistorique à Kergourognon en Prat (*Côtes-du-Nord*), qui, au moment de l'ouverture de celui-ci, se brisaient sous la pression du doigt, alors qu'après quelques heures d'extraction, ils avaient repris leur dureté normale.

L'origine des silex a été longtemps discutée et l'est encore ; on les a considérés comme contemporains des couches qui les renferment ; les dragages de mers profondes ont montré qu'actuellement, nulle part dans les océans, ne se forment par sédimentation des roches de ce genre, aussi n'est-il pas probable qu'ils se soient produits dans le fond de la mer crétacée.

De nombreux arguments, au contraire, doivent faire considérer les silex comme de formation postérieure aux sédiments qui les renferment. Quelques auteurs cependant sont disposés à admettre une opinion intermédiaire entre ces deux hypothèses opposées.

Quoi qu'il en soit de l'âge de leur formation, il est évident que les silex résultent de la concentration dans des points favorables (souvent autour de débris organiques, mais pas toujours) de la silice soluble, régulièrement distribuée dans les sédiments sous forme de spicules d'éponges, de carapaces de radiolaires ou de diatomées ; ces restes organiques sont normalement constitués par de l'opale et c'est à cet état qu'on les trouve dans les couches dépourvues de silex, alors qu'au contraire, ils sont transformés en calcite secondaire dans les couches renfermant des silex.

Il est nécessaire qu'une craie soit originellement riche en spicules siliceux, pour qu'il s'y produise des silex, mais la réciproque n'est pas toujours vraie.

Les silex sont d'ordinaire disposés suivant les plans de la stratification, mais souvent aussi on les voit remplir des fentes obliques ou normales à la schistosité ; ils épigénisent fréquemment des fossiles (oursins, spongiaires, etc.).

La formation des silex ne s'est pas toujours faite en un seul temps. M. Cayeux (*Mém. Soc. géol. Nord.* IV. 362. 1897) a décrit des silex de la craie à *Inoceramus labiatus* de la vallée du Cher (Fortaveau) formés de deux parties, l'une centrale à composition normale, l'autre extérieure jaune, constituée par une épigénie progressive de la craie ambiante par des produits siliceux.

Les silex sont parfois brisés et ressoudés par des cristaux de quartz [Snefontaine près Beauvais (*Oise*), etc.]. A Meudon, près Paris, leurs fentes sont quelquefois tapissées de cristaux de célestite provenant d'infiltrations *per descensum*.

Il ne me paraît pas utile de donner ici des listes de gisements de silex crétacés, je renvoie pour cela aux cartes géologiques. Mais je rappellerai que dans plusieurs régions françaises et notamment sur la bordure méridionale et occidentale du bassin de Paris (environs de Chartres, Châteaudun), le Berri, le Mâconnais, etc., on trouve, à la base de l'éocène, une formation désignée sous le nom d'*argile à silex*, dans laquelle, au milieu d'une argile plus ou moins siliceuse, abondent des silex et des fossiles silicifiés non roulés du crétacé. Je citerai en terminant quelques-uns des centres de l'ancienne industrie des pierres à fusil : *Loir-et-Cher* (Meusnes, Couffi), *Indre* (Lye), *Yonne* (Cérilly), *Seine-et-Oise* (Laroche-Guyon), etc., sans parler des très nombreux ateliers préhistoriques : Solutré (*Saône-et-Loire*), Grand-Pressigny

(*Indre-et-Loire*), Chelles (*Seine-et-Marne*), La Madeleine (*Dordogne*), etc., situés au voisinage de gisements en place de silex.

Les silex ne sont pas spéciaux aux terrains crétacés, on en retrouve dans les assises tertiaires, notamment dans le bassin de Paris, mais ils sont généralement moins quartzifiés [1] et souvent entièrement constitués encore par de l'opale (voir à *opale*).

Inversement, dans les terrains plus anciens, la quartzification est d'ordinaire plus complète et souvent totale, comme cela a lieu dans les silex jurassiques [2] (*chailles* du callovien de la Meuse et de la Nièvre par exemple), ou encore dans les silex noirs (phtanites) du calcaire carbonifère. Les silex jurassiques (oxfordiens) du Jura et notamment ceux de l'Abbaye de La Charité près Besançon (*Doubs*), renferment parfois à leur centre du soufre pulvérulent (altération de pyrites).

2° *Meulières.*

On donne dans le bassin de Paris le nom de *meulières* (quartz-meulière), à des roches exclusivement siliceuses, servant comme pierres de construction et utilisées à la fabrication des meules. Ce sont des roches caverneuses, criblées de cavités irrégulières, déchiquetées, comme carriées, séparées les unes des autres par des parois épaisses ou par des membranes extrêmement minces. Ces cavités, parfois tapissées de cristaux de quartz ou de mamelons de calcédoine, sont souvent en partie remplies par de l'argile.

Les meulières se trouvent à deux niveaux distincts de l'oligocène, dans le *sannoisien* (calcaire de Brie) : La Ferté-sous-Jouarre (fabriques de meules), Plateau de Brie, Champigny, Lagny, Melun (*Seine-et-Marne*) et dans l'*aquitanien* : (meulière de Montmorency, du niveau des calcaires de Beauce, Montmorency, Longjumeau (*Seine-et-Oise*), Meudon (*Seine*), etc.

1. Dans quelques gisements, cependant, la cristallinité de ces silex tertiaires est très grande : tel est le cas des plaquettes siliceuses de l'oligocène des environs d'Aurillac (*Cantal*) dont la surface est garnie de moules de *potamides*, entièrement transformés en calcédoine (calcédonite) blanche ou jaune, translucide.

2. Ces silex n'ont souvent pas un contact distinct avec le calcaire : ils sont fréquemment très calcaires, consistant en une sorte d'imprégnation siliceuse locale de la roche : ce type de silex qui existe aussi parfois dans la craie est ce que les géologues anglais appellent des *cherts*.

Les meulières résultent de la décalcification de calcaires siliceux lacustres ; elles s'observent uniquement là où ceux-ci, constituant des plateaux, ne sont pas protégés par des sédiments plus récents contre les actions atmosphériques. Elles forment des lits discontinus ou des rognons englobés dans une argile ferrugineuse. On trouve tous les intermédiaires entre la meulière parfaite et le calcaire siliceux. Quelques échantillons de ces meulières se présentent sous la forme de délicates membranes siliceuses offrant l'aspect de champignons (fig. 1).

Au Pré-Saint-Gervais (*Seine*) des meulières forment des tubes fistuleux, souvent ramifiés, hérissés d'aspérités et ressemblant extérieurement à certaines fulgurites.

L'examen microscopique fait voir que les meulières sont, en général, holocristallines et constituées par des grains de quartz, des fibres de calcédonite ou de quartzine, l'un ou l'autre de ces minéraux prédominant suivant les échantillons.

La meulière représentée par la fig. 1 possède en outre la particularité d'avoir ses cavités tapissées de cristaux microscopiques de quartz qui sont criblés de grains ou de cristaux de calcite : parfois ils sont assez nombreux pour offrir, au point de vue de la structure, l'inverse des cristaux pœcilitiques de calcite de Fontainebleau. L'analogie n'existe qu'au point de vue de la structure, car ici, les deux minéraux sont de cristallisation simultanée.



Fig. 1.
Meulière très légère isolée de l'argile qui la renfermait. La Ferté-sous-Jouarre. (*Photographie grandeur naturelle.*)

3° *Jaspes.*

Le nom de *jaspe* est donné à des roches siliceuses, compactes, douées d'une opacité complète, même en esquilles minces. Leur cassure est terne. Les jaspes sont constitués par le mélange de produits quartzeux (quartz, calcédonite, quartzine) à des oxydes de fer ou à des argiles qui le colorent d'une façon variée : en vert, jaune, brun, rouge (*jaspe sanguin*), noir (*lydienne*, *pierre de touche*), etc. Les colorations sont

uniformes (*jaspe uni*), ou disposées suivant des lits parallèles de teinte différente (*jaspe rubané*, *jaspe onyx*) ; certains jaspes sont panachés de couleurs variées, distribuées sans ordre (*jaspe fleuri*) ; d'autres sont mélangés à de l'agate (*jaspe agaté*).

Susceptibles d'un beau poli, les jaspes sont, comme les agates, employés pour la bijouterie et surtout pour l'ornementation quand ils se présentent en grandes masses.

Ils se trouvent dans les mêmes conditions que la calcédoine, soit dans les formations sédimentaires, soit sous forme de filons de concrétion dans lesquels ils sont souvent associés à du quartz cristallisé. Ils présentent fréquemment une structure bréchiforme (jaspe rouge de Saint-Gervais (*Haute-Savoie*), caillou de Rennes [1] (*Ille-et-Vilaine*), etc .

Beaucoup d'auteurs ont improprement désigné sous le nom de *jaspe* des variétés opaques d'opales, colorées en jaune et en rouge et se trouvant dans certains gisements métallifères ; tel est le cas des soi-disant jaspes manganésifères, associés à la psilomélane de la Dordogne (Nontron, etc.) et de la Charente. Dans tous les échantillons que j'ai examinés, il n'y existe qu'une proportion infime de produits siliceux cristallisés ; la plus grande partie de la roche est constituée par de l'opale. Ces roches ont du reste la cassure brillante et conchoïdale de l'opale et non la cassure terne du véritable jaspe ; ils sont en outre beaucoup moins durs. Il en est de même des soi-disant jaspes rouges de la Martinique.

Très différentes aussi des jaspes, sont les *thermantides* désignées par quelques géologues sous le nom de *jaspe porcelanique*. Elles possèdent une cassure conchoïde, à éclat parfois vitreux, et ont souvent une structure rubanée de couleurs vives (rouges, jaunes, noires) ; elles résultent de la cuisson et de la fusion partielle des roches argiloquartzeuses des formations houillères, sous l'influence des incendies souterrains (Commentry (*Allier*), Cransac (*Aveyron*), etc.) : elles ne présentent pas de produits cristallins néogènes. (Voir tome I *cordiérite*.)

Jaspes xyloïdes. Les anciens minéralogistes appelaient quartz

1. Le caillou de Rennes se rencontre en *blocs*, notamment dans les prairies de la Souche (Pavot. *B. S. M.* XXIII. 150. 1900). C'est un jaspe bréchiforme constitué par des fragments anguleux ou ovoïdes jaunes, reliés par un ciment rouge : dans d'autres échantillons les fragments sont rouges avec un ciment de même couleur mais plus foncé. C'est une jolie pierre d'ornementation, employée au XVIIIe siècle pour faire de petits objets (tabatières, cachets, etc.)

xyloïde les épigénies de bois en produits siliceux. Celles-ci se rencontrent dans les sédiments d'âge les plus variés. Elles sont constituées parfois par de l'opale, mais le plus grand nombre d'entre elles et particulièrement celles des terrains anciens, sont formées par du quartz, des fibres de calcédonite, de quartzine, seuls ou associés. Leur structure minéralogique n'offre pas en général d'intérêt spécial.

Le très grand intérêt de ces bois silicifiés réside dans la conservation parfaite des plus délicats détails de leur structure histologique originelle, qui peut être étudiée aussi facilement que dans les végétaux vivants. La silicification n'a pas seulement conservé les tiges ; on trouve aussi des graines, des fruits, des inflorescences, etc., silicifiés et souvent englobés au milieu de rognons quartzeux.

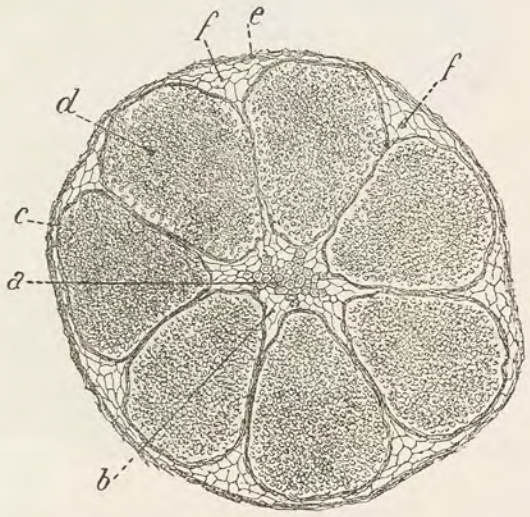


Fig. 1.
Lame mince d'une fructification silicifiée de fougère (*Ptychocarpus unita*) du houiller de Saint-Etienne (*Loire*). (*a*) axe vasculaire du pédicelle entouré par une gaine cellulaire (*b*), *d* spores remplissant un des 7 sporanges, (*f*) tissu cellulaire intercalaire, (*e*) enveloppe externe. (*Lumière naturelle : grossissement de 10 diamètres.*) [1]

Les travaux d'Adolphe Brongniard et ceux de M. Renault ont rendu célèbres à cet égard beaucoup de gisements français. Bien plus, M. Renault a montré récemment l'abondance, au milieu de ces produits silicifiés, de bacilles et de microcoques qui ont été interrompus dans leur travail de destruction de la matière organique et fixés par la silicification.

Les bois fossiles renferment souvent des produits ferrugineux qui leur donnent de vives couleurs. Ils constituent alors de très belles matières d'ornementation. Ils sont parfois creux et tapissés de cristaux de quartz ou remplis par de la calcédoine (fig. 3).

1. Les fig. 1 à 3 m'ont été communiquées par M. Renault qui a antérieurement décrit les échantillons qu'elles représentent (*Et. gites minér. France.* Bassin houiller d'Autun et d'Épinac, IV, 1886).

Les localités de la France où se rencontrent des gisements de végétaux silicifiés sont assez nombreuses autour du Plateau Central ; les plus remarquables appartiennent aux terrains carbonifère (culm et houiller) et permien.

En s'éloignant du Plateau Central et des régions d'âge contemporain, on rencontre d'autres gisements remontant à des époques plus récentes et contenant des plantes qui se rapprochent de plus et plus par leurs caractères botaniques de celles qui vivent actuellement.



Fig. 2.
Tronc silicifié de *Sigillaria xylina*. B. R. du permien du Champ de Borgis, près Autun (*Saône-et-Loire.*) (*Photographie, grandeur naturelle.*)

Voici quelques-uns des plus importants gisements français, choisis parmi ceux d'âge varié.

a) Dans les assises paléozoïques.

Plateau Central. — *Loire.* Aux environs de Régny, se trouve un banc siliceux, épais de 30 à 40 centimètres, rencontré à Neaux, la Charbonnière, Charpenet, Combres, etc., sur une longueur de 7 km. Il est riche en lépidodendron, etc.

Près de Rive-de-Gier (la Péronière, la Faverge, Combe Rigol), on rencontre dans un poudingue d'une très grande dureté, des rognons siliceux, souvent roulés, contenant des racines, tiges, rameaux, feuilles,

fleurs et fruits de cordaïtes, des Sphenophyllum, des Pecopteris, des graines extrêmement variées et admirablement conservées.

Saône-et-Loire. Les gisements suivants des environs d'Autun sont bien connus grâce aux nombreux travaux de M. B. Renault.

a) culm. Le quartz forme des rognons non roulés, riches en Lépidodendrons, etc., dans un tuf trachytique (orthophyre); ces bois sont remplis de bacilles et de microcoques.

b) autunien. Des fragments de bois de cordaïtes sont très abondants.

c) Grande couche de schistes, la plus généralement exploitée, riche en cordaïtes et Psaronius.

d) La quatrième couche voisine du banc de boghead est la plus riche en végétaux fossiles (Sigillaires, Annularia, Arthropitus, Sphenophyllum, etc).



Fig. 3.
Tronc silicifié d'*Arthropitus bistriata Goep.* du permien du Champ des Espargeolles, près Autun (*S.-et-L.*), avec cavité centrale remplie en partie par du quartz grenu et en partie par de l'onyx (quartzine et calcédonite). (*Photographie : grossissement de 1,5 diamètre.*)

Les blocs de quartz fossilifères sont communs dans les environs de Montcenis, Charmoy; ils contiennent surtout des bois de cordaïtes.

Allier. Dans les environs de Commentry, on observe des fragments appartenant au culm et au terrain houiller; à Noyant, l'Étang des Messarges, Saint-Hilaire, etc., se trouvent des Arthropitus, des Medullosa, des Psaronius (autunien).

b) Dans les assises secondaires.

Trias.

Madagascar. — Les grès triasiques d'Ambalarano, sur la rive gauche du Manambaho (Ambongo) renferment des troncs d'arbres silicifiés qui, d'après M. Gautier, atteignent 20 mètres de longueur sur 1m. 50 de diamètre ils sont par suite comparables pour leurs dimensions aux célèbres bois fossiles de l'Arizona.

Crétacé.

Maine. — *Sarthe.* Des troncs d'arbres silicifiés de cycadées et de fougères se trouvent dans le cénomanien des environs du Mans.

Cévennes. — *Gard.* Il existe des bois silicifiés dans les couches sableuses du cénomanien et notamment à Amilhac en Fontarèche, à la Galerie du Bosquet (mines de lignite de Gaujac), à Rouziganet et Saint-Victor-des-Oules, à Roquevière en Saint-Laurent-le-Vernède.

Alpes. — *Vaucluse.* Des bois silicifiés se rencontrent dans les sables micacés de l'albien du Mont Ventoux et notamment à Bedouin.

c) Dans les assises tertiaires.

Eocène et oligocène.

Bassin de Paris. — *Seine-et-Oise, Aisne.* Les terrains éocènes et oligocènes sont également fort riches en bois silicifiés de plantes dicotylédones et monocotylédones (Palmiers, Dracœna, etc.). On peut citer dans les sables du Soissonnais, Vailly-sur-Aisne (*Aisne*) et aux environs de Paris, les localités de Buc, Longjumeau (*Seine-et-Oise*) qui contiennent de nombreux débris de conifères, de nymphéacées, d'ombellifères, etc. (calcaire de Brie).

Miocène.

Sologne. — *Loiret.* Dans les sables de la Sologne (burdigalien) de Fleury-aux-Choux et d'Ingré.

Pliocène.

Cévennes. — *Gard.* Saint-Laurent-des-Arbres doit son nom aux très nombreux troncs d'arbres silicifiés que l'on y rencontre dans les sables astiens, au ravin des Cosses, et près la ferme de Blazet et des Beaumes.

Plateau Central. — *Cantal.* De nombreux gisements sont à signaler dans la brèche andésitique : La Bastide dans la haute vallée de Fontanges, vallée du Falgoux, le Pas de la Mogudo près Vic-sur-Cère. La quartzification est souvent très incomplète ou nulle dans le bois fossile de ces gisements.

d) Dans des sédiments d'âge incertain.

Je n'ai pu recueillir de renseignements précis sur l'âge des riches gisements suivants.

Algérie et Tunisie. — Les bois silicifiés abondent à la surface du sol sur les hauts plateaux de l'Algérie et de la Tunisie, surtout entre Tebessa (*Constantine*) et la frontière tunisienne : ils appartiennent soit à l'étage de grès à dragées (néocomien, d'après Pomel), soit au pliocène (M. Blayac).

Antilles. — *Martinique. Guadeloupe.* Les bois silicifiés de la Savane des Salines (*Martinique*) et ceux de la *Guadeloupe* sont célèbres ; ils sont le plus souvent constitués par de l'opale, mais on y trouve aussi des échantillons quartzifiés (quartz et calcédonite) ; ils sont accompagnés d'opale jaspeuse rouge et de calcédoine[1].

PSEUDOCALCÉDONITE

J'ai donné le nom de pseudocalcédonite (*C. R.* CXXX. 430. 1900), à une substance fibreuse, sphérolitique, ayant la composition du quartz

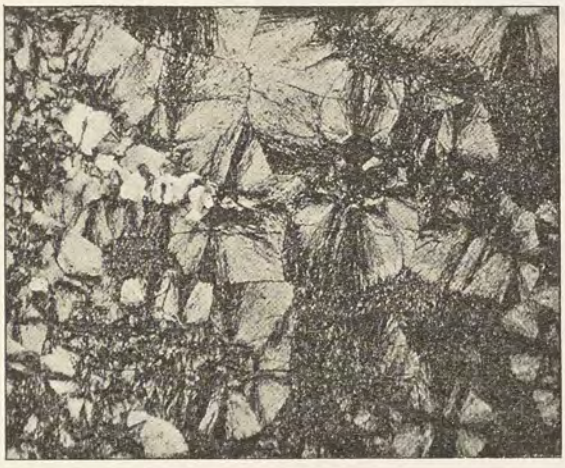


Fig. 1.
Pseudocalcédonite du Val-de-Grâce (Paris). (*Photographie lumière polarisée parallèle : grossissement de 80 diamètres.*)

mais se différenciant essentiellement de ce minéral et des minéraux fibreux de sa famille, par le signe *négatif* de sa bissectrice, qui est parallèle à l'allongement de ses fibres. Celles-ci ont donc un allongement

1. Les alluvions d'un grand nombre de régions renferment du bois silicifié arraché à des formations plus anciennes, environs de Moulins (*Allier*) (bois tertiaires).

négatif comme celles de la calcédonite, mais leur biréfringence est constante sur toute l'étendue d'une fibre et leurs sections transversales permettent de voir en lumière convergente les hyperboles très rapprochées autour de la bissectrice (n_p). L'extinction des fibres est longitudinale.

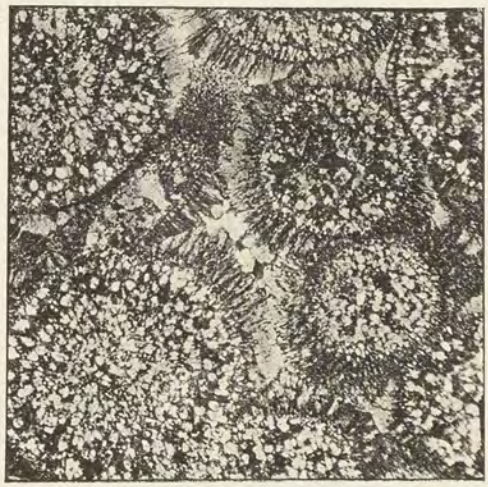


Fig. 2.
Oolites calcaires de la Selle-Bruère près Saint-Amand (*Cher*) transformées en quartz grenu et en pseudocalcédonite. (*Photographie, lumière polarisée parallèle : grossissement de 80 diamètres.*)

La biréfringence est égale à la moitié de celle de la quartzine, $n_g - n_p = 0{,}0045$ environ ; elle permet facilement à elle seule de distinguer la pseudocalcédonite, quand elle est associée aux divers types fibreux de la famille du quartz.

La pseudocalcédonite, dont la position par rapport au quartz peut être comparée à celle de la cristobalite vis-à-vis de la tridymite, constitue des calcédoines par son mélange avec de l'opale ; la densité de la plus pure de ces calcédoines (Paris, Val-de-Grâce) a été trouvée de 2,5 environ.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

J'ai trouvé la pseudocalcédonite dans toutes les catégories de gisement de calcédoine étudiées plus haut. Voici ceux où il est surtout facile de l'étudier.

Formations sédimentaires. Lutétien de Paris (Val-de-Grâce) ; elle y constitue des sphérolites (fig. 1) homogènes, groupés çà et là autour de rosettes de cristaux de quartz [1]. Jurassique de Port Bergé (*Madagascar*). La figure 2 est la reproduction de la photographie

1. La collection du Muséum possède un rognon de calcédoine presque entièrement constitué par de la pseudocalcédonite, associée à de la quartzine et à du quartz et renfermant une pseudomorphose siliceuse de gypse ; il est indiqué comme provenant des environs d'Angers.

d'une oolite (bathonienne) silicifiée de la Selle Bruyère près Saint-Amand (*Cher*). Le milieu des oolites est transformé en quartz grenu qu'entoure une zone fibreuse de pseudocalcédonite.

Dans les opales jaunes accompagnant les minerais de manganèse de Nontron (*Dordogne*); dans une roche sédimentaire de Villars, près Chantrezac (*Charente*), etc.

Filons métallifères. Châtelaudren (*Côtes-du-Nord*), la Poype (*Isère*), concrétions, avec zones alternatives de pseudocalcédonite, et de calcédonite sans enroulement, etc.

Roches éruptives. Amygdaloïdes des basaltes.

GROUPE DE LA TRIDYMITE

TRIDYMITE

SiO^2.

Pseudohexagonale. Orthorhombique : $mm = 120°$ environ.

$b : h = 1000 : 826{,}555$. $D = 866{,}008$. $d = 500{,}032$.

$[a : b : c = 0{,}5774 : 1 : 0{,}9544$ (Mallard)].

Macles. Il existe d'une façon constante dans la tridymite des macles complexes suivant m (110) du type de l'aragonite, visibles seulement à l'aide des propriétés optiques (voir plus loin) et conduisant à la symétrie extérieure pseudo-hexagonale.

On trouve en outre très fréquemment des macles macroscopiques : 1° macle suivant e^3 (013), 2° macle suivant $e^{2/3}$ (032).

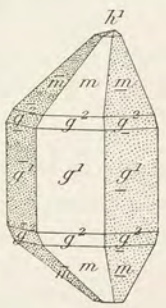


Fig. 1.
Macle suivant e^3 (013) constituée par trois cristaux.

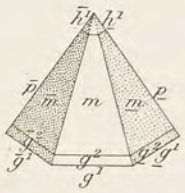


Fig. 2.
Projection sur h^1 (100) de la macle représentée par la fig. 1.

Ces macles ont lieu soit par accolement (fig. 1) soit par entrecroisement (fig. 4); elles donnent dans le dernier cas des assemblages ayant la forme de feuillets

d'un livre entr'ouvert et sont souvent associées dans le même échantillon et plusieurs fois répétées. C'est la fréquence des macles à trois individus qui a fait donner au minéral le nom de tridymite ; les figures 1, 2, 4 et 7 sont empruntées au mémoire de vom Rath [1] qui a décrit en grand détail ce minéral et ses groupements complexes (*Monatsb. Akad. Wissensch. Berlin*, 1874) ; les notations ont été seulement changées en conformité avec la forme primitive adoptée ici.

La fig. 1 est une macle de trois cristaux par accolement suivant e^3 (013). La fig. 2 en donne la projection suivant h^1 (100), alors que la fig. 7 est la projection d'une macle identique, formée de deux individus seulement. Des macles analogues se voient dans la photographie reproduite par la figure 6.

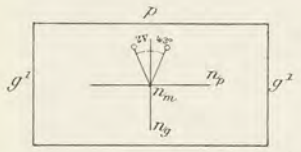


Fig. 3.
Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100).

Quant à la figure 4, elle représente un groupement des deux types de macles, celles-ci sont produites par entrecroisement. Une grande lame presque parallèle au plan du papier supporte deux autres individus avec lesquels elle est maclée : macle suivant e^3 (013) avec le cristal de gauche et suivant $e^{2/3}$ (032) avec celui de droite.

Formes observées : p (001) ; m (110), g^1 (010), g^2 (130) ; $e^{1/2}$ (021) ; $b^{1/2}$ (111).

	Angles calculés.		Angles calculés.	
$m\,m$	120°	$p\,e^{1/2}$	117°39′	
$m\,g^1$	150°	$p\,b^{1/2}$	117°39′	
$m\,g^2$	169°6′30″	$p\,\bar{p}$	35°18′	(macle suivant e^3)
$p\,e^3$	162°21′	$p\,\bar{p}$	69°52′	(macle suivant $e^{4/3}$)
$p\,e^{2/3}$	124°56′			

Faciès. Dans la nature, la tridymite se trouve exclusivement sous forme de lames extrêmement minces, formées elles-mêmes par des lames plus petites imbriquées les unes sur les autres (fig. 5). Elles

1. Vom Rath a décrit la tridymite comme hexagonale avec $c = 1{,}65304$. Dans cette hypothèse, m (110) et g^1 (010) $= m$ (10$\bar{1}$0) ; g^2 (130) $=$ (45$\bar{9}$0) ; e^3 (013) $= b^6$ (10$\bar{1}$6) ; $e^{1/2}$ (021) et $b^{1/2}$ (111) $= b^1$ (10$\bar{1}$1) ; $e^{2/3}$ (034) $= b^{4/3}$ (30$\bar{3}$4).

La pseudocubicité de la tridymite est mise en évidence par la fréquence des groupements de 70°36′ (macle double suivant e^3), alors que l'angle des faces de l'octaèdre régulier est de 70°32′).

présentent le plus souvent les deux macles indiquées plus haut ; les individus qui les constituent sont parfois très nombreux et enchevêtrés d'une façon plus ou moins confuse, donnant ainsi naissance à des boules cristallines irrégulières ou à des rosettes.

Clivages. Clivages suivant m (110) à peine distincts ; plans de lamellisation suivant p (001).

Dureté. 7.

Densité. 2,28 à 2,33.

Coloration et éclat. Incolore, blanche, et quelquefois rosée (roc de Cuzeau). Éclat vitreux, nacré sur p (001). Transparente.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë positive, n_g, perpendiculaire à p (001) (fig. 3).

N = 1,4775 2 E = 66°. Le Capucin (Mallard), 2 V = 43°

$$n_g - n = 0{,}00185.$$

Ces propriétés optiques établies par Mallard (*B. S. M.* XIII. 168. 1890) sont parfois d'une étude difcile, à cause de la complexité des groupements, compliqués par des empilements de lames et par la très faible biréfringence du minéral ; aussi, la trace du plan des axes optiques qui, dans une lame normale, est perpendiculaire à l'arête d'intersection des macles macroscopiques (axe a) est-elle parfois à 60° de cette direction dans un sens ou dans l'autre, ou dans une position intermédiaire entre ces extrêmes.

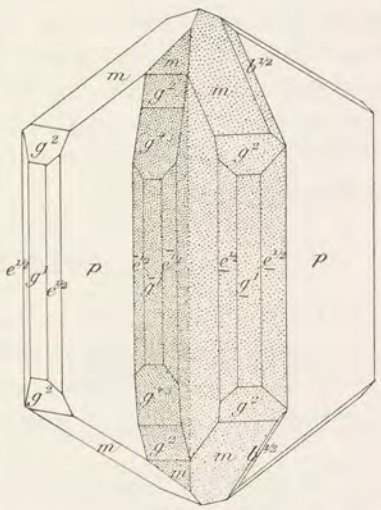


Fig. 4.
Lame de tridymite, maclée suivant $e^{2/3}$ (032) avec la lamelle pointillée à droite, et suivant e^3 (013) avec la lamelle pointillée à gauche.

Chauffée à 130°, la tridymite devient hexagonale (uniaxe) ; ce changement d'état est réversible.

Les propriétés optiques de la tridymite ont été étudiées en premier lieu par Max Schuster et von Lasaulx, qui considéraient le minéral comme triclinique.

L'identité entre la tridymite et *l'asmanite*, décrite par Maskelyne dans les météorites de Breitenbach et de Rittersgrün, paraît complète.

Maskelyne a bien indiqué que la bissectrice obtuse est négative et perpendiculaire à un clivage p, mais dans les échantillons d'asmanite de la météorite de Breitenbach que j'ai eu récemment l'occasion d'étudier, j'ai constaté que de petites lames de clivage sont perpendiculaires à n_g et qu'elles présentent les mêmes macles microscopiques que la tridymite, mais avec plus de régularité. Ces cristaux sont tout à fait identiques à ceux des briques réfractaires qui sont décrits plus loin.

Composition chimique. Comme le quartz.

Propriétés pyrognostiques. Soluble dans une solution de carbonate de sodium bouillante ; à part cela, comme le quartz.

Altérations. La tridymite se rencontre paramorphisée en quartz : celui-ci est souvent orienté de telle sorte que ses faces p $(10\bar{1}1)$ ou $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$ sont parallèles à la face p (001) de la tridymite.

Diagnostic. — La tridymite peut être confondue avec la cristobalite qui l'accompagne parfois et possède la même composition ; ce minéral se présente sous forme d'octaèdres réguliers de même couleur paraissant au premier abord formés par de petites lames de tridymite, il est en réalité pseudocubique ; ses pseudooctaèdres réguliers sont formés par la réunion de trois pyramides quadratiques ayant respectivement pour base les trois faces du cube ; chaque pyramide est uniaxe et négative ; à 175° C., la cristobalite subit un changement d'état réversible qui la rend cubique (Mallard).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La tridymite est formée exclusivement à haute température ; elle ne se rencontre que dans les conditions suivantes :

1° Dans les roches volcaniques et dans leurs enclaves ;

2° Dans les produits d'usine.

1° *Dans les roches volcaniques et dans leurs enclaves.*

La tridymite n'est guère connue que dans les roches volcaniques tertiaires ou postertiaires, ce qui s'explique aisément par la facilité avec laquelle elle s'altère et se transforme en quartz. Elle se rencontre dans la plupart des roches volcaniques acides françaises, ou dans leurs enclaves, mais on ne la trouve en cristaux macroscopiques que dans les quelques andésites et les trachytes qui seuls vont nous occuper ici.

Plateau central. — *Cantal*. La tridymite est abondante dans les fissures et les pores des trachytes, des andésites à biotite et à hornblende du Cantal, dans les cavités de corrosion de leurs enclaves quartzeuses, elle s'y rencontre rarement en gros cristaux ; je citerai cependant les carrières d'andésite des environs de Murat, sur la route d'Empalat, non loin du gisement de chabasie, et surtout les enclaves de gneiss, de granulites et de sanidinites des trachytes de Menet ; j'y ai trouvé de très jolies rosettes de tridymite souvent colorées en bleuâtre et associées à de petits cristaux de zircon, d'œgyrine, de sphène, de sanidine. Elle y est surtout abondante au voisinage des grains de quartz en partie résorbés.

Haute-Loire. La tridymite se rencontre dans les mêmes conditions dans les trachytes de la Haute-Loire ; je ne connais aucun gisement méritant une notion spéciale à cet égard.

La localité d'Alleret est citée dans les traités de minéralogie sur l'autorité de von Lasaulx comme fournissant des cristaux de tridymite engagés dans un trachyte ; il y a là une erreur de gisement, Alleret (en Saint-Privas Le Dragon) ne renferme pas de trachytes, mais un basalte qui ne contient pas de tridymite.

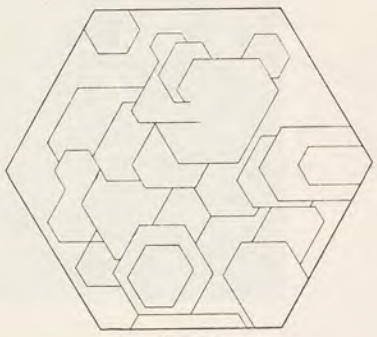


Fig. 5.
Lame de tridymite du Capucin.

Puy-de-Dôme. Les principaux gisements de tridymite du Plateau Central se trouvent dans la vallée du Mont-Dore. Ce minéral se rencontre dans les pores ou dans les fentes de tous les trachytes et andésites de cette région, mais il abonde surtout dans les cavités des enclaves de tout genre qui se trouvent dans ces roches, qu'elles soient du reste constituées par des roches volcaniques plus anciennes (voir à *hornblende*, *hypersthène*, *orthose*) ou au contraire par des blocs de granite ou de gneiss. Mais c'est surtout dans les cavités de résorption de ces dernières enclaves énallogènes que la tridymite est abondante et qu'elle se présente en lamelles de grandes dimensions, pouvant atteindre 5 mm. de diamètre.

Le trachyte du Capucin est à signaler d'une façon toute particulière à cet égard ; les gneiss à cordiérite enclavés ont subi des transformations

intenses que j'ai décrites en détail (*Les enclaves des roches volcaniques.* 1893) : elles consistent essentiellement dans la dissolution des lits quartzeux feldspathiques, alors que les lits riches en cordiérite, andalousite, grenat, ont persisté, maintenant la forme générale de l'enclave. Aux dépens des éléments résorbés, se sont formés des minéraux néogènes dont le volume est en général moindre que celui de la roche primitive ; il en résulte des cavités imparfaitement remplies par des agrégats miarolitiques de sanidine, de tridymite, d'hypersthène, d'hématite, de magnétite, etc., se présentant souvent en beaux cristaux



Fig. 6.
Lame mince d'une brique quartzeuse d'une verrerie, transformée en tridymite.
(*Photographie, lumière polarisée parallèle : grossissement de 80 diamètres.*)

quand les cavités sont de grande dimension. On voit ces minéraux enchevêtrés ou implantés sur les cadavres des éléments anciens.

La formation de tous ces minéraux néogènes est contemporaine : on voit nettement les rosettes de tridymite implantées sur les aiguilles d'hypersthène ou leur servant de support; il est possible d'isoler de ces géodes de belles lames hexagonales avec les deux macles caractéristiques de cette espèce minérale.

J'ai recueilli assez souvent dans le trachyte du Capucin des fragments de quartz de pegmatite très fendillés et imprégnés de tridymite en belles lames, c'est là un cas de véritable paramorphisme.

La tridymite se trouve plus rarement au Capucin sous forme de lames à disposition palmée assez singulière.

Dans les enclaves des roches volcaniques, la tridymite ne se trouve qu'exceptionnellement en cristaux dépassant 1 mm. ; il y a lieu de citer cependant des échantillons curieux provenant du roc de Cuzeau et que je dois à M. Gonnard. De petits groupes de tridymite sont extrêmement abondants dans les vacuoles d'un trachyte rouge ; ils possèdent eux-mêmes cette coloration. Il est difficile d'y distinguer la forme caractéristique du minéral, car ils sont globuleux, comme arrondis et souvent présentent quelque analogie de forme avec la cristobalite.

J'ai recueilli d'assez jolis cristaux de tridymite et de sanidine dans les lithophyses des rhyolites du ravin de Lusclade.

La tridymite, en lames généralement très petites, abonde dans les pores de la domite de la chaîne des Puys (Puy-de-Dôme, Sarcouy, Chopine, etc.) ; elle forme parfois une poussière blanche cristalline à la surface de l'hématite spéculaire du sommet du Puy-de-Dôme.

Enfin j'ai trouvé des lames de tridymite semblables à celles du Capucin dans les enclaves granitiques des trachytes de Fontenille.

Algérie. — *Oran*. L'andésite à hornblende de Lourmel renferme en abondance des lames de tridymite associées à de l'opale, elles se rencontrent dans la plupart des andésites de cette région. M. Gentil qui a découvert ce gisement (*B. S. M.* XIX. 25. 1896) a cité le même minéral dans les cavités d'une roche volcanique trouvée dans les ruines romaines de Vesoul-Benian (*Alger*).

2° *Dans les produits d'usine.*

La tridymite en fibres distinctes ou en masses concrétionnées, à structure zonaire et fibreuse, se trouve quelquefois en nids dans les fontes très siliceuses.

Elle résulte aussi parfois de la transformation du quartz de briques siliceuses demeurées longtemps dans les fours à recuire l'acier (forges du Saut du Tarn, etc.).

J'ai trouvé de même à la verrerie Appert, à Clichy, des briques enveloppant des creusets servant à la fusion du verre, entièrement transformées en tridymite.

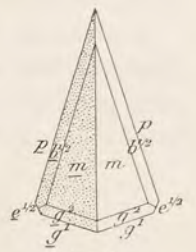


Fig. 7.
Projection sur $h^1(100)$ d'une macle binaire [suivant e^3 (013)] de tridymite.

La tridymite de ces briques ne se présente pas sous la forme de lamelles, mais sous celle de cristaux assez épais, offrant

du reste les mêmes macles macroscopiques que la tridymite naturelle. La fig. 6 est la reproduction d'une photographie d'une lame mince taillée dans l'une de ces briques. Grâce à l'existence d'un peu de verre, la forme des cristaux de tridymite est fort nette. On y voit plusieurs sections de macles suivant e^3 (013) en forme de cœur, coupées parallèlement à h^1 (100) c'est-à-dire dans la direction de la fig. 7. Çà et là, on trouve aussi des macles microscopiques identiques à celles de la tridymite naturelle, mais moins enchevêtrées. L'analogie d'aspect entre cette tridymite artificielle et l'asmanite des météorites sissydères est frappante.

J'ai observé (*Les enclaves des roches volcaniques*) cette même forme de tridymite dans des enclaves de quartz enveloppées par des roches trachytiques des îles Lipari.

LUSSATITE

Mallard a donné le nom de lussatite (*B. S. M.* XIII. 63. 1890) à une substance fibreuse, recouvrant la calcédoine et le quartz de quelques gisements. Ses fibres sont *positives*, avec extinction longitudinale. Sa biréfringence est extrêmement faible et ne m'a permis aucune constatation décisive en lumière convergente : l'indice moyen est voisin de celui de l'opale. La densité est de 2,04.

Ces fibres sont noyées dans de l'opale, facilement visible au microscope.

Chauffé, le minéral se comporte comme la calcédoine ; il perd de 7 à 8,3 % d'eau sans que sa biréfringence diminue. Il y a des probabilités pour qu'il constitue une variété de silice anhydre.

A cause de sa densité, de sa réfringence et sa biréfringence faible, il me semble nécessaire de rapprocher la lussatite de la tridymite ; mais par son mode de gisement, elle se rapproche du quartz et de la calcédoine qu'elle accompagne d'une façon constante.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* La lussatite se rencontre exclusivement en Auvergne dans les pépérites, à Pont-du-Château, Lussat, au Puy de la Poix, près Clermont, etc. (voir page 148). Elle

forme une croûte extérieure mince à la surface de cristaux de quartz, de gouttes de calcédoine, auxquels elle donne une teinte laiteuse et bleuâtre très caractéristique. L'*hélix Ramondi* pseudomorphisé en calcédoine, de la mine de Roys, représenté par la figure 4, page 148 est recouvert d'un semblable enduit de lussatite.

BROOKITE

TiO^2

Orthorhombique : $m\ m = 99°50'$ (Kokscharoff)[1].

$b : h = 1000 : 361{,}279$. D $= 765{,}109$. $d = 643{,}901$.
$[a : b : c = 0{,}8416 : 1 : 0{,}4772]$.

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100), h^3 (210), g^1 (010) ; a^2 (102), a^1 (101) ; $e^{3/8}$ (083), $e^{1/4}$ (041) ; $b^{1/2}$ (111) ; $o = (b^1\ b^{1/5}\ h^{1/3})$ (322), $a_5 = (b^1\ b^{1/5}\ h^1)$ (321), $e_3 = (b^1\ b^{1/3}\ g^1)$ (121), $\delta = e_{9/4} = (b^{1/4}\ b^{1/9}\ g^{1/4})$ (5.13.8), $e_2 = (b^1\ b^{1/2}\ g^1)$ (132).

Les mesures suivantes ont été prises par Marignac sur les cristaux de la Tête noire, et par moi-même sur les cristaux de Saint-Christophe-en-Oisans (Lx) et sur ceux de la Meije (Lx′).

1. Les paramètres sont ceux adoptés par Des Cloizeaux (*op. cit.* II. 203) d'après les mesures de Kokscharoff, mais la hauteur est moitié moindre de celle qui a été adoptée par ce dernier savant et après lui par M. Dana. Par suite,

notre	a^1	(101)	= a^2 (102) (Kokscharoff)			
	a^2	(102)	= a^4 (104)	e_2	(132)	= (134) (Koksch.) = ε (Dx)
	$e^{1/2}$	(021)	= e^1 (011)	e_3	(121)	= (122) = γ (Dx)
	$e^{1/4}$	(041)	= $e^{1/2}$ (021)	$e_{9/4}$	(5.13.8)	= (5. 13. 16) = δ (Dx)
	$b^{1/2}$	(111)	= b^1 (112)	a_5	(321)	= (322) = α (Dx)
	$b^{1/4}$	(221)	= $b^{1/2}$ (111)			

D'après Schrauf la brookite serait monoclinique.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$^{*}m\ m$	99°50′	99°40′ à 52° M 53′ L′
$m\ h^3$	162°44′	162°41′ Lx′
$m\ h^1$	139°55	139°53′ Lx
$h^3\ h^1$	157°11′	157°20′
$h^3\ h^3$ sur h^1	134°22′	134°14′ M
$m\ g^1$	130°5′	
$p\ a^2$	164°20′	164°19′ Lx″
$a^2\ h^1$	105°40′	105°35′ Lx′
$a^2\ a^2$ s. p	148°40′	148°38′ Lx 43′, à 46′ M
$p\ a^1$	150°42′	150°37′ Lx
$a^1\ h^1$	119°18′	
$a^1\ a^1$ s. p	121°24′	121°20′ Lx
$p\ e^{3/8}$	128°27′	
$e^{3/8}\ g^1$	141°33′	
$e^{3/8}\ e^{3/8}$ s. p	76°54′	
$p\ e^{1/4}$	117°54′	118° Lx′, 2′ M
$e^{1/4}\ g^1$	152°6′	
$e^{1/4}\ e^{1/4}$ sur p	55°48′	
$e^{3/8}\ e^{1/4}$	169°27′	169°30′ Lx
$p\ b^{1/2}$	143°45′	143°42′ Lx′ 144°0 ′M
$b^{1/2}\ m$	126°15′	126°16′ Lx
$p\ \nu$	147°14′	147°13′ Lx
$\nu\ \nu$ sur p	114°38′	114°27′ Lx
$p\ a_5$	117°23′	
$p\ h^5$	90°	
$p\ e_3$	132°19′	123°21′Lx37 M
$p\ \delta$	141°25′	
$p\ e_2$	142°42′	
$h^1\ a_5$	140°45′	141° Lx′
$h^1\ e_3$	112°11′30″	112°11′M
$h^1\ e^{1/2}$	90°	
$a_5\ a_5$ s. $e^{1/2}$	78°30′	78°21′ Lx′
$a_5\ e_3$	151°27′	151°27′ Lx′
$^{*}e_3\ e_3$ s. $e^{1/2}$	135°37′	135°10′38″. M, 30′ Lx′
$h^1\ \delta$	104°6′	
$\delta\ \delta$ coté	151°48′	151°21′ Lx
$h^1\ e_2$	120°53′	
$e_2\ e_2$ coté	154°14′	
$h^1\ b^{1/2}$	116°54′	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ coté	126°12′	126°9′ M
$h^1\ \nu$	118°10′	
$\nu\ \nu$ coté	123°40′	124° (Lx′)
$g^1\ a_5$	115°45′	
$a_5\ a_5$ avant	128°30′	
$g^1\ e_3$	129°28′30″	129°27′ M
$g^1\ b^{1/2}$	112°23′	112°24′ M
$g^1\ \nu$	105°21′	105°22′ M
$g^1\ a^1$	90°	
$e_3\ b^{1/2}$	162°54′	162°45′ Lx′
$e_3\ \nu$	155°53′	155°54′ Lx′
$e_3\ a^1$	140°31′30″	140°33′ Lx′
$^{*}e_3\ e_3$ sur a^1	101°3′	101°6′ Lx′40′ M, 8′
$b^{1/2}\ a^1$	157°37′	157°38′
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. a^1	135°14′	135°12′ M, 17′ Lx′
$\nu\ a^1$	164°39′	164°30′ Lx′
$\nu\ \nu$ s. a^1	149°18′	149°15′ Lx′
$g^1\ \delta$	125°2′	
$\delta\ \delta$ avant	109°56′	
$g^1\ e_2$	124°17′30″	
$g^1\ a^2$	90°	
$e_2\ e_2$ av.	111°25′	
$m\ e_2$ s. $e^{1/2}$	101°2′	
$m\ b^{1/2}$ s. $e^{1/2}$	84°12′	
$m\ a_5$ adj.	150°43′	
$m\ a^1$ adj.	111°59′	
$m\ e_3$ adj.	134°18′	
$m\ \delta$ adj.	123°47′	
$e_3\ \delta$ adj.	169°30′	
$\delta\ a^1$ post.	124°14′	
$m\ e_2$ adj.	122°15′	
$m\ a^1$ post.	68°1′	68° à 68°15′ M
$e_3\ a^1$ post.	113°43′	
$e^{1/4}\ m$ adj.	145°21′	
$e^{3/8}\ m$ adj.	120°17′	
$a^2\ e_3$ post.	123°7′	123°10′ à 30′ M
$e^{1/4}\ e_3$ adj.	151°16′	151°20′ Lx

Faciès des cristaux. La brookite n'est connue qu'en cristaux dont les faciès sont très variés ; on observe les types suivants :

Type I. Cristaux lamellaires suivant h^1 (100) très minces, allongés suivant l'axe vertical et présentant en bordure les formes

e_2 (132), e_3 (121) (Oisans) (fig. 3). Quelquefois ces cristaux ont une forme rectangulaire par suite du grand développement de p (001).

Type II. Cristaux moins aplatis que les précédents, caractérisés par la prédominance des faces a_5 (321). (La Meije) (fig. 5).

Type III. Cristaux avec les faces prismatiques dominantes et $b^{1/2}$ (111), ils rappellent le rutile à cause de la valeur de $m\,m = 99°50'$.

Type IV. Cristaux ayant la forme de pseudopyramides hexagonales constituées par les faces m (110) et e_2 (132) également développées (*arkansite*).

Les deux premiers types existent seuls dans les gisements français.

Les faces de la zone verticale, et particulièrement h^1 (100), sont très striées parallèlement à l'axe c.

Clivages. Traces de clivage suivant m (110) et p (001). Cassure inégale.

Dureté. 5,5 à 6. Fragile.

Densité. 3,87 à 4,08.

Coloration et éclat. Brun doré, jaune rouge, brun rouge, noir de fer. Éclat métallique et adamantin. Poussière incolore ou gris jaune. Les variétés de couleur claire sont translucides, les variétés noires, sont opaques, sauf en lames très minces.

Propriétés optiques. La bissectrice aiguë n_g est perpendiculaire à h^1 (100). Les axes optiques sont parallèles à p (001) (fig. 1) pour le rouge et le jaune avec $\rho > v$, et parallèles à g^1 (010) (fig. 2) pour le vert et le bleu avec $\rho < v$; le minéral est uniaxe pour les rayons vert jaune [Tête noire et plages pâles des cristaux de l'Oisans]. Dans la plupart des cristaux de cette dernière région, le plan des axes est parallèle à p (001) pour toutes les couleurs du spectre.

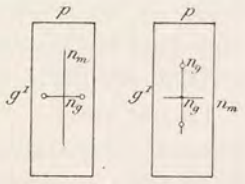


Fig. 1 et 2.
Plan des axes optiques parallèle à p (001) (rayons rouges et jaunes), (fig. 1), à g^1 (010) (rayons verts et bleus) (fig. 2).

Des Cloizeaux a montré, en outre, qu'après chauffage au-dessus du rouge, les axes ouverts parallèlement à g^1 se rapprochent et ceux ouverts parallèlement à p s'écartent.

Ce changement de propriétés optiques est réversible, mais devient permanent quand la température a été portée au rouge vif.

$2\,\mathbf{E} = 55°2'$ (Li) $30°16'$ (Na) $0°$ (jaune vert) $33°48'$ (Tl) (Dana)

$\mathbf{N} = 2{,}637 \quad \mathbf{n_g} - \mathbf{n_p} = 0{,}158$

Composition chimique et essais pyrognostiques. Comme le rutile.

Altérations. Des paramorphoses en rutile sont fréquentes dans l'arkansite, elles n'ont pas été observées dans les gisements cités plus loin.

Diagnostic. La forme est très caractéristique de la brookite, dont les propriétés optiques, et notamment l'énorme dispersion rendent le diagnostic facile.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La brookite ne se trouve que dans un petit nombre de gisements. Je la considérerai successivement :

1° Dans les fentes des roches éruptives et métamorphiques ;

2° Dans diverses roches comme produit secondaire [1].

1° *Dans les fentes des roches éruptives et métamorphiques.*

Alpes. — *Massif du Mont-Blanc. Haute-Savoie.* La brookite a été rencontrée en 1827 par F. Soret au-dessous de la Tête noire. Ses cristaux y sont implantés sur des cristaux de quartz hyalin ou enfumé, ou enveloppés par eux dans les renflements et les fissures d'un grand filon de quartz qui traverse les grès et les poudingues houillers.

Les nombreux échantillons que j'ai examinés se présentent tous sous forme de lames très minces, d'un brun doré ; ils ont les mêmes formes que dans le Dauphiné (fig. 3), c'est-à-dire h^1 (100), m (110), g^4 (010), p (001), $e^{1/4}$ (041), e_3 (121), e_2 (132).

La collection du Muséum possède avec l'indication « Tête noire », celle du Musée d'Annecy avec l'étiquette, « entre le col de Balme et le Trient », deux échantillons identiques constitués par un micaschiste recouvert d'un grand nombre de cristaux de brookite couchés à plat sur les surfaces de l'échantillon et généralement brisés ; leurs formes ne sont pas nettes bien qu'ils atteignent 0 m. 5 de plus grande dimension. Kenngott indique des cristaux de brookite de la Tête noire comme

1. Dufrénoy a inscrit parmi les synonymes de brookite le terme de *jurinite* (Soret) qui a été depuis lors reproduit dans la plupart des ouvrages de Minéralogie. Il m'a été impossible de trouver où a été employé pour la première fois ce nom qui n'a fait l'objet d'aucune publication de Soret. M. Ch. Soret, auquel je me suis adressé pour résoudre cette question d'histoire minéralogique, n'a pas été plus heureux.

accompagnés de quartz, d'albite et de micas dans les fentes des micaschistes, ils viennent probablement du même gisement que les deux échantillons dont il vient d'être question.

Isère. C'est sur des cristaux du Dauphiné et du Snowdon que Lévy a établi l'espèce brookite (*The Ann. of Philosophy.* IX. 140. 1825) ; le cristal du Dauphiné qu'il décrit est indiqué comme accompagnant des lames de crichtonite sans indication plus précise. La combinaison figurée est p (001), h^1 (100), m (110), $e^{1/4}$ (041), e_2 (132), e_3 (121) : c'est la plus commune, dans cette région : elle est fréquemment compliquée par l'existence de g^1 (010), (fig. 3), de a^2 (102) et de a^1 (101), qui font parfois disparaître p.

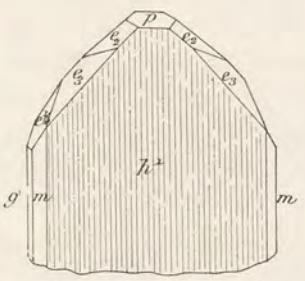


Fig. 3.
Forme commune de la brookite de l'Oisans.

La brookite de l'Oisans est généralement implantée sur des cristaux de quartz ou d'albite et accompagne l'anatase et la crichtonite dans les gisements de ces minéraux, situés aux environs du Bourg d'Oisans. Les gisements à citer d'une façon spéciale sont surtout les environs de Saint-Christophe (les Puys, la Combe de la Selle).

Les cristaux sont d'un brun foncé ou d'un jaune rouge quand ils sont très minces et très transparents : ils atteignent quelquefois de très grandes dimensions, l'un de ceux de la collection du Muséum mesure 5 centimètres suivant l'axe c, et 3 centimètres suivant l'axe b, il présente la combinaison : h^1, m, p, a^2 (très développé), $e^{1/4}$, $b^{1/2}$, e_3.

Je dois à l'obligeance de M. Guyot de Grandmaison un cristal sur lequel j'ai observé les formes suivantes : m, h^1, h^3, g^1, p, a^2, a^1, $e^{1/4}$ (041), $e^{3/8}$ (083), V = φ (322), δ (5.13.8). La fig. 4 représente sa projection sur la base. Ce cristal épais mesure trois millimètres suivant l'axe vertical. La face p est très cannelée et présente en son milieu un sillon profond qui semble indiquer l'existence d'un accolement de deux cristaux parallèlement à h^1.

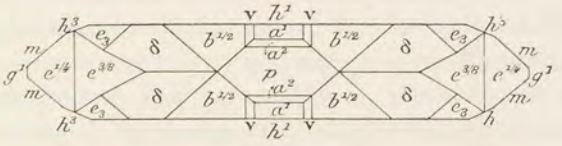


Fig. 4.
Projection sur la base d'un cristal de brookite de l'Oisans.

La collection du Muséum possède un échantillon consistant en un gros cristal de calcite qui provient des environs du Bourg d'Oisans et probablement d'Armentières; il supporte de jolies petites lamelles, de brookite d'un jaune vif, des cristaux d'anatase, de crichtonite et enfin des paillettes de ripidolite.

Hautes-Alpes. Dans les gisements du vallon de la Meije qui sont décrits page 184, se trouvent de très jolis cristaux de brookite dont j'ai déjà donné une première description (*C. R.* CXXII. 1429. 1896); ils diffèrent de tous les cristaux de brookite des autres gisements français par leur couleur noire de fer. Leur éclat est extrêmement vif, ils sont aplatis suivant h^1 (100), qui est très cannelée verticalement. Leur caractéristique (type II) réside dans le très grand développement des faces a_5 (321); j'ai en outre observé m (110), h^3 (210), a^2 (102), a^1 (101), $e^{1/4}$ (041), e_3 (121) et quelquefois p (001). D'ordinaire la face h^1 est presque carrée (fig. 5) par suite de l'égal développement des cristaux suivant b et c, et le minéral peut, au premier abord, être confondu avec l'anatase; ils sont souvent adhérents à leur gangue par une face prismatique, de telle sorte que leurs deux sommets sont distincts. Les cristaux sont rarement allongés suivant l'axe vertical; la fig. 6 représente un cas peu fréquent de grand développement des orthodomes a^1 et a^2 dans un cristal exceptionnellement allongé suivant l'axe vertical.

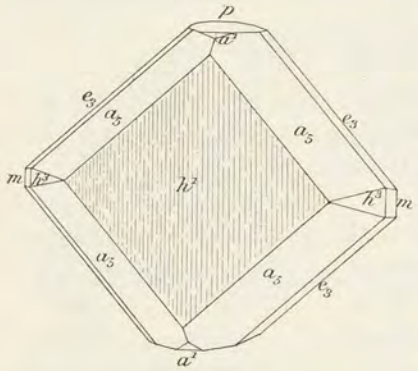


Fig. 5.
Brookite de la Meije (Type II).

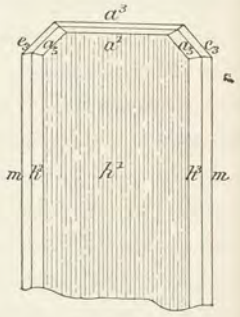


Fig. 6.
Brookite de la Meije.

Ces cristaux sont très souvent irrégulièrement enchevêtrés avec l'anatase qui a exactement la même couleur qu'eux. Ils sont parfois accompagnés de turnérite.

M. Denis m'a communiqué de petits cristaux provenant des rochers des gorges du torrent de la Meije et accompagnant l'anatase, l'albite et le quartz; ils sont translucides et ont la couleur brune des cristaux

du Dauphiné : ils sont rectangulaires par suite du large développement de la face p (001) : j'y ai observé les formes suivantes : h^1, h^3, m, g^1, p, a^2, $e^{1/4}$, a_5 et e_3 (type de la fig. 6.)

2° *Dans des roches diverses comme produit secondaire.*

La brookite est un produit secondaire assez fréquent se formant avec le rutile, l'anatase par la décomposition de la biotite et de la phlogopite des roches éruptives et métamorphiques. Elle se présente sous la forme de petites lamelles ayant la forme du type I (fig. 3) ; celles-ci se distinguent nettement du rutile par leurs caractères morphologiques et par la réfringence très faible de leur face d'aplatissement h^1 (100), à opposer à la biréfringence élevée des sections filiformes qui lui sont perpendiculaires ; les cristaux sont souvent de taille suffisante pour qu'il soit possible de les étudier en lumière convergente à l'aide d'un objectif à immersion.

J'ai notamment trouvé de bons exemples de ce genre de gisement dans les cipolins de Ville-ès-Martin (près Saint-Nazaire) et dans les norites des Corbellières en Vallet (*Loire-Inférieure*), dans les porphyrites micacées lamprophyriques de Cercié (*Rhône*), de Pranal près Pontgibaud (*Puy-de-Dôme*) (*B. S. M.* XIV. 191. 1891), dans une microgranulite de la route de Ribay à Javron (*Mayenne*) que m'a communiquée M. Œhlert. On verra, page 187, que les prétendues pseudomorphoses de sphène en brookite qui ont été décrites à Sainte-Marie-aux-Mines [*Alsace*] par Muller et que j'ai signalées p. 252, tome II, d'après cet auteur, sont en réalité des pseudomorphoses de sphène en anatase.

3° *Dans les roches sédimentaires.*

La brookite se rencontre en cristaux microscopiques très nets dans le résidu de la dissolution par un acide d'un grand nombre de calcaires ou de dolomies sédimentaires ; elle y accompagne le rutile, l'anatase, la staurotide, la tourmaline, le grenat et autres débris de roches anciennes. Il est possible que dans quelques cas cette brookite, dont les angles sont remarquablement nets, soit le résultat d'une recristallisation.

M. H. Thürach a notamment trouvé la brookite (*Ueber das Vorkommen mikrosk. Zircon und Titanmineralien.* Würzburg, 1884), dans les marnes aptiennes de Bellegarde (*Ain*), dans les calcaires grossiers

lutétiens de Vaugirard (Paris), dans les sables tertiaires de Figanières (*Var*). Ce minéral est du reste le moins fréquent des oxydes de titane.

M. Cayeux a trouvé également dans ces mêmes conditions la brookite dans les résidus de la craie du Nord et du tuffeau éocène (thanétien) à *Cyprina planata* de Mons-en-Barœul (*Mém. Soc. géol. du Nord*, IV. 1897).

ANATASE

$Ti\,O^2$

Quadratique.

$$b : h = 1000 : 1256{,}621\ (Dx)^1 \quad D = 707{,}107.$$
$$[a : c = 1{,}77713].$$

Formes observées : p (001); a^7 (107), a^5 (105), a^1 (101), $a^{1/2}$ (201), $a^{1/3}$ (301);

$b^{7/2}$ (117), $b^{5/2}$ (115), $b^{3/2}$ (113), $b^{5/4}$ (225), $b^{7/6}$ (337), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111);

$s = (b^{1/4}\, b^{1/6}\, h^{1/19})$ (5.1.19), $\tau = (b^{1/4}\, b^{1/6}\, h^{1/20})$ (5.1.20), $\sigma = (b^{1/8}\, b^{1/14}\, h^{1/44})$ (11.3.44).

Les angles suivants ont été mesurés sur des cristaux de l'Oisans par M. Busz (B.), par M. Grünling (in Groth) (G.) ou par moi-même (Lx) sur des cristaux de l'Oisans ou des environs de la Grave (Lx).

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
pa^7	165°45′		$a^2\, a^1$ sur h^1	121°16′	
$a^7\, a^7$ sur p	151°30′		$pa^{1/2}$	105°43′	
pa^5	160°26′		$a^{1/2}\, a^{1/2}$ sur h^1	148°34′	
$a^5\, a^5$ sur p	140°52′		$pa^{1/3}$	100°37′	
pa^1	119°22′		$a^{1/3}\, a^{1/3}$ sur h^1	158°45′	158°48′ G à 15′ Lx

1. J'ai adopté ici les paramètres de Des Cloizeaux, mais en diminuant de moitié l'axe vertical ; la forme devient alors la même que celle de M. Klein dans sa monographie de l'anatase : on a ainsi la correspondance suivante :

$b^{1/2}$ (111) = b^1 (112) Dx a^1 (101) = a^2 (102) Dx
$b^{3/2}$ (113) = b^3 (116) σ (11.3.44) = σ (11.3.88), etc.

	Angles calculés.	mesurés.
$pb^{7/2}$	160°15′	160°14′ G 15′ Lx
$b^{7/2}\ b^{7/2}$ sur p	140°30′	
$pb^{5/2}$	153°19′	153°15′ Lx
$b^{5/2}\ b^{5/2}$ sur p	126°38′	
$pb^{3/2}$	140° 3′	
$b^{3/2}\ b^{3/2}$ sur p	100° 6′	
$pb^{5/4}$	134°51′	134°48′ Lx
$b^{5/4}\ b^{5/4}$ sur p	89°42′	
$pb^{7/6}$	132°54′	
$b^{7/6}\ b^{7/6}$	47° 6′	
pb^{1}	128°31′	128°27′ Lx
$b^{1}\ b^{1}$	77°2′	
$pb^{1/2}$	111°42′	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur p	43°24′	
$b^{7/2}\ b^{1/2}$	131°27′	
$b^{5/2}\ b^{1/2}$	138°23′	
$b^{3/2}\ b^{1/2}$	151°39′	
$b^{5/4}\ b^{1/2}$	156°51′	
$b^{7/6}b^{1/2}$	158°48′	
$b^{1}b^{1/2}$	163°11′	
ps	154°30′	
$p\tau$	155°37′	155°26′ G
$a^{7}\ a^{7}$ adj.	159°58′	
$a^{5}\ a^{5}$ adj.	152°36′	
$a^{1}\ a^{1}$ adj.	103°55′	
$a^{1/2}\ a^{1/2}$ adj.	94°12′	
$a^{1/3}\ a^{1/3}$ adj.	91°57′	

	Angles calculés.	mesurés.
$b^{7/2}\ b^{7/2}$ adj.	152°22′	152°21′ G
$b^{7/2}\ a^{7}$	166°11′	
$b^{5/2}\ b^{5/2}$ adj.	142°58′	
$b^{5/2}\ a^{5}$	161°29′	
$b^{3/2}\ b^{3/2}$ adj.	125°59′	
$b^{5/4}\ b^{5/4}$ adj.	119°50′	
$b^{7/6}\ b^{7/6}$ adj.	117°36′	
$b^{1}\ b^{1}$ adj.	112°49′	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ adj.	97°51′	97°47′ Lx
$b^{1/2}\ a^{1}$	138°55′30″	138°49′ Lx
$b^{1/2}\ a^{7}$ adj.	121°20′	
$b^{1/2}\ a^{1/2}$ adj.	137°6′	
ss adj.	170°19′	170°20′ Lx
ss sur $b^{7/2}$	152°22′	152°18′ L x
ss sur p	129° 0′	
sa^{7}	168°10′	
sa^{1}	144° 9′	
$sb^{7/2}$	166° 4′	166°8′ Lx
$sb^{1/2}$	131°48′	131°46′ Lx
$b^{7/2}\ \sigma$	167°51′	167°51′ B
$b^{1/2}\ \sigma$	132°19′	132°8′ B
σa^{1}	142°52′	142°42′ B
$\sigma\ a^{1/3}$	106°	106°14′ B
$\sigma\sigma$ sur b	156°3′	155°55′ B

Formes des cristaux. L'anatase se présente toujours en cristaux : ils appartiennent à des types assez variés :

Type I. Ce type est caractérisé par la prédominance de l'octaèdre $b^{1/2}$ (111) dont l'acuité a fait donner au minéral son nom d'anatase, c'est le plus fréquent dans l'Oisans (fig. 1 à 8, dessinées par Schrauf).

Type II. Dans ce type, au contraire, ce sont les octaèdres, moins aigus que $b^{1/2}$ et plus ou moins obtus qui dominent et en particulier b^{1}, $b^{5/4}$ (fig. 12 et 13) ou $b^{7/2}$ (117), $b^{3/2}$ (113), etc.

Type III. Cristaux aplatis suivant la base, avec $b^{1/2}$ dominant

(fig. 10 et 11) : quand ils sont microscopiques, ils deviennent parfois lamelleux suivant p (001).

Type IV. Cristaux avec h^1 dominant et allongement suivant l'axe vertical comme dans le zircon, les formes dominantes du pointement sont soit aiguës, soit obtuses ; ce type, fréquent dans l'anatase de Binn, ne se rencontre pas dans les gisements français.

Dans tous les cristaux d'anatase, les octaèdres b^x dominent sur les octaèdres a^x.

Clivages. Clivages p (001) et $b^{1/2}$ (111) parfaits. Cassure conchoïdale.

Dureté. 5,5 à 6. Fragile.

Densité. 3,82 à 3,95 montant à 4.11 ou 4.16 après calcination.

Coloration. Bleu indigo, jaune, brun verdâtre, noire. La coloration est souvent très irrégulière dans les cristaux de l'Oisans. Cette irrégularité se montre à peu près constante dans les lames minces qui sont alors tachetées de jaune et de bleu. Éclat adamantin parfois métallique. Poussière incolore.

Propriétés optiques. Uniaxe, négative (n_p).

$$\mathbf{n}_g = 2{,}5354 \text{ Schrauf (D)}$$
$$\mathbf{n}_p = 2{,}4959$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0395$$

L'anatase n'est pas toujours uniaxe. On observe parfois, dans les lames parallèles à la base, des plages à deux axes peu écartés, dans lesquelles le plan des axes est parallèle à l'une ou l'autre des arêtes $p\ b^{1/2}$.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est faible dans les plaques un peu épaisses ; on observe alors :

$\mathbf{n}_g$ = bleu pâle à jaune.
$\mathbf{n}_p$ = bleu foncé ou orange.

Composition chimique et essais pyrognostiques. Comme pour le rutile.

a) *Analyse de l'anatase de l'Oisans, par H. Rose.*

TiO	99,25
Fe^2O^3....	0,75
	100,00

Altérations. L'anatase se rencontre parfois paramorphisée en rutile.

Diagnostic. La forme de l'anatase est tout à fait caractéristique (types I à III) : ses propriétés optiques (un axe négatif) permettent aisément de la distinguer, dans les lames minces, du rutile et de la brookite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'anatase se présente à peu près dans les mêmes gisements que la brookite qu'elle accompagne souvent.

1° Dans les fentes des roches éruptives et métamorphiques ;
2° Dans les filons métallifères ;
3° Dans diverses roches comme produit secondaire ;
4° Dans les roches sédimentaires.

1° *Dans les fentes des roches éruptives et métamorphiques.*

L'anatase accompagne l'albite et le quartz dans les fentes des schistes cristallins, des granulites, etc. (voir à *brookite*).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* L'anatase a été signalée aux environs de Barèges. Romé de l'Isle dans sa description du *schorl bleu* de l'Oisans dit que ce minéral ressemble beaucoup aux cristaux que l'on trouve près de Barèges, avec le schorl blanc (albite) et l'asbeste (voir aussi Beudant, *Minér.* 637. 1824). J. de Charpentier n'a pas cependant cité ce minéral que je n'ai pas retrouvé moi-même, malgré mes recherches, et que je n'ai vu dans aucune collection.

Haute-Garonne. M. Gourdon m'a communiqué un échantillon de quartz hyalin provenant du Mail de cristal (prolongement du pic Crabère), sur lequel sont implantés de petits cristaux bleuâtres d'anatase du type commun en Oisans [$b^{1/2}$ (111)].

Ardennes. — [*Belgique*]. De petits cristaux d'anatase d'un noir bleuâtre ont été rencontrés dans un filon de quartz de Nil St Vincent ; ce sont des octaèdres $b^{1/2}$ (111), ne dépassant pas 1 millimètre ; ils présentent parfois d'après M. Césaro, les formes a^{1} (101), $b^{7/6}$ (337), $b^{7/2}$ (117), a^{7} (107).

Alpes. — *Haute-Savoie. Massif du mont Blanc.* L'anatase a été signalée à la Tête Noire, près Chamonix (voir à *brookite*) ; je n'ai pas vu de cristaux de cette localité.

Savoie. La collection d'Haüy renferme un petit échantillon provenant de Notre-Dame de Briançon, au N. N.-O. de Moutiers et offrant

une grande analogie avec ceux de l'Oisans; de très petits cristaux d'anatase ($b^{1/2}$), d'un bleu presque noir, sont implantés avec de la crichtonite, du quartz, sur une granulite à grains fins.

Isère. Les gisements d'anatase de l'Oisans sont intéressants, non

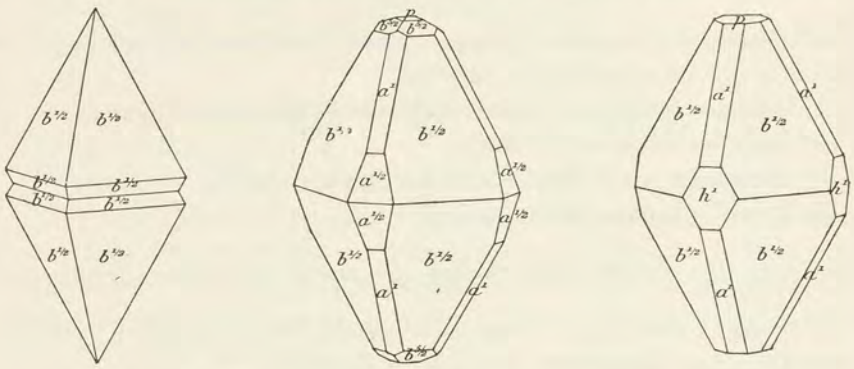


Fig. 1 à 3.
Anatase de l'Oisans (Type I).

seulement parce qu'ils fournissent en abondance ce minéral, mais encore parce que c'est là que l'anatase a été découverte en 1783, par de Bournon. Ce savant en fit mention pour la première fois dans une

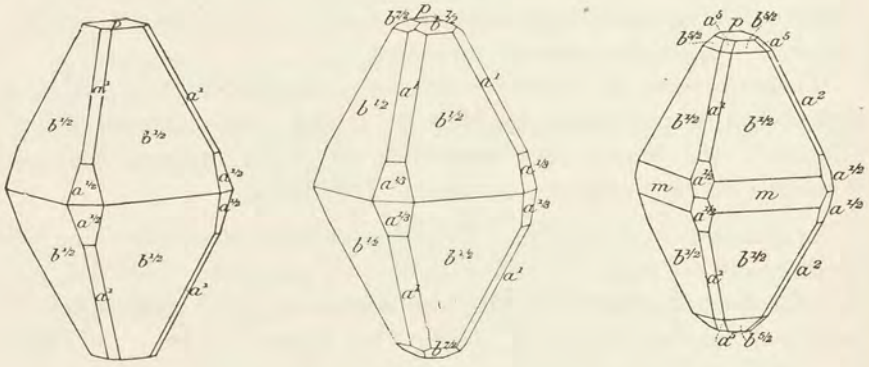


Fig. 4 à 6.
Anatase de l'Oisans (Type I).

note insérée par Romé de l'Isle, dans sa *Cristallographie* (II. 406); le cristal décrit sous le nom de *schorl bleu indigo* provenait de Maronne; peu après, de Bournon donna une description plus complète de cristaux bruns trouvés par Schreiber, près de Vaujany (*J. P.* XXX. 386. 1787)

(*schorl octaèdre rectangulaire*). Delamétherie [1] remplaça ce nom par celui d'*oisanite* (*Théorie de la terre*, II. 269. 1797). C'est Haüy qui lui donna le nom d'*anatase* qu'il porte aujourd'hui (*op. cit.*, III. 129. 1801).

Les gisements d'anatase se trouvent dans deux régions distinctes : la première est constituée par la partie cristallophyllienne de la chaîne des Grandes Rousses; elle est limitée au Sud et au Sud-Ouest par la Romanche, à l'Ouest par son affluent, l'Olle. Les principaux gisements à citer sont : la rive gauche du ruisseau du Flumet, près du hameau de la Villette en Vaujany (au Nord d'Allemont), le rocher du Grand Fer-

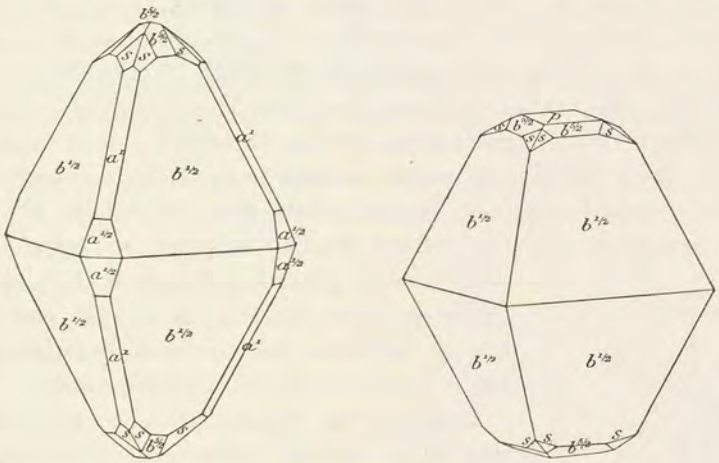


Fig. 7 et 8.
Anatase de l'Oisans (Type I).

rand, près le lac de la Fare où l'anatase se trouve avec quartz, albite, etc., dans les fentes d'une granulite, et enfin Maronne en Huez. Dans ce dernier gisement, les cristaux proviennent d'un grand filon de quartz exploité autrefois pour l'extraction du quartz hyalin ou enfumé [avec d'énormes cristaux de calcite et de sphène (spinthère)].

L'anatase accompagnée de brookite et de crichtonite est parfois implantée avec ripidolite sur des cristaux de calcite d'Armentières.

Ces gisements sont peu explorés aujourd'hui et ce ne sont pas eux qui fournissent les cristaux étudiés depuis cinquante ans. Ceux

1. H. B. de Saussure avait proposé en 1796 (*Voy. dans les Alpes*, Neuchatel, IV, 85) le nom d'*octaédrite* pour les cristaux provenant du Saint-Gothard.

qu'on explore particulièrement aujourd'hui sont en effet situés au Sud de la Romanche, entre le cours E. O. de cette rivière et son affluent le Vénéon. L'anatase s'y trouve surtout dans les fentes d'aplites à albite, plus rarement dans celles de schistes cristallins : elle y est accompagnée de cristaux d'albite (v. t. II, p. 150), d'adulaire, de quartz, de ripidolite, de calcite, de sphène, de crichtonite, plus rarement de brookite, de turnérite. Les localités à citer sont : les environs du Fresney d'Oisans, le glacier du Mt de Lans, la Tête de Toura et la Combe de la Selle (au-dessus du pont du diable) et surtout la montagne des Puys près Saint-Christophe en Oisans, le clapier Saint-Christophe sur le bord de la nouvelle route conduisant au Plan du lac.

J'insiste sur ce fait, déjà signalé par M. Groth (*Sitzb. königl. bayr. Akad.* 1885. 396), que les minéraux titanifères de cette région se trouvent dans des fentes distinctes de celles qui fournissent l'axinite, l'épidote, la prehnite ; il y a toutefois un certain nombre de minéraux communs à ces deux catégories de gisement (quartz, albite, adulaire, calcite, chlorite).

Les nombreux auteurs qui ont étudié l'anatase de l'Isère, ne se sont pas en général préoccupés du gisement exact de leurs cristaux, il semble cependant que ce soit ceux des environs de Saint-Christophe qui aient été mis à contribution.

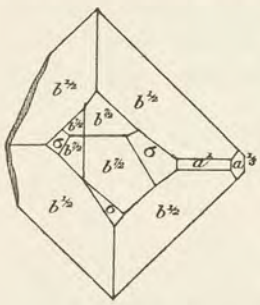


Fig. 9.
Projection sur la base d'un cristal d'anatase de l'Oisans.

L'anatase de l'Oisans présente au point de vue de la couleur d'extrêmes variations. Les types les plus fréquents sont jaunes, nuancés ou plutôt tachetés de brun, un même cristal ayant rarement une coloration homogène ; on trouve souvent aussi des cristaux d'un jaune de miel un peu rougeâtres, plus rarement d'un jaune d'or clair (avec quartz chlorité) ; les cristaux d'un bleu plus ou moins foncé, parfois presque noir, sont assez fréquents. Enfin la collection Haüy renferme deux échantillons de quartz hyalin de la Combe de la Selle, saupoudrés d'une grande quantité de très petits octaèdres d'anatase, absolument incolores ou légèrement teintés de bleu.

De même que les autres minéraux qui les accompagnent : quartz, albite, adulaire, calcite, etc., les cristaux d'anatase englobent parfois en grande abondance de petites lamelles de ripidolite ; ils sont plus rarement paramorphisés en rutile jaune d'or.

Les cristaux peuvent atteindre et dépasser 2 cm. suivant l'axe vertical ; ils sont souvent groupés en plus ou moins grand nombre à axes parallèles et enfilés suivant l'axe vertical (fig. 1). On rencontre parfois dans ces groupements des individus à formes différentes, les uns par exemple étant largement basés et les autres dépourvus de faces p (001).

Les cristaux de l'Isère ont comme caractéristique de présenter toujours l'octaèdre $b^{1/2}$ (111) comme forme dominante, et parfois exclusive. D'une façon presque générale, quand le sommet quaternaire de l'octaèdre est remplacé par des facettes nombreuses, celles-ci sont très irrégulièrement développées, souvent même quelques-unes d'entre elles manquent totalement, comme cela a lieu dans la fig. 9.

Les combinaisons les plus fréquentes sont $b^{1/2}$; $b^{1/2}p$ (type I et type

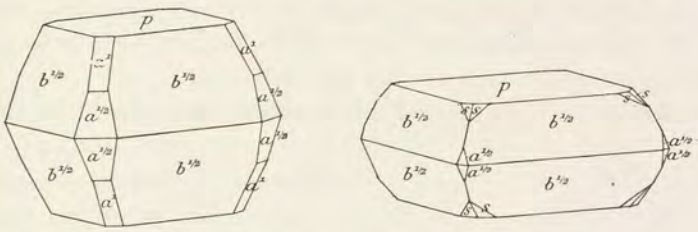


Fig. 10 et 11 (Type III).
Anatase de l'Oisans.

III) ; $b^{1/2}\,p\,a^{1/2}\,s$ (5.1.19) ; $b^{1/2}\,b^{7/2}$ (117) [ou $b^{5/2}$ (115)] $a^1\,p\,s$. M. Groth a signalé (*op. cit.* 400) à la montagne des Puys la combinaison (type I) $b^{1/2}\,p\,b^{7/2}\,\tau$ (5.1.20) et $a^{1/3}$ (301) qu'il considère comme caractéristique de ce gisement ; $b^{5/2}$ et τ ne constituent que de très petites facettes : un autre cristal est très aplati suivant la base (type III), avec $b^{7/2}$ et τ largement développées. Le prisme h^1 (100) est rare (fig. 3).

La fig. 6 représente une combinaison donné par Dana : elle montre l'octaèdre a^5 (105) que je n'ai pas personnellement observé.

La fig. 9 est la projection sur p d'un cristal décrit par M. Busz (*Z. K.* XX. 557. 1892) : $b^{1/2}$ (111), $b^{7/2}$ (117), $a^{1/3}$ (301), a^1 (101) et σ (11.3.44) ; le sommet est très dissymétrique.

Hautes-Alpes. Les gisements des environs de la Grave dont il va être question, se trouvent sur le prolongement de ceux énumérés en dernier lieu entre la Romanche et le Vénéon ; ils sont de découverte récente et n'ont fait l'objet d'aucune autre étude, qu'une note sommaire

que j'ai consacrée à l'un d'eux (*C. R.* CXXII. 1429. 1896) situé dans le massif de la Meije ; mes premiers échantillons m'ont été procurés par MM. Stuer et Laurent, depuis lors, MM. de la Durandière et Denis m'ont fourni de nombreux renseignements sur leur gisement.

Le principal gisement se trouve dans le vallon de la Meije, sur le flanc du Peyrou d'Amont, faisant face à la moraine du glacier du Rateau. Les cristaux sont particulièrement abondants au voisinage d'une petite fontaine, ils tapissent les fentes d'une aplite à albite qui ne renferme que des cristaux d'albite et de quartz de très petite taille. Les cristaux d'anatase sont tantôt très abondants, tantôt très clairsemés. Leur couleur est noire ; ils sont parfois accompagnés de beaux cristaux de turnérite et de brookite d'un type spécial (voir p. 174).

L'anatase et la brookite accompagnées de beaux cristaux d'albite et de quartz se trouvent aussi dans les escarpements des rochers des gorges du torrent de la Meije (massif du Peyrou d'Amont), dans les fentes des chloritoschistes des bords du lac de Puy Vachier et particulièrement dans les éboulis voisins des cascades.

Les octaèdres $b^{1/2}$ (111) sont relativement rares dans tous ces gisements ; généralement, ce sont des octaèdres obtus qui dominent, type II, ils sont très striés horizontalement et donnent au goniomètre des séries nombreuses d'images ; j'ai cependant observé [1] avec certitude $b^{7/2}$ (117), $b^{3/2}$ (113), $b^{5/4}$ (225), et avec doute $b^{7/4}$ (227), et $b^{5/4}$ (225) ; de petites facettes p sont fréquentes ; ces cristaux ne sont que rarement tabulaires suivant p.

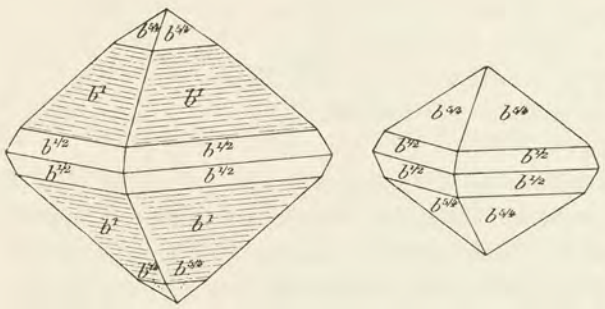


Fig. 12 et 13.
Anatase de la Meije (Type II).

Un nouveau gisement a été récemment découvert sur la rive gauche de la Romanche (torrent de la Plate Muratouse et du Mousset). Il fournit des cristaux tout à fait différents comme apparence de ceux des gisements précédents ; ils sont en effet d'un jaune de miel, parfois très

1. Dans ma note précitée, l'orientation adoptée était celle de Des Cloizeaux.

clair, plus rarement d'un jaune orangé. Ils sont constitués par des octaèdres très striés, parmi lesquels dominent b^1 (112) (fig. 12), avec parfois $b^{7/2}$ (117), $b^{5/2}$ (115), $b^{5/4}$ (225). Quand $b^{1/2}$ existe, ses faces sont d'ordinaire très petites, mais fort brillantes. Quelques cristaux sont terminés par p. Ces cristaux qui ne dépassent guère 3 millimètres suivant l'axe vertical, sont parfois colorés en vert par des inclusions de ripidolite. On les trouve dans les fentes d'une granulite, implantés au milieu de petites masses de ripidolite lamellaire ou bien associés à des cristaux de quartz hyalin, d'albite, de calcite (d^2) jaune ambrée, à des aiguilles jaune d'or de rutile, etc.

Les fentes des chloritoschistes de la cascade des Fréaux renferment de très petits cristaux d'anatase d'un jaune d'or plus foncé que les précédents : ils accompagnent de gros cristaux de quartz hyalin. Leur petite taille ne m'a permis de les étudier complètement; j'y ai cependant observé des octaèdres très striés horizontalement $b^{7/2}$ (117), $b^{1/2}$ (111), a^7 (107) et $a^{1/2}$ (201); ces diverses formes sont souvent très brillantes.

Enfin, M. de la Durandière m'a communiqué d'intéressants échantillons provenant des mines de galène du Grand Clot. Les déblais de l'ancienne exploitation contiennent des géodes que tapissent du quartz hyalin et de la calcite incolore ou jaune brunâtre : de la ripidolite se rencontre comme remplissage de cavités ou comme pigment de ces minéraux ; il existe en outre de jolis cristaux de sphène, de la crichtonite lamellaire, de la galène et de l'anatase bleu sombre. Les cristaux de ce dernier minéral sont très petits, ils présentent des formes très variées $b^{1/2}$ ($b^{1/4}$, $a^{1/4}$) : plus rarement, ils appartiennent au type III par suite de la prédominance de la base. Ces cristaux sont quelquefois inclus dans une petite cavité au milieu d'un cristal de sphène comme s'ils s'étaient formés à ses dépens. Le quartz du filon renferme des cristaux nets de pyrite (p, $1/2\,b^2$).

2° *Dans les filons métallifères* [1].

Alpes. — *Hautes-Alpes.* On vient de voir que l'anatase se rencontre dans le filon de galène du Grand Clot; les associations minéra-

1. L'anatase a été signalée à Framont, par Carrière (*Ann. soc. émul. Vosges*, VII, 1850). Cet auteur parle d'échantillons présentés par Bertrand de Lom à un

logiques de ce gisement ne permettent guère de le séparer de ceux des autres gisements de la même région.

3° *Dans des roches diverses comme produit secondaire.*

L'anatase se rencontre comme produit secondaire dans un assez grand nombre de roches où elle se forme par altération de divers minéraux titanifères ; ses cristaux sont le plus souvent microscopiques.

a) *Formation aux dépens d'ilménite.*

Bretagne. — *Morbihan*. L'anatase accompagne parfois le rutile des gneiss des environs de Vannes (Anses de Conleau, de Salins). Von Lasaulx l'a signalée (*Z. K.* VIII. 54. 1883) sans pouvoir préciser les relations mutuelles des deux minéraux. J'ai pu résoudre cette question à l'aide de quelques échantillons que m'a remis M. de Limur.



Fig. 14
Pseudomorphose de rutile en ilménite, transformée en anatase. Anse de Conleau (*Morbihan*). (*Photographie, lumière naturelle : grossissement de 20 diamètres.*)

Le rutile qui les constitue est recouvert d'une croûte de cristaux d'anatase fort brillants, mais extrêmement petits. Des lames minces taillées dans ces échantillons, montrent que l'anatase se présente en cristaux $p\ b^{1/2}$, aplatis suivant la base et implantés sans ordre dans les cavités de corrosion du rutile (fig. 14). Dans beaucoup

congrès scientifique de Strasbourg, en 1842, et dont il aurait vu un spécimen dans le musée de cette ville. M. Groth ne le cite pas dans la description de cette collection (1878). Ce spécimen consistait en une géode d'hématite cristallisée contenant un petit octaèdre aigu tronqué sur ses arêtes et de couleur brune. M. Kampmann a bien voulu me communiquer un échantillon répondant à cette description en m'autorisant à extraire l'un des deux cristaux qu'il renferme. L'angle de l'octaèdre voisin de 50° et l'hémiédrie du cristal ne laissent aucun doute sur sa nature, il est constitué non par de l'anatase, mais par de la scheelite, qui, dans ce gisement se trouve d'ordinaire sur une autre gangue (Voir à *scheelite*).

de préparations, on voit que le rutile est transformé en partie en ilménite et il est évident que c'est aux dépens de ce dernier minéral que s'est produite l'anatase. Nous ne nous trouvons donc pas en présence d'une paramorphose de rutile en anatase, ce qui serait du reste contraire à tout ce que l'on sait sur l'histoire de ces deux minéraux. Le rutile est en effet, dans les conditions naturelles, la forme la plus stable de l'oxyde TiO^2 ; on connaît des paramorphoses de brookite et d'anatase en rutile, alors que l'inverse n'a jamais été observé.

Le phénomène s'est donc effectué en deux temps ; il y a eu d'abord transformation du rutile en ilménite par fixation de fer, puis transformation d'ilménite en anatase par disparition du fer.

b) *Formation aux dépens de sphène*[1].

Vosges. — *Alsace.* J'ai cité t. II, p. 252, des pseudomorphoses de sphène, provenant des cipolins de Sainte-Marie aux Mines, et décrites par A. Müller comme constituées par de la brookite ; j'ai pu récemment, grâce à l'obligeance de M. Lesslin, étudier quelques-uns des échantillons recueillis par le père de celui-ci, qui avait fourni à Müller les éléments de son étude. Le minéral titanifère qui les constitue n'est pas de la brookite, mais de l'anatase.

Les cristaux de sphène que j'ai examinés sont englobés dans de la pseudophite, ils sont devenus ternes et tendres ; l'un d'eux est en partie recouvert de lamelles d'un noir bleuâtre très éclatantes, appliquées sur ses faces extérieures. Çà et là, on observe la tranche de lames semblables, noyées au milieu d'une matière blanchâtre ; elles sont implantées à peu près normalement aux faces du sphène. Dans un autre échantillon, les cristaux de sphène sont d'un gris bleu; leur cassure laisse voir de petits cristaux lamelleux d'un bleu de lavande pâle, distribués sans ordre.

Toutes ces pseudomorphoses sont extrêmement fragiles et tendres. Il suffit de les gratter avec une aiguille pour en détacher une poussière cristalline, en partie formée par des produits micacés et en partie par de petites lames d'un bleu foncé par transparence, ne donnant que les réactions du titane. Leur examen au microscope fait voir qu'elles sont quadratiques, aplaties suivant la base (exagération du

1. Voir p. 185 (Grand-Clot).

type III), dont les angles sont quelquefois tronqués par une petite facette, parallèlement à l'intersection de laquelle se trouvent de fines stries. Dans quelques cas, ces facettes prennent un large développement ; elles sont alors très striées; fréquemment, comme cela a lieu si souvent dans les cristaux d'anatase, une ou deux de ces facettes sont beaucoup plus développées que les autres, donnant ainsi aux cristaux un faciès dissymétrique. Ces faces striées correspondent certainement à plusieurs octaèdres, les uns extrêmemeut surbaissés, les autres au contraire, assez aigus ; il n'y a pas, du reste, possibilité de les mesurer. Enfin quelques-unes de ces lamelles portent l'indication de dioctaèdres.

A côté de ces cristaux lamelleux d'anatase, se rencontrent quelques cristaux très petits appartenant au type I. Ils sont colorés en jaune.

Au microscope, les lames couchées bien à plat sur p sont monoréfringentes ; elles permettent de voir en lumière convergente une croix noire (se disloquant un peu parfois) avec signe négatif.

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. J'ai rencontré de nombreux cristaux microscopiques (type III) d'anatase dans les diorites d'Eup, près Saint-Béat : ils s'y trouvent à la surface ou au voisinage de cristaux de sphène, aux dépens desquels ils se sont produits.

c) *Formation aux dépens des micas.*

L'anatase se rencontre assez fréquemment comme produit secondaire *microscopique* formé dans les roches d'origine variée (granites, microgranites, gneiss, micaschistes, cipolins) aux dépens de la biotite.

Elle constitue alors de très petits cristaux gris ou bleuâtres, appartenant aux types I et III. Ceux-ci sont souvent associés à la brookite et au rutile. Leurs propriétés optiques sont surtout faciles à observer quand leur hôte a été entièrement chloritisé et qu'il est devenu presque monoréfringent dans les sections p (001), sur lesquelles ils sont d'ordinaire couchés.

Je citerai particulièrement à cet égard : le granite du glacier des Gourgs Blancs (*Hautes-Pyrénées*), les porphyrites micacées de Pranal près Pontgibaud (*Puy-de-Dôme*).

d) *Formation d'origine incertaine.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. M. P. Gautier m'a remis un échantillon qu'il a recueilli à Avèze, non loin du gisement de bourno-

nite, décrit t. II, p. 704. Il consiste en un fragment du quartz laiteux qui constitue des amandes dans le gneiss de cette localité ; la paroi d'une fente d'environ 2^{cm} carrés est couverte d'un enduit cristallin jaune de miel foncé dont j'ai pu isoler quelques petites lamelles d'anatase, aplaties suivant la base (type III).

Le minéral originel aux dépens duquel s'est formée cette anatase a disparu, peut-être était-ce de l'ilménite?

4° *Dans les roches sédimentaires.*

L'anatase est un des minéraux lourds et durs qui se rencontrent dans le résidu ultime de la désagrégation des diverses roches constituant les gisements étudiés plus haut, mais il est particulièrement intéressant de retrouver ce minéral jusque dans des calcaires sédimentaires où il est mis en évidence par la dissolution de la calcite dans un acide.

M. Thürach (voir à *brookite*) l'a notamment signalé dans les dolomies triasiques de Sulzbad [*Alsace*], dans les marnes aptiennes de Bellegarde (*Ain*), dans les sables de Bracheux (*Oise*) et de Châlons-sur-Vesles (*Marne*), dans les sables tertiaires de Figanières (*Var*).

M. Cayeux l'a également trouvé (voir à *brookite*) dans la craie du Nord et du pays de Bray, dans celle (sénonien et turonien) du Sud-Ouest du bassin de Paris et enfin dans les tuffeaux éocènes. Les cristaux de tous ces gisements appartiennent aux types I et plus souvent II.

Les conclusions auxquelles conduit l'étude de ces minéraux ont été exposées à l'article *brookite*.

GROUPE DU RUTILE

Les minéraux qui constituent ce groupe sont quadratiques et isomorphes; ils présentent une remarquable analogie dans leurs formes dominantes et leurs macles : ceux dont les propriétés optiques sont

étudiables, sont très biréfringents, très réfringents et optiquement positifs. Ces minéraux sont les suivants :

Rutile.	TiO^2
Zircon	$(Zr,Si)O^2$
* *Thorite*	$(Th,Si)O^2$
Cassitérite	SnO^2
* *Plattnérite*	PbO^2
Polianite	MnO^2

La thorite et la plattnérite ne se trouvent dans aucun gisement français.

RUTILE

TiO^2

Quadratique.

$$b : h = 1000 : 455{,}486. \quad D = 707{,}107.$$
$$[a : c = 1 : 0{,}644154 \text{ (Miller)}]^1.$$

Formes observées : m (110), h^1 (100), h^3 (210), h^2 (310) ; $b^{1/2}$ (111) ; a^1 (101), $a^{1/3}$ (301).

Macles. 1° Macle suivant a^1 (101). Les axes verticaux des deux individus constituants font entre eux un angle de 114°26′.

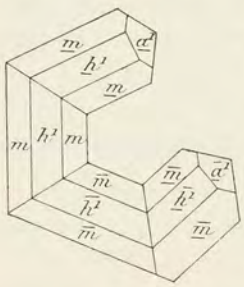


Fig. 1.
Rutile. Macle polysynthétique suivant a^1 (101).

Cette macle est la plus fréquente, à l'état macroscopique. Quand elle est constituée par deux individus elle constitue la *macle en genou*, semblable à la fig. 6 de la cassitérite (page 224) : elle est souvent formée par plusieurs individus et donne un groupement en couronne quand les faces a^1 de contact de ceux-ci sont toutes dans la même zone (fig. 1). Il existe aussi des groupements fermés de 6 ou 8 cristaux qui n'ont pas été trouvés dans les gisements français.

Cette macle se trouve aussi à l'état microscopique sous forme de

1. Des Cloizeaux a pris pour m (110) le prisme que je note ici h^1 (100), la hauteur restant la même ; par suite mon a^1 (101) = b^1 (112) (Dx), $a^{1/3}$ (301) = $b^{1/3}$ (332), $b^{1/2}$ (111) = a^1 (101) (Dx), etc.

bandes hémitropes qui, dans les sections basiques, servent de bissectrice aux clivages m (110).

2° Macle suivant $a^{1/3}$ (301). Cette macle, très rare à l'état macroscopique, donne naissance à un groupement en forme de cœur (fig. 2), dans lequel les axes verticaux des composants font entre eux des angles de 54°44′. Elle est au contraire très abondante à l'état microscopique.

3° Macle suivant $a^{2/9}$ (902). Cette macle est toujours polysynthétique et accompagnée de plans de séparation.

Les groupements réticulés de la variété *sagénite* sont dus à la combinaison de ces deux macles, maintes fois répétées. Ils diffèrent ainsi des groupements à 60° et 120° d'aiguilles groupées sur un minéral à symétrie ternaire (hématite) ou pseudo-ternaire (mica) qui a parfois disparu.

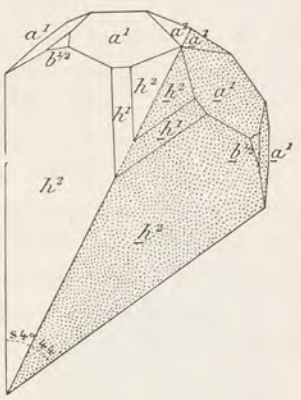


Fig. 2.
Rutile. Macle suivant $a^{1/3}$ (301).

	Angles calculés.
$m\ m$	90°
$m\ h^3$	161°34′
$m\ h^2$	153°26′
$m\ h^1$	135°
$h^3\ h^3$ sur h^1	126°52′
$h^1\ h^3$	153°26′
$h^2 h^2$ sur h^1	143° 8′
$h^1\ h^2$	161°34′
$a^1\ a^1$ sur p	114°26′
$a^1\ h^1$	122°47′
$a^1\ {}^{/3}1$	152°38′
$a^1\ a^{1/3}$	150° 9′
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur p	95°20′
$b^{1/2}\ m$	132°20′

	Angles calculés.
$m\ a^1$	112°31′
$a^1\ a^1$ adj.	134°58′
$h^1\ b^{1/2}$	118°26′
$h^1\ a^1$ sur $b^{1/2}$	90°
$b^{1/2}\ a^1$ adj.	151°34′
$*b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur a^1	123°8′
$h^2\ b^{1/2}$ adj.	129°43′
$h^2\ a^1$ sur $b^{1/2}$	61°2′
macle suivant a^1	
$m\ \bar{m}$	134°58′
$h^1\ \bar{h}^1$	114°26′
$h^1\ \bar{a}^1$	171°39′
macle suivant $a^{1/3}$	
$h^1\ \bar{h}^1$	54°44′

Faciès des cristaux. Les cristaux de rutile sont toujours allongés suivant l'axe vertical ; parfois cet allongement est tellement considérable que le minéral devient filiforme (*sagénite*, *cheveux de Vénus*) : les faces de la zone verticale sont cannelées. Suivant les échantillons, c'est h^1 (100) ou m (110) qui domine, mais à l'inverse de ce qui a lieu

pour le zircon et la cassitérite, l'octaèdre a^1 (101) est d'ordinaire plus développé que $b^{1/2}$ (111) (fig. 5.)

Un allongement suivant une arête $b^{1/2}\ b^{1/2}$, semblable à celui du type IV de la cassitérite, a été rencontré dans les cristaux de rutile des Black Hills et de Saxe : je crois pouvoir rapporter à un semblable allongement les aiguilles de rutile incluses dans quelques grenats.

Clivages. Clivages faciles suivant h^1 (100) et suivant m (110), très difficiles suivant $b^{1/2}$ (111).

Plans de séparation suivant $a^{2/9}$ (902) ; c'est l'existence de ces plans de séparation, inégalement faciles dans des cristaux de la Caroline du Nord, qui avait fait penser à l'existence d'une nouvelle forme rhombique (*edisonite*) de TiO^2. J'ai observé sur un cristal de Saint-Yrieix des plans de séparation répétés, parallèles à a^1 (101), dont les traces sur un clivage h^1 se coupent suivant un angle de 147°13′.

Dureté. 6, à 6,5.

Densité. 4,18, 4,25 à 5,2 (variétés ferrifères).

Coloration et éclat. Rouge, brun rouge, jaune, blond doré (sagénite) bleuâtre, violet, rarement vert. Poussière brun pâle. Transparent en lames minces, le minéral est alors brun rouge, plus rarement bleu.

Éclat métallique adamantin.

Propriétés optiques. Uniaxe positif (n_g).

$$\mathbf{n}_g = 2{,}9029 \text{ (Na) Bärwald}$$
$$\mathbf{n}_p = 2{,}6158$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}2871$$

Le rutile présente parfois des anomalies optiques consistant en lamelles maclées biaxes qui, dans les sections basiques, se montrent au milieu de plages uniaxes; leur plan des axes est parallèle aux faces m. En lumière convergente, on observe des images rappelant celles de la brookite, mais très dissymétriques (Vannes, Saint-Yrieix, etc.). Ces phénomènes ont été décrits par von Lasaulx qui les regardait comme dus à des lamelles maclées uniaxes inégalement inclinées sur la base. Mallard les a expliqués par des groupements de cristaux monocliniques.

Les aiguilles de rutile allongées suivant une arête $b^{1/2}\ b^{1/2}$ présentent dans leur zone d'allongement des extinctions obliques variant de 0° à 45° qui les ont fait récemment considérer par M. Holland comme constituées par un minéral triclinique.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. Groupements de

rutile et d'hématite. Ces groupements sont assez fréquents : le rutile est disposé sur les faces a^1 (0001) de l'hématite et de l'ilménite, de telle sorte que l'une de ses faces h^1 (100) coïncide avec la base de ce minéral : l'axe quaternaire est perpendiculaire à l'une des arêtes $a^1\,p$ de l'hôte. Souvent il existe en outre, d'autres cristaux disposés à 60° des précédents, de telle sorte que leur axe quaternaire est perpendiculaire à une arête $a^1\,e^{1/2}$ (0001) $(01\bar{1}1)$ de l'hématite.

Dans ces groupements, une face a^1 du rutile est sensiblement parallèle à une face p de l'hématite. [$h^1\,a^1$ (rutile) = 122°47′, $a^1\,p$ (hématite) = 122°30′], une autre face a^1 coïncidant avec une face $e^{1/2}$ de l'hématite : une face $b^{1/4}$ (221) du rutile coïncide à peu près avec une face e_3 $(22\bar{4}3)$ de l'hématite [$a^1\,b^{1/4}$ (rutile) = 118°46′, $a^1\,e_3$ (hématite) = 118°53′]. De ces analogies, depuis longtemps signalées par Vom Rath, Mallard et d'autres, M. Wallerant conclut que l'axe binaire du rutile, parallèle à l'axe ternaire de l'hématite, est en réalité un axe ternaire approché du réseau du rutile qui serait monoclinique.



Fig. 3.
Groupement régulier de rutile et d'hématite, implanté sur un cristal de quartz. (*Photographie un peu grossie.*)

Groupements de rutile et de micas. — Le rutile est fréquemment inclus en longues aiguilles dans les micas (surtout dans la phlogopite et la biotite) ; son origine est alors soit primaire, soit secondaire. Ces aiguilles sont régulièrement disposées parallèlement ou perpendiculairement aux faces m (110) et g^1 (010) de leur hôte et se coupent par suite suivant des angles de 60° et de 30°. C'est le même type de groupement qu'avec l'hématite.

L'existence de semblables aiguilles détermine le phénomène de l'astérisme que présentent parfois les micas ; la présence d'aiguilles de rutile dans certains grenats conduit au même phénomène.

Quant aux groupements plus ou moins réguliers de rutile et de brookite et d'anatase, ils constituent des paramorphoses de ces minéraux.

Composition chimique. La composition théorique est la suivante :

Ti =	60,0
O =	40,0
	100,0

Il existe toujours une petite quantité de fer ; les variétés contenant de 2 à 3 °/₀ de Fe^2O^3 sont noires et ont reçu le nom de *nigrine* ; celles qui en contiennent davantage, souvent plus de 10 °/₀, sont appelées *ilménorutile*, mais il est bien probable que dans un grand nombre de cas, le fer n'existe pas dans ces minéraux à l'état combiné, mais seulement sous forme d'ilménite à l'état de mélange physique (voir page suivante.)

Une variété verte chromifère a été signalée par Haüy. Le rutile de Saint-Yrieix renferme des traces de vanadium, de molybdène et d'étain.

Analyses du rutile.

a) de Gourdon (*Saône-et-Loire*) } par A. Salvetat (in Virlet
b) de Villeneuve (*id*) } *B.S.G.* III, 25.1846) ;
c) de Saint-Yrieix, par H. Rose, (*A.P.C.* XXX. 130).
d) de Saint-Yrieix, par M. Damour (in Dx., *op. cit.* II, 1986).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
TiO^2.....	97,96	98,47	98,47	97,60
Fe^2O^3...	1,96	0,72	1,53	1,55
Perte....	0,08	0,81	»	»
	100,00	100,00	100,00	99,15
Densité..	4,237	4,241	»	4,209

Essais pyrognostiques. Infusible. Le rutile se dissout dans le sel de phosphore, en donnant une perle incolore qui, chauffée au feu réducteur, devient violette en refroidissant. Si le minéral est ferrifère, la perle donne d'abord la couleur du fer et il faut ajouter un peu d'étain pour voir apparaître celle du titane. Le rutile fondu avec du carbonate de soude est dissous ; si l'on traite le produit de cette fusion par l'acide chlorhydrique, puis si l'on ajoute de l'étain à la dissolution très concentrée, on voit apparaître une coloration violette caractéristique du titane. Le produit de la fusion avec le carbonate de soude, placé dans une solution sulfurique de morphine, le colore en rouge cramoisi (voir à *ilménite*).

Insoluble dans les acides, même l'acide fluorhydrique (procédé d'extraction du rutile des roches où il existe à l'état microscopique).

Altérations. Malgré sa résistance aux actions chimiques des laboratoires, le rutile présente dans la nature d'assez fréquentes transformations secondaires.

Transformation en ilménite. — Cette transformation est une des plus fréquentes et me paraît constituer les variétés que l'on appelle *nigrine*, *ilménorutile*. La marche de la pseudomorphose peut être suivie facilement au microscope ; on voit l'ilménite, noire, opaque, se produire à la périphérie des cristaux de rutile, gagner de proche en proche le long des clivages et constituer dans l'intérieur du cristal lui-même de petites taches ou des lames qui sont translucides et brunes quand leur épaisseur est très faible (fig. 4).

Les analyses suivantes, publiées par von Lasaulx, ont été faites sur de semblables pseudomorphoses des environs de Vannes (*Z. K.* VIII. 51. 1883). Elles permettent de suivre le passage insensible entre le rutile et l'ilménite presque pure : *a*) représente la composition chimique du rutile pauvre en inclusions ferrugineuses ; *b*), celle du rutile déjà entouré d'une couronne périphérique d'ilménite ; *c*) celle d'un échantillon présentant à l'œil nu un aspect métallique très analogue à celui de l'ilménite, il n'est transformé que sur les bords ; *d*) celle de l'ilménite ne renfermant plus que quelques restes de rutile.

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
TiO^2	97,22	89,76	76,10	55,38
FeO	2,83	6,23	17,35	36,31
Fe^2O^3		3,88	5,40	8,25
	100,05	99,87	98,85	99,94
Densité.....	4,173	4,278	54,63	4,69

A Vannes, l'ilménite s'altère à son tour en une masse jaune ocreuse que M. de Limur a désignée sous le nom d'*hydrorutile* et que von Lasaulx considère comme étant peut-être formée par du sphène (leucoxène) altéré et par suite comparable au *xanthitane*. Les échantillons que j'ai examinés sont souvent riches en anatase formée aux dépens de l'ilménite (voir à *anatase*).

Transformation en sphène. — L'examen microscopique de nombreuses roches et particulièrement des amphibolites et des gneiss amphiboliques montre qu'il existe de nombreux groupements de rutile

et de sphène (leucoxène), il est facile de voir qu'ils sont d'origine secondaire et l'on peut souvent même suivre les étapes successives de cette épigénie.

La transformation inverse s'observe aussi dans d'autres gisements où c'est le rutile qui se forme par voie secondaire aux dépens du sphène.

Diagnostic. La couleur rouge, l'éclat, la netteté des clivages quadratiques, joints à la haute densité, constituent les meilleurs caractères extérieurs distinctifs du rutile. Dans les lames minces, sa couleur jaune, son relief et sa biréfringence énergiques ne permettent de le confondre avec aucun autre minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements de rutile sont nombreux et variés; ce minéral se trouve plus souvent encore comme élément microscopique des roches que comme produit cristallisé macroscopique. Je l'étudierai successivement :

1° Dans les roches éruptives.
2° Dans les schistes cristallins.
3° Dans les roches sédimentaires.
4° Dans les formations filoniennes.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Comme élément normal.*

α) Dans les granites et les pegmatites.

Le rutile est peu abondant comme élément normal des roches éruptives ; il existe cependant, sous forme d'inclusions, dans le quartz de certains granites et de certaines pegmatites. Je l'ai observé en très petits cristaux dans la granulite à cordiérite englobée dans les brèches basaltiques des environs du Puy (Rocher Corneille) (*Haute-Loire*). Les cristaux présentent les formes $mh^1\ a^1\ b^{1/2}$.

Le même minéral se trouve dans la pegmatite de la grève de Kerlérous en Saint-Pol (*Finistère*).

6) Dans les ariégites.

Le rutile est abondant en fines aiguilles dans le pyrope des roches pyroxéniques qui forment des filons minces dans la lherzolite de Prades (Ariège) et de Moncaup (Haute-Garonne), que j'ai récemment décrites sous le nom d'*ariégites*. Les aiguilles ont une extinction oblique et me paraissent allongées suivant une arête $b^{1/2}$ $b^{1/2}$, comme les cristaux de cassitérite de la Loire-Inférieure.

J'ai pu m'assurer par une séparation à l'aide de l'acide fluorhydrique que ces cristaux sont bien constitués par du TiO^2 ; les diverses hypothèses (disthène, etc.) proposées pour expliquer l'obliquité des extinctions de ces inclusions aciculaires dans le grenat de diverses localités ne sont donc pas exactes : elles sont du reste incompatibles avec la haute réfringence et la forte biréfringence du minéral qui nous occupe.

b) *Comme élément secondaire.*

Le rutile est au contraire très abondant comme élément microscopique secondaire dans la plupart des roches éruptives; il s'y forme notamment par altération de la biotite. Il est distribué dans la face *p* (001) de ce minéral, en longues aiguilles souvent régulièrement disposées parallèlement ou perpendiculairement à ses faces *m* (110) et g^1 (010). Elles sont accompagnées fréquemment de brookite et d'anatase qui s'en distinguent bien par leurs formes nettes, leur défaut d'allongement aciculaire et par leurs propriétés optiques.

Il est impossible de citer de gisements, ils sont légion, surtout dans les roches riches en biotite [granites, syénites et diorites micacées, minettes, kersantites et toute la série des roches lamprophyriques (orthophyres et porphyrites micacées)].

Plus rarement, le rutile se produit dans les mêmes conditions au milieu de la hornblende des diorites [contacts endomorphes du granite du col de Liauzès, près Ax (*Ariège*)].

Enfin, il n'est pas rare, associé ou non au sphène (leucoxène), parmi les produits de décomposition de l'ilménite des roches basiques (gabbros, diabases notamment).

2° *Dans les schistes cristallins.*

Le rutile est extrêmement abondant dans les schistes cristallins et c'est au milieu d'eux que se trouvent les gisements français les plus importants. En outre des localités étudiées plus loin, dans lesquelles ce minéral se trouve en gros cristaux, l'étude microscopique fait voir l'extrême dissémination du rutile dans les gneiss, les gneiss amphiboliques, pyroxéniques, les amphibolites, les pyroxénites, les *éclogites* et les micaschistes.

C'est particulièrement dans les amphibolites que l'on trouve de beaux exemples de transformation de rutile en ilménite et en sphène (leucoxène); j'en ai décrit notamment de bons types dans les roches du Morbihan et du Finistère (*B. S. M.* XII. 133 et 140. 1889).

Bretagne. — *Morbihan.* Le golfe du Morbihan renferme, au voisinage de Vannes, de nombreux gisements de rutile (anses de Salins, de Sené, de Conleau), découverts par M. de Limur (*op. cit.*) qui a fourni à von Lasaulx les éléments d'un travail intéressant (*Z. K.* VIII. 51. 1883). Ces cristaux, dont les formes sont rarement nettes, sont engagés dans le gneiss et l'on observe tous les passages entre le rutile pur, à clivages faciles et l'ilménite; la forme quadratique des cristaux est parfois visible, ainsi que les macles en genou ou les macles polysynthétiques.



Fig. 4.
Rutile se transformant en ilménite qui constitue le fond noir de la figure (anse de Conleau (*Morbihan*). Lame mince, parallèle à *p* (001). (*Photographie, lumière naturelle, grossissement de 20 diamètres.*)

La transformation du rutile en ilménite s'effectue par la périphérie, le cristal devient alors noir de fer et c'est en le brisant que l'on observe un noyau rouge, intact, quand toutefois la transformation n'a pas été totale. L'examen microscopique d'une lame mince, perpendiculaire à l'axe vertical du cristal de rutile (fig. 4) montre comment l'ilménite gagne de proche en proche

en suivant les clivages h^1 (100), de préférence aux clivages m (110); tantôt elle s'observe dans le rutile à l'état opaque, tantôt elle y forme des lamelles brunes translucides (voir les analyses page 195).

Les micaschistes et les amphibolites de l'île de Groix sont très riches en rutile; les beaux échantillons sont particulièrement abondants sur le flanc Ouest du ravin de Locmaria, vis-à-vis du gisement d'ilménite décrit plus loin. Le rutile s'y rencontre sous forme de grands cristaux noirs ou d'un rouge noirâtre, très allongés suivant l'axe vertical, souvent groupés en grand nombre à axes parallèles ou d'une façon très irrégulière. Ils sont très fréquemment ployés, contournés, brisés et ressoudés; leurs faces (m, h^1, $b^{1/2}$, a^1) sont généralement peu brillantes et arrondies; le rutile se trouve aussi en très gros cristaux rouges, engagés dans du quartz filonien.

Loire-Inférieure. Le rutile est particulièrement abondant dans les éclogites dont il est un des éléments constitutifs : il y présente parfois les macles microscopiques suivant $a^{1/3}$ (301) [Fay] etc. On l'y trouve en cristaux atteignant plus d'un centimètre et présentant souvent des faces planes et brillantes; ce sont les mêmes formes qu'à l'île de Groix (fig. 5). De beaux cristaux se rencontrent fréquemment aussi dans les veines quartzeuses qui traversent les éclogites; les gisements à citer sont la Gagnerie-du-Brignan en Bouvron, le Cellier, Saint-Philbert de Grandlieu.

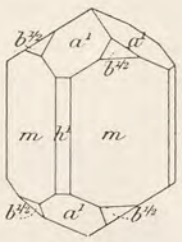


Fig. 5.
Rutile, forme commune.
(Groix, Arignac, Bournac, Lys, etc.)

Je n'ai pu savoir exactement où se trouve un gisement de rutile cité par Haüy (*op. cit.*, IV. 303. 1801) à Pont James ou les Noyers (Poitou) : peut-être s'agit-il de Pont James en Saint Colombin où il existe des éclogites, ou des Noyers en Saint-Paul en Pareds (*Vendée*), ce qui s'accorderait mieux avec l'indication Poitou : dans ce cas, ce minéral proviendrait des micaschistes.

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai recueilli de jolis cristaux de rutile à formes nettes, $m\,h^1\,b^{1/2}\,a^1$ dans les bancs silicatés des cipolins d'Arignac (fig. 5); ce minéral est accompagné de humite, spinelle, pargasite, phlogopite, etc.; les cristaux ne dépassent pas 3 millimètres suivant l'axe vertical.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Le rutile en aiguilles très petites, mais à faces brillantes est fréquent dans les gneiss et les granulites que l'on trouve en blocs dans les tufs basaltiques ; il est particulièrement abondant dans les leptynites grenatifères à diaspore de Bournac (fig. 5).

Puy-de-Dôme. Le rutile a été rencontré dans les gneiss à la côte d'Anchal près Pontgibaud et à Saugère en Servant ; il s'y trouve à l'état épars dans les terres labourées.

Haute-Vienne. Le rutile des environs de Saint-Yrieix-la-Perche est connu de longue date ; on le trouve dans cette région gneissique en cristaux épars dans les champs et les ruisseaux ; il est recherché pour l'industrie des produits chimiques. Les gisements précis se trouvent à Marsac et au Pont-Rompu, près Coussac-Bonneval et à Lacaux de Glandon. Ce n'est que rarement que l'on trouve le rutile adhérent au gneiss ou à du quartz. Le Muséum possède un échantillon dans lequel un fragment de cristal de rutile est englobé dans un mélange de quartz et de grosses baguettes de sillimanite.

Le rutile du Limousin est rouge foncé, parfois noir ; ses clivages sont souvent d'une très grande netteté ; sa composition a été donnée plus haut. J'ai passé en revue près de 150 kg. de fragments de rutile de cette région, j'y ai trouvé quelques cristaux à formes nettes m (110), h^1 (100), $b^{1/2}$ (111), a^1 (101), simples ou maclés suivant a^1. Ces macles sont généralement répétées et souvent un groupe de trois ou quatre individus est accolé sur un cristal plus gros qui possède l'orientation de l'un des éléments de la macle (fig. 6 à gauche). La fig. 6 (à droite) est la reproduction de l'unique macle en cœur suivant $a^{1/3}$ (301) macroscopique que j'ai rencontrée en France. Toutes ces macles n'ont que rarement des faces distinctes, il est probable que dans la zone verticale leurs faces arrondies, non mesurables, correspondent à h^2 (310).

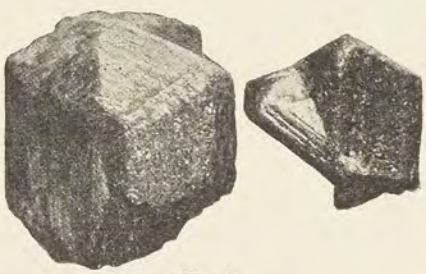


Fig. 6.
Rutile de Saint-Yrieix (*Haute-Vienne*). Macle suivant a^1 (101) à gauche, macle en cœur suivant $a^{1/3}$ (301). (*Photographie grandeur naturelle.*)

Le rutile abonde dans les gneiss, les leptynites d'autres parties du Limousin et notamment à la Grolière près Saint-Yrieix-sous-Aixe,

à Aixe-sur-Vienne, à Ferrussac près Saint-Léonard, etc. (Barret, *Géol. du Limousin*, 1821).

Saône-et-Loire. Le rutile existe en grande quantité dans la bande de gneiss passant par Gourdon et Villeneuve-en-Montagne ; ce gisement a été décrit par Virlet d'Aoust (*B. S. G.* III. 425. 1845) ; les localités les plus riches se trouvent à Gourdon, au Nord de l'église, au Champ Dubos près le hameau de Montbretange, ainsi qu'à Villeneuve. Les échantillons que j'ai recueillis à Gourdon sont les plus gros cristaux de rutile que j'ai observés en France ; ils atteignent 4^{cm} de plus grande dimension ; ce sont des prismes m (110), h^1 (100), avec $b^{1/2}$ (111) ; la macle en genou n'est pas rare (type de la fig. 6). Les cristaux ont des clivages prismatiques dont la couleur est d'un rouge magnifique et il est facile d'en isoler des lames translucides.

De même qu'à Saint-Yrieix, les cristaux ne se voient pas en place, ils gisent épars dans les terres labourées où l'on peut les recueillir après des pluies. Les faces des cristaux sont raboteuses, entourées de paillettes de biotite ; souvent le minéral se trouve enveloppé par du quartz.

Le rutile de Gourdon est assez abondant pour avoir été recherché pour l'industrie chimique.

3° *Dans les roches sédimentaires.*

Je réunis ici tous les gisements dans lesquels le rutile se rencontre au milieu des roches sédimentaires normales ou transformées au contact de roches éruptives ou par métamorphisme général ou dynamique ; l'anhydride titanique existant dans toutes les argiles, il est naturel de rencontrer du rutile sous forme cristalline dans les schistes résultant de la transformation de roches argileuses.

a) *Dans les roches sédimentaires métamorphiques.*

α) En l'absence de roches éruptives.

Le rutile est un élément microscopique presque constant des schistes argileux, des phyllades (schistes ardoisiers) (Ardennes, Anjou, etc.), des schistes micacés paléozoïques, des schistes lustrés des Alpes, etc. Il s'y présente souvent sous forme d'aiguilles capillaires extrêmement fines, mais parfois aussi leurs formes sont distinctes et se rapportent aux types habituels. Les cristaux maclés, d'ordinaire raccourcis suivant l'axe vertical, sont extrêmement fréquents et la macle en cœur

qui est si rare à l'état macroscopique est au contraire extrêmement répandue sous la forme microscopique : elle se présente alors avec une netteté de forme tout à fait schématique (fig. 2). Les phyllades des Ardennes, les schistes lustrés des Alpes (notamment ceux du Mont-Cenis) peuvent être cités d'une façon toute particulière à cet égard.

Le rutile des phyllades peut être aisément isolé par traitement à l'acide fluorhydrique de la roche finement pulvérisée ; il reste comme dernier résidu.

Le rutile se rencontre parfois dans les calcaires intercalés dans des phyllades. Le gisement suivant doit être particulièrement cité à cet égard.

Alpes. — *Savoie.* J'ai trouvé de jolis cristaux de rutile dans les calcaires à albite de Modane (voir tome II, p. 163) ; ils y sont peu abondants et il est rare de les rencontrer dans la roche, bien qu'ils atteignent souvent plusieurs millimètres suivant l'axe vertical. Ayant traité par l'acide chlorhydrique une centaine de kilogrammes de ces calcaires, j'ai pu extraire du résidu insoluble quelques grammes de cristaux de rutile ; j'ai en outre trouvé quelques jolis cristaux implantés sur ceux d'albite ou de quartz. Dans quelques cristaux d'albite, la proportion du rutile est telle qu'il les colore en noir.



Fig. 7.
Rutile réticulé (*Photographie grossie de moitié*).

Ces cristaux de rutile sont extrêmement brillants, très allongés suivant l'axe vertical, ils présentent la forme reproduite par la fig. 5, avec très fréquentes macles suivant a^1 (101) ; celles-ci se produisent souvent par enchevêtrement réticulé d'un grand nombre d'individus (type de la fig. 7, mais avec groupements à claire-voie).

De petits cristaux nets de sphène sont parfois embrochés par le rutile.

β) Au contact de roches éruptives.

Le rutile se trouve dans beaucoup de schistes métamorphisés par les roches éruptives et notamment par le granite, mais je ne l'y connais que comme élément microscopique. Il n'en est pas toujours de même

dans les calcaires modifiés par les ophites et les lherzolites des Pyrénées, car dans le gisement suivant j'en ai observé de jolis cristaux macroscopiques. Dans les autres gisements analogues de la même région (voir à *dipyre*), le rutile se trouve assez souvent en petits cristaux dans le résultat de la dissolution de ces calcaires par un acide.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Les beaux échantillons de tourmaline brun foncé, trouvés dans le gypse de Lys au voisinage des ophites (voir t. I, p. 105) sont accompagnés de fort jolis cristaux de rutile que l'on voit engagés dans le gypse laminaire dont il est facile de les séparer par dissolution aqueuse. Ces cristaux de rutile ont des faces très éclatantes ; un peu allongés suivant l'axe vertical, ils présentent les formes m (110), h^3 (210), h^1 (100), $b^{1/2}$ (111), a^1 (101) et probablement d'autres octaèdres que la petite taille des cristaux (ils dépassent rarement un millimètre de plus grande dimension) ne permet pas de mesurer. Ils appartiennent au type de la figure 5, mais avec grand allongement suivant l'axe vertical. Les macles suivant a^1 (101) sont fréquentes ; l'un des deux individus composants est généralement plus petit que l'autre ; ces macles sont souvent réticulées.

Haute-Garonne. De jolis cristaux de rutile se rencontrent dans les calcaires de Saint-Béat métamorphisés par l'ophite : ils sont engagés dans des masses vertes, constituées par de la fuchsite, de l'apatite, de la tourmaline associées à de la fluorine violette.

b) *Dans les calcaires sédimentaires et les alluvions.*

Le rutile en petites aiguilles ou en cristaux se trouve avec anatase dans le résidu du traitement par un acide des calcaires d'un assez grand nombre des régions indiquées, p. 175, à l'occasion de la brookite.

Enfin le rutile est fréquent dans les sables provenant de la désagrégation de tous les genres de gisements étudiés plus haut et s'y concentre avec les éléments les plus denses et les plus durs.

4° *Dans les formations filoniennes.*

a) *Dans les filons métallifères.*

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* M. Bréon a signalé le rutile en petit cristaux microscopiques dans le résidu du traitement par les

liqueurs denses du quartz des filons de pyrite oxydée de Chizeuil près Bourbon-Lancy (*B. S. G.* VIII. 291. 1880).

Alpes. — *Savoie.* Aux environs de Moutiers en Tarentaise, se trouve un très curieux gisement de rutile découvert par Héricard de Thury (*J. M.* XV. 401. 1803) et fournissant encore de très intéressants échantillons. Le rutile se rencontre dans un filon mince (0^{m}, 40) et dans de petits filons secondaires de moindre importance qui, au voisinage d'une masse de gypse, traversent les schistes argilotalqueux de Salins (rive gauche du Doron), au-dessous du hameau de Laschaux (l'Echaud de la carte d'État Major).

Le remplissage du filon est constitué par du quartz, de la calcite et de la sidérite ; le rutile en aiguilles jaunes d'or plus ou moins foncé, à éclat métallique extrêmement vif, est enveloppé par ces trois minéraux, mais surtout par la calcite. Il se trouve en outre en buissons de petites aiguilles dans les cavités naturelles du filon et dans celles d'origine secondaire produites par la transformation de la sidérite en limonite. Quand le quartz se présente en cristaux transparents à faces brillantes, on voit à travers celles-ci des aiguilles dorées de rutile, formant un très bel effet. La calcite englobe souvent de très larges lames d'hématite dans lesquelles ou sur lesquelles s'observent en abondance des aiguilles de rutile. Il est fort probable que les agrégats réticulés, analogues à celui que représente la fig. 17 et que l'on trouve parfois dans ce gisement, doivent leur orientation originelle à de l'hématite postérieurement disparue.

Par la couleur de son rutile et les conditions de sa formation, le filon de Laschaux occupe une place à part parmi les gisements de rutile.

b) *Dans les filons quartzeux et dans les remplissages incomplets des fentes.*

Le rutile n'est pas rare dans plusieurs des gisements de quartz hyalin décrits page 65, soit qu'il constitue de longues aiguilles dans le quartz lui-même, soit qu'il se trouve avec anatase, brookite, etc., en cristaux nets, recouvrant les parois des fentes de roches diverses. Cette catégorie de gisement qui fournit de si beaux cristaux dans le Valais est cependant moins bien représentée dans nos Alpes françaises.

Bretagne. — *Finistère.* De petits cristaux de rutile se trouvent à la surface des lames d'ilménite des filonnets quartzeux qui traversent

les schistes primaires de Locquirec. Ils sont, comme dans les cristaux du Valais, disposés régulièrement dans la face a^1 (0001) de l'ilménite, de telle sorte que leur axe quaternaire coïncide avec un des axes binaires de leur hôte (fig. 3).

Alpes. — *Massif du Mont-Blanc. Savoie.* Les fentes des schistes cristallins du massif du Mont-Blanc renferment quelquefois d'assez beaux cristaux de rutile, tantôt engagés dans du quartz et tantôt isolés dans des géodes de ce minéral ; ils rappellent alors par leur forme ceux de la vallée de Binn (fig. 5). Ils sont d'un brun rouge, très cannelés verticalement dans la zone prismatique, dont les faces sont rarement nettes ; les cristaux sont terminés par les faces a^1 (101) et $b^{1/2}$ (111) ; les macles par accolement ou par entrecroisement suivant a^1, les groupements réticulés (fig. 7) ne sont pas rares.

Le même minéral se rencontre aussi en fines aiguilles d'un blond doré dans le quartz hyalin et notamment au glacier des Bois.

Isère et Hautes-Alpes. Le rutile en fines aiguilles a été depuis longtemps indiqué en inclusions dans le quartz du Dauphiné et notamment aux alentours d'Huez et du glacier du mont de Lans.

On trouve aussi ce minéral en aiguilles entrecroisées (sagénite), intimement associées aux cristaux d'anatase de la région de Saint-Christophe. Il y est relativement peu commun. D'assez jolis échantillons analogues, d'un jaune d'or, se trouvent depuis peu de temps avec anatase sur les bords du torrent de la Plate Muratouse (rive gauche de la Romanche non loin de la Grave, *Hautes-Alpes*).



Fig. 8.
Quartz de Madagascar avec aiguilles de rutile. (*Cheveux de Vénus*). (*Photographie réduite de moitié environ.*)

Madagascar. — Le quartz hyalin de Madagascar est parfois extrêmement riche en aiguilles de rutile rouge ou blond doré qui peuvent atteindre jusqu'à un décimètre de longueur suivant l'axe vertical, avec une fraction seulement de millimètre de diamètre ; assez souvent cependant

ces cristaux sont plus épais, ils ont alors une belle teinte rouge et il est possible de définir leurs faces de la zone verticale (m et h^1).

Quand ces aiguilles sont très longues, très fines et entrecroisées, elles présentent dans les échantillons polis un enchevêtrement inextricable d'une belle couleur blond doré, qui en font des échantillons recherchés dans les collections (*Cheveux de Vénus*).

C'est probablement de ce même genre de gisement que provient un échantillon de rutile isolé que possède la collection du Muséum ; il est constitué par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'aiguilles d'un beau rouge et mesurant environ 2 cm. suivant l'axe vertical.

Aucun des échantillons de quartz hyalin à inclusions de rutile venant de Madagascar que j'ai étudiés ne portait d'indication précise de gisement.

Nouvelle-Calédonie. — De gros cristaux très cannelés de rutile, atteignant la grosseur du doigt, se trouvent engagés dans du quartz laiteux à Galarino. Le même minéral existe aussi, mais en moins gros cristaux dans les amandes quartzeuses des micaschistes d'autres gisements de la pointe N.-O de l'île, ainsi que dans les micaschistes eux-mêmes (vallée du Diahot, etc.). Ces cristaux offrent les formes communes (fig. 5) et la macle suivant a^1 ; ils sont parfois remarquablement tordus en S.

ZIRCON

$(Zr, Si)\ O^2$.

Quadratique.

$$b : h = 1000 : 452{,}7935\ ^1 \quad D = 707{,}107.$$
$$[a : c = 1 : 0{,}640347\ (Dx)].$$

Formes observées. m (110), h^1 (100) ; a^1 (101) ; $b^{1/2}$ (111), $b^{1/6}$ (331) ; $a_3 = (b^{1/2}\ b^{1/4}\ h^1)$ (311), $z = (b^{1/4}\ b^{1/6}\ h^1)$ (511).

1. J'ai adopté une hauteur moitié de celle choisie par Des Cloizeaux, afin de mettre en évidence l'isomorphisme du zircon et des autres espèces du groupe. Par suite $b^{1/2} = b^1$ (Dx) ; $b^{1/6} = b^{1/3}$ (Dx), a_3 (311) $= a_2$ (312) (Dx), z (511) $= z$ (512), etc.

Macles. La macle suivant a^1 (101) si fréquente dans la cassitérite et le rutile est rare dans le zircon et n'a pas été observée dans les gisements français.

Les mesures suivantes ont été prises sur des cristaux d'Espaly (Lx), et du Tonkin (Lx′).

	Angles calculés.	Angles mesurés.			
mm	90°		$h^1\ a^1$	90°	
mh^1	135°		$b^{1/2}\ a_3$	151°40′	151°35′ Lx′
a^1h^1	122°38′	122°35′ Lx′	$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. a^1	123°20′	123°22′ Lx′
$a^1\ a^1$ s. p	114°44′		$b^{1/6}\ b^{1/6}$ adj.	96°51′	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. p	95°40′	95°41′ Lx′	zz s. h^1	158°23′	
$b^{1/2}\ m$	132°10′	132°15′	$a_3\ a_3$ s. h^1	147°3′	
$b^{1/6}\ b^{1/6}$	40°24′		$b^{1/6}\ a_3$ adj.	154°54′	
$b^{1/6}\ b^{1/2}$	152°22′	152°20′ Lx	zz s. m	115°56′	
$b^{1/6}\ m$	159°48′		$z\ b^{1/6}$	147°58′	
h^1z	159°39′	159°40′ Lx′	$a_3\ a_3$ s. m	132°43′	
$h^1\ a_3$ adj.	148°19′	148°15′ Lx′	mz adj.	142°43′	
$h^1\ b^{1/2}$	118°20′	118°19′ Lx′	ma_3 adj.	143°19′	

Faciès. Le zircon est toujours cristallisé. Ses cristaux appartiennent aux trois types suivants :

Types I et II. Ces types sont caractérisés par l'allongement des cristaux suivant l'axe vertical ; l'un des prismes h^1 (100) (type I, fig. 2 et 3) ou m (110) (type II, fig. 12) domine, il est souvent associé à de petites faces m (110). Les cristaux sont toujours terminés par $b^{1/2}$ (111) dont les faces présentent souvent un développement très dissymétrique (fig. 4 et 5). Quand a_3 (311) est très développé, les cristaux ont un pointement très aigu (fig. 13). Ces deux types passent fréquemment de l'un à l'autre.

Les cristaux du type I affectent parfois l'apparence d'un rhombododécaèdre par suite d'un égal développement des faces h^1 et $b^{1/2}$ (fig. 6).

Type III. Les prismes sont réduits ou absents, l'octaèdre $b^{1/2}$ (111) domine (fig. 1 et 10) ou existe seul. Les faces de $b^{1/2}$ (111) sont parfois courbes.

Clivages. Clivages m (110) parfois très nets, clivages moins nets suivant $b^{1/2}$. Cassure conchoïdale.

Dureté. 7,5.

Densité. La densité moyenne est de 4,68 à 4,70, mais elle varie beaucoup entre les extrêmes 4,1 et 4,86 ; elle augmente après chauffage des cristaux au rouge, 4,863 (Espaly) (Church).

Coloration et éclat. Incolore, jaune ou brun enfumé (jargon), orange, rouge, brunâtre (hyacinthe), vert. La couleur est parfois variée dans un même cristal et distribuée suivant des zones parallèles aux faces *m* et $b^{1/2}$. Les variétés colorées perdent leur couleur par exposition à la lumière ou par calcination. M. Spezzia a montré que dans ce dernier cas les variations de couleur sont dues à de l'oxyde de fer (*Att. Sc. Tosc.* XII. 37. 1896). Poussière incolore.

Éclat adamantin. Transparent ou translucide.

Propriétés optiques. Uniaxe et positif (n_g.)

$$\mathbf{n}_g = 1{,}9682 \text{ (Ceylan) Sanger (D).}$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}9239.$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0443.$$

Le zircon présente parfois des anomalies optiques étudiées par Mallard, Brauns et Wallerant. Les cristaux taillés normalement à l'axe se montrent formés par quatre secteurs biaxes, séparés par les diagonales de la face, avec parfois une place centrale uniaxe; la bissectrice est parallèle à l'axe quaternaire, le plan des axes est un peu incliné sur la trace de l'un des plans diagonaux de la section, les quatre secteurs ayant une orientation symétrique par rapport à l'axe quaternaire : l'écartement de l'axe est faible. Mallard considère le minéral comme monoclinique.

Pléochroïsme. Les cristaux de zircon hyacinthe, examinés en lames d'une épaisseur supérieure à un millimètre, sont à peine pléochroïques, avec maximum suivant n_g.

Inclusions. Le zircon renferme assez souvent des inclusions microscopiques (inclusions liquides avec bulle, inclusions gazeuses et peut-être vitreuses, cristaux aciculaires de nature indéterminée).

Composition chimique. La composition théorique correspondant à la formule $(Zr, Si)O^2$ est donnée en *a*; il existe généralement un peu d'oxyde de fer.

Analyses du zircon d'Espaly.

a) par Berzelius (*P. A.* IV. 131. 1825);

b) par Nylander (*Act. Univ. Lund* II, *in N. J.* 488. 1870).

	a)	*b*)	*c*)
SiO^2.....	32,8	33,48	33,23
ZrO^2.....	67,2	67,16	66,03
Fe^2O^3.....	»	»	0,62
	100,0	100,64	99,88

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau; les variétés colorées se décolorent ou blanchissent. Le zircon finement pulvérisé et fondu avec de la soude dans un creuset d'argent, puis attaqué par l'acide chlorhydrique faible, donne une solution qui colore le papier de curcuma en orangé (ZrO^2). Décomposé par fusion par le carbonate de soude ou le sel de phosphore; réduit en poudre, il est attaqué difficilement par l'acide sulfurique concentré et bouillant.

Altérations. Le zircon est ordinairement très réfractaire à l'altération, mais dans quelques gisements, il s'hydrate et devient monoréfringent. Le produit d'altération qui en résulte a reçu divers noms (œrstedtite, auerbachite, malacon, etc.), il est étudié à l'article *malacon*.

Diagnostic. Le zircon se distingue de la thorite par sa dureté plus grande, par sa biréfringence, par sa résistance à l'action de l'acide chlorhydrique. Le xénotime qui possède la même forme que le zircon et une densité voisine (4,45 à 4,56) est moins dur (4,5); son clivage prismatique est parfait; après attaque par le carbonate de soude, la liqueur donne la réaction de l'acide phosphorique, de l'yttria, du lanthane et du didyme (voir aussi à *monazite*).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'étude microscopique a montré l'extrême abondance du zircon dans toutes les roches éruptives (surtout dans les roches granitiques et syénitiques), dans les schistes cristallins, les roches sédimentaires métamorphiques et enfin les sédiments résultant de la destruction des roches précédentes. Il s'y trouve toujours cristallisé.

Il est généralement le plus ancien des minéraux des roches qui le renferment, et se trouve par suite en inclusions dans tous les autres.

Inclus dans les micas (et surtout dans la biotite), dans les chlorites, dans la cordiérite, dans l'andalousite, parfois dans les amphiboles, les pyroxènes, etc., le zircon y détermine des *auréoles pléochroïques* intenses (voir à *biotite*).

Le zircon étant à la fois très lourd et très réfractaire à l'action de l'acide fluorhydrique, il est facile de l'isoler des roches qui le renferment par l'action combinée des liqueurs denses et de cet acide. On peut alors constater au microscope la netteté de ses formes : dans les granites, les cristaux appartiennent surtout aux types I et II, avec ou sans a_3 (311).

Dans les paragraphes qui suivent, je ne m'occupe que du zircon se présentant en cristaux macroscopiques.

1° *Dans les roches éruptives et les schistes cristallins.*

a) *Dans les roches granitiques*[1] *et syénitiques et dans les schistes cristallins.*

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* J'ai trouvé des cristaux de zircon dans les pegmatites à microcline blanc qui traversent les cipolins d'Itsatsou ; ils sont d'un brun chocolat et accompagnés de sphène de même couleur ; ils présentent des prismes très raccourcis m (110) $b^{1/2}$ (111), avec de petites facettes h^1 (100) (*B. S. M.* XIV. 324. 1891).

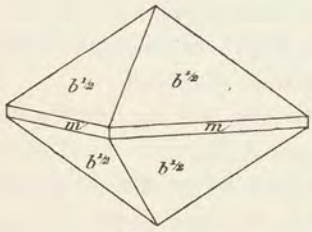


Fig. 1.
Zircon de Pouzac (Type III).

Hautes-Pyrénées. Des cristaux de zircon très petits, mais extrêmement nets et brillants se rencontrent dans la syénite néphélinique de la sablière de Pouzac (type III) ; ce sont des octaèdres $b^{1/2}$ (111), avec parfois des facettes m (fig. 1) ; ils sont d'un brun chocolat.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Je ne connais pas de gisement en place où l'on trouve des cristaux macroscopiques de zircon dans les granites et les gneiss et cependant c'est là qu'il faut chercher l'origine des cristaux de ce minéral qui sont si abondants dans les cendres volcaniques de la région. Des enclaves de granulites plus ou moins fondues, renfermant des cristaux nets de zircon, se rencontrent en effet dans les scories basaltiques des environs du Puy (Denise, le Croustet, etc.) et y ont été signalées dès 1821 par Bertrand Geslin (*Bull. soc. philom.* 165) : j'en ai moi-même observé plusieurs échantillons.

Puy-de-Dôme. Je n'ai trouvé nulle part de zircon macroscopique dans les roches anciennes en place de ce département, mais de beaux cristaux de ce minéral se rencontrent dans des granulites feldspathiques à grands éléments existant à l'état d'enclaves dans le basalte de Montaudou près Royat et plus rarement au cap de Prudelles. Ces cristaux rouges sont identiques à ceux d'Espaly décrits plus loin (types I et II) ; ils ont des arêtes vives et des faces planes.

Vosges. — *Haute-Saône.* M. Jecker m'a communiqué de petits octaèdres $b^{1/2}$ de zircon, d'un brun violacé, ayant 2 à 3 mm. d'arête ; ils

1. Voir à *Malacon*.

proviennent de la syénite rose qui, à Miélin, coupe le granite à hornblende de Servance.

Alpes. — *Isère*. J'ai isolé de très jolis cristaux incolores de zircon d'une amphibolite altérée provenant de Chanrousse.

Ils n'ont guère qu'un millimètre suivant l'axe vertical, mais ils sont remarquables par leur limpidité et la netteté de leurs faces m (110), h^1 (100), $b^{1/2}$ (111), a^1 (101) (fig. 11). Ils sont absolument incolores.

b) *Dans les sanidinites des trachytes.*

Plateau Central. — *Cantal*. J'ai trouvé du zircon en très grande quantité dans les sanidinites enclavées dans les trachytes de Menet (*les Encl. des roches volc.*). Il s'y présente avec des formes et des aspects variés, soit comme élément normal, soit comme produit drusique secondaire (voir page 215).

Les cristaux d'origine primaire sont d'un rouge plus franc que ceux d'Espaly, leurs faces sont brillantes ; ils ont en moyenne 2 à 3 millimètres de plus grande dimension. Ils appartiennent au type II et offrent les faces $m\ b^{1/2}\ a_3$.

J'ai recueilli un autre type de zircon dans une sanidinite compacte, riche en corindon ; les cristaux ne présentent que l'octaèdre $b^{1/2}$ (111) ; ils sont de couleur brune et ne dépassent pas un millimètre.

c) *Dans les roches basaltiques et dans leurs tufs comme élément énallogène.*

Les plus beaux cristaux de zircon que j'ai à étudier sont ceux qui se rencontrent dans les tufs basaltiques et plus rarement dans les basaltes eux-mêmes et dans les andésites augitiques, sous forme d'enclaves énallogènes ; ils résultent de la démolition de roches granitiques ou gneissiques dont on rencontre parfois en même temps des fragments non attaqués renfermant le même minéral à l'état intact. Le zircon de ce genre de gisement est accompagné de corindon qui a la même origine, ainsi que de divers minéraux (pyroxène, amphibole, magnétite) qui, eux, proviennent du magma volcanique.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Le zircon abonde en cristaux isolés dans les sables du petit ruisseau du Riou Pezzouliou près du village d'Espaly à la porte du Puy-en-Velay. Depuis fort longtemps, il y est recherché par les gens du pays. En 1774, Pasumot (*J. P.* III.

442), puis quatre ans plus tard, Faujas de Saint-Fond (*Recherches sur les volcans éteints du Vivarais et du Velay*, 185. 1778) ont décrit ce gisement et indiqué le procédé de lavage à la batée qu'employaient les paysans pour recueillir les cristaux qui étaient ensuite séparés à la main de la magnétite et du corindon. Les gros cristaux étaient vendus à part et les petits cédés à raison de « dix sols l'once à des Genevois qui viennent exprès les acheter ». Ces auteurs confondaient le minéral qui nous occupe avec le grenat.

Bien que le Riou Pezzouliou (ruisseau pouilleux) soit encore le gisement principal du zircon dans le Velay, ce minéral existe aussi dans les mêmes conditions, c'est-à-dire dans les tufs basaltiques d'un grand nombre d'autres localités et dans les sables provenant de leur lavage naturel. L. Pascal (*Étud. géol. Velay*, 1865. 400) a cité les suivants : le Croustet, Denise, Taulhac, Mons, Ours, Bilhac, Vialette et enfin le Coupet près Sainte-Elbe.

Le zircon se trouve aussi en cristaux engagés dans des roches compactes (basaltes, andésites augitiques à faciès basaltique) et dans les scories basaltiques de ces divers gisements, notamment aux orgues d'Espaly.

Aux environs d'Espaly, le Riou Pezzouliou et le Croustet d'où part ce ruisseau, fournissent réunis tous les types cristallographiques que j'ai observés dans le zircon du Velay. Les cristaux sont d'ordinaire d'un rouge hyacinthe, souvent absolument transparents ; plus rarement, ils sont verts presque incolores (par chauffage), jaunes, rouges ou de couleur brique et alors opaques, à aspect jaspoïde. La collection du Muséum renferme un petit cristal rouge hyacinthe à ses deux extrémités, blanc et craquelé dans sa partie médiane.

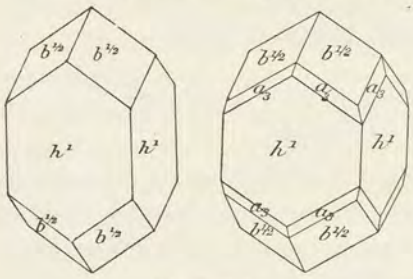


Fig. 2 et 3.
Zircon d'Espaly (Type I).

Il est extrêmement rare de trouver des cristaux à arêtes vives et à faces planes, le plus souvent les angles sont arrondis, les faces courbes. Pour observer des cristaux à arêtes vives, il faut les chercher dans les blocs de granulite imparfaitement fondue qui, comme je l'ai dit plus haut, constituent la gangue originelle de ce minéral. L'arrondissement des faces est dû à une attaque superficielle par le magma basaltique

qui les a englobés plutôt qu'à un commencement de fusion. Le cours du Riou Pezzouliou est du reste trop peu important pour que cet arrondissement des cristaux puisse être attribué à un phénomène d'usure, d'autant plus qu'à part le corindon, peu abondant relativement au zircon, tous les minéraux qui accompagnent celui-ci dans ces sables sont moins durs que lui. J'ai observé plusieurs cristaux de zircon ayant des faces creuses.

La forme la plus habituelle des cristaux d'Espaly, est celle du type I (fig. 2 et 3). Les cristaux sont assez allongés suivant l'axe vertical et présentent les faces h^1 (100) et $b^{1/2}$ (111) dominantes, avec souvent a_3 (311) et des faces m (110) plus ou moins développées (fig. 8, passage du type I à II).

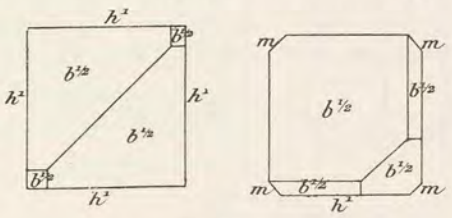


Fig. 4 et 5.
Zircon d'Espaly : projection sur la base de cristaux à pointement dissymétrique.

Très souvent, les faces $b^{1/2}$ du sommet sont inégalement développées, deux d'entre elles, et généralement deux faces opposées, présentent un développement exagéré donnant un pointement à apparence orthorhombique (fig. 4), alors que dans d'autres cas, le pointement a un aspect monoclinique (fig. 6).

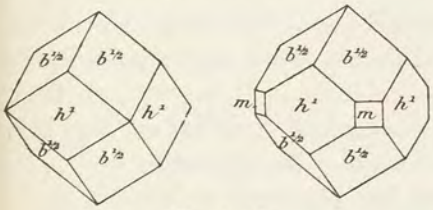


Fig. 6 et 7.
Zircon d'Espaly (Type I).

On trouve plus fréquemment encore des cristaux raccourcis suivant l'axe vertical (fig. 6 et 7) dont les faces h^1 et $b^{1/2}$ sont également développées, de telle sorte que le cristal, quand m n'existe pas, a l'apparence d'un rhombododécaèdre régulier (fig. 6) ; il rappelle la forme de certains cristaux de zircon de Miask.

Le type II, caractérisé par la prédominance du prisme m (110), (fig. 12) est assez rare à Espaly ; j'en ai cependant recueilli quelques bons cristaux, ce sont eux qui m'ont servi aux mesures données plus haut, deux d'entre eux ont en effet des faces planes et très brillantes. Je n'ai trouvé la forme $b^{1/6}$ que sur un seul cristal ; elle y est assez développée (fig. 9).

Le type III est très rare, je ne l'ai observé que dans deux cristaux

mesurant environ 5mm, que j'ai trouvés à Espaly et dans quelques très petits cristaux de la collection du Muséum provenant du Croustet ; je l'ai vu aussi dans de petits cristaux faisant partie d'une bombe de granulite de Denise. Dans ces cristaux, l'octaèdre $b^{1/2}$ est seul ou associé à de très petites facettes m (110) ou h^1 (100) (fig. 1 et 10).

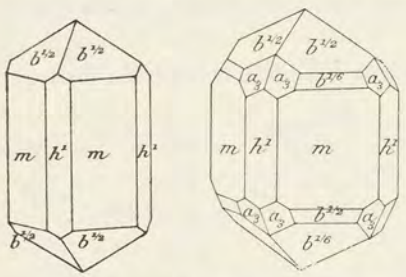


Fig. 8 et 9.
Zircon d'Espaly

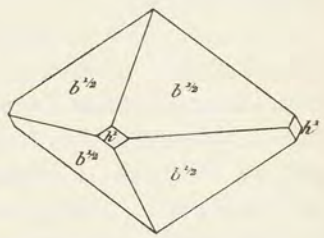


Fig. 10.
Zircon d'Espaly (Type II).

Dans les cristaux du Coupet se trouvent les types I et II ; le type II me paraît être plus fréquent que le type I, mais je ne saurais l'affirmer, car je n'ai observé qu'un petit nombre de cristaux de cette localité, alors que j'ai minutieusement passé en revue plus de 10 kilogr. de cristaux d'Espaly.

Dorlhac a décrit les cristaux du Coupet (*Soc. Acad. Puy*, XVI, 597). Il y a indiqué les formes représentées par la fig. 8, et en outre la combinaison h^1, m, $b^{1/2}$, a^1 (101), dont je donne ici la projection sur la base (fig. 11) ; je n'ai pas observé moi-même l'octaèdre a^1.

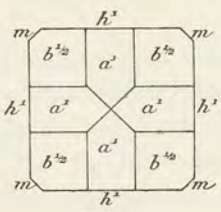


Fig. 11.
Zircon d'Espaly : Projection sur la base.

Puy-de-Dôme. Les pépérites et basaltes de la Limagne renferment comme assez grande rareté des cristaux de zircon semblables à ceux du Puy ; ils sont généralement isolés et souvent brisés (pépérites du château de la Grange près Saint-Jean d'Heurs, basalte de la Roche Savine). J'ai parlé page 210 des enclaves de granite à zircon du basalte de Montaudou et du cap de Prudelles.

d) *Dans les enclaves des roches volcaniques comme élément d'origine métamorphique.*

Plateau Central. — *Cantal.* Les sanidinites des trachytes de Menet ne renferment pas seulement les zircons décrits plus haut qui ressemblent comme forme à ceux d'Espaly et qui constituent un de leurs éléments normaux, j'y ai trouvé aussi de petits cristaux d'un rose pâle ou incolores, limpides, de la forme m (110), $b^{1/2}$ (111) (fig. 12); ils sont accompagnés de cristaux de sphène, très allongés suivant l'axe vertical, d'aiguilles d'apatite. Ces divers minéraux sont le résultat d'action de fumerolles, on les rencontre souvent en effet implantés sur les minéraux (sanidine, biotite) en voie de résorption.

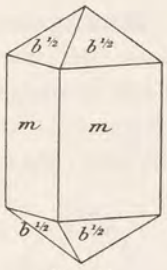


Fig. 12.
Zircon de Menet.
(Type II)

Puy-de-Dôme. C'est à un mode de formation identique qu'il faut rapporter de fines aiguilles roses de zircon qui se trouvent en assez grande abondance associées à de l'augite verte, de la magnétite, plus rarement de l'hypersthène, etc., dans les cavités d'andésites diabasiques, enclavées par le trachyte du Capucin au Mont-Dore. Les formes observées sont $m\ h^1\ b^{1/2}\ a_3$ (types I et II).

Les faces de ces cristaux sont souvent creusées de cavités irrégulières, comme celles qui sont si fréquentes dans les minéraux formés par voie de sublimation : parfois il n'existe dans le pointement que deux faces adjacentes $b^{1/2}$.

J'ai récemment rencontré des cristaux de zircon, identiques à ceux du Capucin, dans les enclaves énallogènes d'un filon de trachyte du Sancy (val d'Enfer) et de l'andésite du puy de Pallaret, sur le bord du chemin descendant à Vassivière.

2° *Dans les formations sédimentaires.*

a) *Dans les sables de formation actuelle.*

Le zircon, grâce à sa dureté, à sa résistance aux actions chimiques et à sa densité se concentre parmi les produits lourds des sables résultant de la désagrégation des roches éruptives et cristallines. Quand on traite par les liqueurs denses les sables d'une région où se rencontrent ces roches, on y trouve en quantité plus ou moins grande des

cristaux de zircon souvent microscopiques, mais avec des formes remarquablement nettes. A une époque où cette constatation n'était pas banale comme aujourd'hui, M. Michel Lévy a signalé ce minéral dans les sables du Mesvrin dans l'Autunois (*Saône-et-Loire*) (*B. S. M.* I. 39. 1878).

C'est pour la même cause que le zircon se rencontre dans le résidu du lavage de tous les sables aurifères passés en revue t. II, p. 427. Je ne citerai spécialement que les deux gisements suivants :

Madagascar. — Les lavages aurifères des environs de Mevatanana (Bélambo) ont fourni des cristaux de zircon rouge hyacinthe tout à fait identiques à ceux d'Espaly (type I) ; ces cristaux sont très roulés et souvent extrêmement arrondis, leur forme devient alors difficile à démêler ; ils sont accompagnés de cristaux de corindon bleu, de grenat, de cymophane et de tourmaline lithique, etc., et proviennent probablement des schistes cristallins ou des granulites, de même que les fragments de quartz hyalin et des autres minéraux qui les accompagnent.

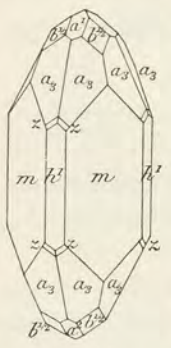


Fig. 13.
Zircon de Yen-Bay.

Tonkin. — J'ai observé dans les sables aurifères du fleuve Rouge (Yen-Bay) de très jolis cristaux limpides, incolores ou rosés de zircon : ils appartiennent aux types I et II, mais avec très grand développement des faces a_3 (311), qui donnent à leurs sommets une forme aciculaire. Il existe aussi de petites facettes z (511) et a^1 (101) (fig. 13). Ces cristaux sont accompagnés par des grains de disthène, de grenat, de magnétite et des lamelles d'or natif.

b) *Dans les roches sédimentaires d'âge varié.*

Le zircon se rencontre comme élément clastique dans un grand nombre de roches sédimentaires antérieures à l'époque actuelle et notamment dans les calcaires : on le trouve parmi les minéraux lourds restant après traitement de ces roches par l'acide chlorhydrique.

C'est ainsi que M. Thürach l'a signalé dans les calcaires et les dolomies sédimentaires de la plupart des gisements qui ont été cités dans des conditions analogues à la description de la brookite, de l'anatase et du rutile.

De même, M. Cayeux a observé en grande abondance ce minéral dans les assises crétacées et tertiaires du Nord de la France et du Sud-Ouest du bassin de Paris ; il a donné dans son mémoire précité une planche (pl. IX) représentant les nombreux aspects de ce zircon microscopique et qui répondent aux diverses formes étudiées plus haut; ces zircons renferment de fréquentes inclusions.

CASSITÉRITE

$Sn\,O^2$

Quadratique.

$$b : h = 1000 : 475{,}402. \quad D = 707{,}107.$$

$$[a : b = 1 : 0{,}67232 \text{ (Becke)}].$$

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100), h^2 (310), h^3 (210), h^5 (320) ; a^1 (101) ; $b^{1/2}$ (111) ; a_5 (321).

Macles. Macles suivant a^1 (101) extrêmement fréquentes, se produisant soit par contact (*bec d'étain*, *macle en visière*), soit par pénétration. Elles offrent des aspects variés, suivant que les individus composants appartiennent aux types I (fig. 6 à 9), III ou IV (fig. 13).

Ces macles souvent polysynthétiques donnent lieu à des groupements compliqués qui seront étudiés plus loin.

La macle suivant $a^{1/3}$ (301) n'est connue qu'à l'état microscopique dans des cristaux artificiels.

J'ai mesuré les angles de ce tableau sur de petits cristaux de la Villeder.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$m\,m$	90°	
$m\,h^5$	168°41′	168°39′ Lx
$m\,h^3$	161°34′	161°36′ Lx
$m\,h^2$	168°41′	
$m\,h^1$	135°	
$h^5\,h^1$	146°19′	
$h^3\,h^1$	153°26′	153°29′ Lx
$h^3\,h^1$	126°19′	
$p\,a^1$	146°10′	
$a^1\,h^1$	123°50′	
$a^1\,a^1$ sur p	112°10′	112°9′ Lx
$p\,b^{1/2}$	136°26′30″	
$*\,b^{1/2}\,m$	133°33′	133°30′ Lx
$b^{1/2}\,b^{1/2}$ sur p	92°53′	
$p\,a_5$	112°25′	
$p\,h^5$	90°	

	Angles calculés.	mesurés.
$m\ a_5$	155°1′	
$m\ a^1$	113°14′1	113°12′
$a^1\ a^1$ sur b^1	133°32′	
$a_5\ a_5$ av. sur m	118°18′	
$a_5\ a_5$ sur h^1	159°6′30″	
$h^1\ b^{1/2}$	119°10′	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ adj.	121°41′	121°12′
$b^{1/2}\ a^1$	150°50′	

	Angles calculés.	mesurés.
Macle suivant a^1		
$a^1\ \bar{a}^1$	135°59′	
$h^1\ \bar{a}^1$	168°15′30″	
$m\ \bar{b}^{1/2}$	161°41′	
$m\ \bar{m}$	133°32′	
$h^1\ \bar{h}^1$	112°10′	112°15′ Lx
$b^{1/2}\ \bar{b}^{1/2}$	141°31′	

Formes et faciès. La cassitérite se présente sous trois types distincts comparables à ceux du zircon.

Type I. Cristaux allongés suivant l'axe vertical avec m (110) dominant, toujours $b^{1/2}$ (111) et fréquemment a^1 (101) (fig. 4).

Type II. La présence du dioctaèdre a_5 (321) ajoutée aux formes du type I donne aux cristaux un aspect aciculaire très caractéristique (*Needle tin ore*) (fig. 18).

Type III. Cristaux octaèdriques, caractérisés par la prédominance de $b^{1/2}$ (111) (fig. 1 et 17), avec quelquefois h^1.

Type IV. Parfois les cristaux octaédriques du type III sont extrêmement allongés suivant une arête $b^{1/2}\ b^{1/2}$; les cristaux sont prismatiques suivant cette arête et présentent un aspect monoclinique (fig. 2), qui devient orthorhombique quand existe la macle suivant a^1 (fig. 13).

La base p (001) est relativement rare (fig. 5); les faces m (110) sont parfois ternes; les faces des zones $[b^{1/2}\ a^1]$ et $[h^1\ m]$ sont striées parallèlement à leurs intersections mutuelles; dans la zone verticale, les stries se transforment souvent en profondes cannelures.

Les macles sont très fréquentes surtout dans le gisement de la Villeder qui sera étudié plus loin.

Le nom d'*étain de bois* a été donné à une variété de cassitérite à cause de sa structure fibreuse et concrétionnée; sa couleur est brunâtre. L'*étain d'alluvion* est formé par des cristaux ou fragments de cristaux arrondis par le frottement.

Clivages. Clivages, h^1 (100) imparfaits, $b^{1/2}$ et m à peine distincts. Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 6 à 7. Fragile.

Densité. 6, 8 à 7, 1.

Coloration et éclat. Brune ou noire, plus rarement rouge, grise, jaune, blanche. L'examen microscopique fait voir que les cristaux de cassitérite sont presque toujours zonés de différentes couleurs (fig. 3). Poussière blanche grise ou brunâtre.

Transparente, translucide ou opaque. Éclat adamantin ; les cristaux sont souvent très éclatants.

Propriétés optiques. Uniaxe et positif (n_g).

$$\begin{aligned} n_g &= 2{,}0934 \text{ (Grübenmann) Na} \\ n_p &= 1{,}9966 \\ n_g - n_p &= 0{,}0968 \end{aligned}$$

Pléochroïsme. La cassitérite est pléochroïque dans les teintes jaunes et brunes : ce pléochroïsme est assez visible suivant les localités; le plus intense que j'ai observé (Hin Boun) se produit dans les teintes suivantes :

n_g = jaune brun à noir.
n_p = jaune d'or à gris de fer.

Composition chimique. La cassitérite est de l'oxyde d'étain presque pur, avec parfois des traces de Fe^2O^3, de Nb^2O^5, de Ta^2O^5. La composition théorique est la suivante :

Sn.....	78,6
O.....	21,4
	100,0

La cassitérite de Montebras est particulièrement riche en Nb^2O^5 qui, d'après les essais de Caron, s'élève en moyenne à 2 à 3 %, et exceptionnellement à 5 % (*C. R.* LXI. 1064. 1875) ; elle se rapproche par suite de l'*ainalite* de Nordenskiöld, qui renferme jusqu'à 9 % de Ta^2O^5. Pour le mettre en évidence, il faut chauffer au rouge sombre le minéral, avec 25 % de charbon, puis le reprendre par l'acide chlorhydrique bouillant qui laisse à l'état insoluble de l'oxyde noir de niobium. Ce résidu, traité par un courant de chlore sec au rouge se transforme en chlorure volatil qui, traité par l'acide chlorhydrique étendu, donne duNb^2O^5 facile à purifier à l'aide du sulfhydrate d'ammoniaque.

Essais pyrognostiques. Infusible. Au chalumeau, avec la soude, donne un globule d'étain métallique entouré d'un enduit blanc. A peu près inattaquable par les acides. Avec les flux, donne les réactions du fer dans les variétés ferrifères.

Diagnostic. La forme et les macles, le globule d'étain donné au

chalumeau, permettent de distinguer facilement la cassitérite des minéraux lourds qui l'accompagnent. Ce diagnostic est complété par la transparence en lames minces, la couleur différente suivant des zones régulières. La biréfringence est moindre que celle du rutile.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cassitérite est surtout un minéral d'émanation des granulites ; dans presque tous les gisements qui vont être passés en revue, elle se trouve en relation immédiate avec ces roches. On la rencontre beaucoup plus rarement dans des filons sulfurés. Je l'étudierai successivement :

1° Dans la granulite en cristaux disséminés.

2° Dans des filons en relation avec la granulite.

3° Dans des filons sulfurés.

4° Dans les alluvions.

Les gisements des trois dernières catégories seulement ont un intérêt économique, mais de fort beaux cristaux se trouvent parfois dans le premier genre de gisement.

1° *Dans les granulites.*

Je ne m'occupe ici que des gisements dans lesquels la granulite renferme de la cassitérite en l'absence de filons stannifères. Au voisinage de ces derniers, la granulite contient toujours ce minéral finement disséminé.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* De beaux cristaux de cassitérite se rencontrent dans les granulites riches en muscovite à Nantes même et dans ses environs immédiats (au-dessus du gué Moreau, route de Rennes, Doulon). Ces cristaux sont d'ordinaire noirs de fer, engagés soit dans le feldspath, soit dans le quartz ; ils atteignent plusieurs centimètres de plus grande dimension. Leur forme (type III) est celle de l'octaèdre $b^{1/2}$ (111) avec souvent a^1 (101) (fig. 1) ; ils sont fréquemment très allongés suivant une arête $b^{1/2}\,b^{1/2}$ et ont alors la forme de prismes de 121°45′, dans lesquels il est difficile au premier abord de reconnaître la cassitérite, surtout lorsque les faces $b^{1/2}$ supérieures de la figure 2 sont brisées ; ces cristaux sont quelquefois maclés suivant a^1.

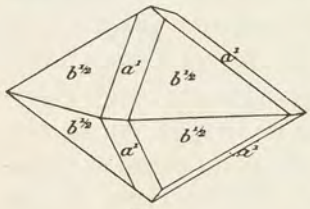


Fig. 1.
Cassitérite de Nantes (Type III) (*Loire-Inférieure*).

La cassitérite se rencontre sous les mêmes formes dans la pegmatite d'Orvault, avec tourmaline verte, rouge, etc.

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. Il existe dans la Haute-Vienne quelques gisements qui établissent le passage entre le type qui vient d'être étudié et les véritables filons stannifères. Au milieu du gneiss, se rencontrent des filons ou des massifs de granulite, traversés par des filons de pegmatite au milieu desquels, se trouvent des zones riches en lépidolite, topaze, albite, etc. et enfin des mouches de cassitérite.

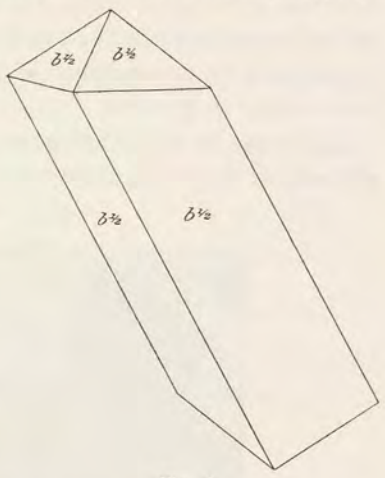


Fig. 2.
Cassitérite de Nantes, allongée suivant une arête $b^{1/2}$ $b^{1/2}$.

Les cristaux de ces gisements sont d'ordinaire de petite taille, noirs, opaques et appartiennent au type III, ils sont souvent maclés (fig. 10) (La Chèze près Ambazac, Chédeville en Saint-Sylvestre, Chanteloube, Mazataud au Sud de Bessines). A la Chèze et à Chédeville la cassitérite n'est que rarement englobée dans la lépidolite ; elle se trouve surtout dans les veines très feldspathiques, dépourvues de micas qui forment les salbandes des filons lépidolitifères.

La fig. 3 représente l'aspect habituel de la cassitérite dans les lames minces de ces granulites et met en évidence la structure zonée (brun et gris) à peu près constante dans ce minéral.

Allier. La granulite kaolinisée des Colettes et d'Échassières (Beauvoir) renferme, à l'état d'extrême division, de la cassitérite invisible à l'œil nu, mais se concentrant dans le résidu du lavage du kaolin en même temps que d'autres minéraux lourds (topaze, pyrochlore, etc.)

La cassitérite retirée des lavages d'Échassière est noire, ses cristaux ont la même forme que ceux de Montebras.

Le même gisement contient des rognons mamelonnés d'hématite, de psilomélane cuprifère ; plus rarement, on trouve la cassitérite dans de petits filonnets quartzeux (voir plus loin).

2° *Dans des filons quartzeux.*

Tous les gisements stannifères qui vont être décrits sont en relation

intime avec des granulites, ils sont à gangue quartzeuse ; ils ne constituent pas des filons épais comme ceux du Cornwall, mais plutôt des enchevêtrements de filonnets (stockwerk), parfois rapportés à une direction générale, comme cela est le cas à la Villeder. La cassitérite est généralement concentrée sur les épontes des filons, mais souvent aussi imprègne à leur voisinage la granulite ou les schistes plus ou moins transformés en greisen.

La topaze ne se présente en cristaux distincts dans aucun de ces gisements, mais constitue un élément microscopique existant parfois

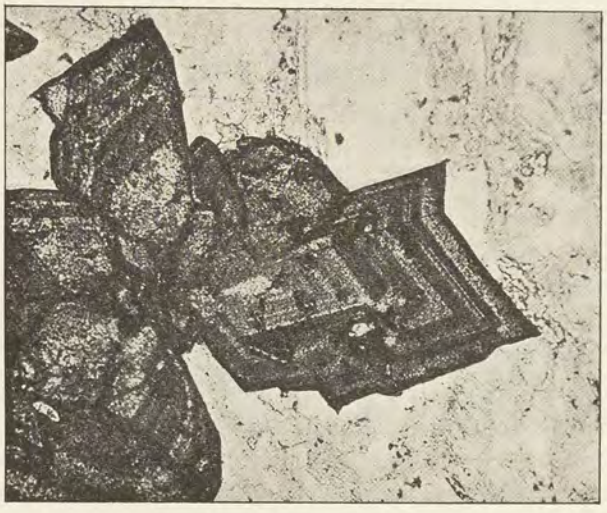


Fig. 3.

Cassitérite [macle suivant a^1 (101)], dans granulite à lépidolite d'Ambazac (*Haute-Vienne.*) *Photographie, lumière naturelle : grossissement de 45 diamètres.*

dans la granulite au voisinage des filons (Montebras). Le wolfram abonde dans quelques gisements (Meymac, Chaine de Blond), mais manque d'une façon absolue dans d'autres (La Villeder, Montebras) ; il en est de même pour le mispickel. Quelques-uns de ces gisements sont remarquables par d'autres particularités minéralogiques spéciales, telles que l'abondance du béryl (la Villeder), de l'apatite manganésifère (Montebras), de l'amblygonite (Montebras), de la molybdénite (Meymac, Chaine de Blond), etc.

D'une façon générale, la tourmaline et la fluorine sont rares ou absentes dans les gisements français.

Seul le gisement de la Villeder renferme avec quelque abondance de la cassitérite en cristaux drusiques.

Bretagne. — *Finistère*. De petits cristaux de cassitérite ont été signalés par le Dr Lehir (*Congrès scientif. de Saint-Brieuc*, 1873) dans une veine de quartz à Barnénez en Plouézoch.

Morbihan. Des filons de quartz contenant de la cassitérite existent dans les amphibolites de l'embouchure de la Vilaine près Penestin, dans les micachistes des environs de Questembert, à la Villaulan et à Pourmabon en Guégon près Guéhenno, mais c'est surtout au Sud-Ouest de Ploërmel que se trouvent les gisements importants; ils s'observent sur près de 4 kil. depuis Maupas en Saint-Servant jusqu'au moulin de la Villeder (ville d'Air) en Roc-Saint-André, où ils ont été autrefois plus particulièrement attaqués pour l'exploitation : ils sont tous abandonnés aujourd'hui.

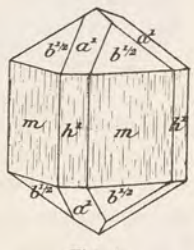


Fig. 4.
Cassitérite (Type I).
La Villeder.

La région stannifère renferme un faisceau, ramifié en stockwerk, de veines quartzifères dont quelques-unes prédominent; elles ont une orientation N. N. O. et se trouvent surtout au contact du massif de granulite de Plumelin et des schistes micacés cambriens. Elles s'observent aussi dans ces deux roches et passent sans déviation de la roche éruptive dans les schistes qu'elle a métamorphisés (*A. M.* VI. 381. 1834, VII. 181. 1844) et Lodin (*B. S. G.* XII. 145. 1883).

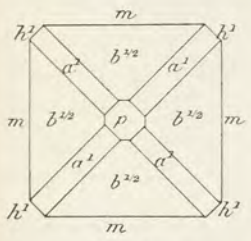


Fig. 5.
Cassitérite de la Villeder.
Projection sur la base.

J'ai étudié un très grand nombre d'échantillons de la Villeder, les uns se trouvent dans la collection du Muséum, les autres m'ont été obligeamment communiqués par M. de Limur; les cristaux de cassitérite de ce gisement peuvent être comptés parmi les plus beaux connus dans cette espèce minérale.

Le remplissage des filons est essentiellement constitué par un quartz bleu ou gris de fumée, très fétide au choc, très riche en inclusions liquides. La muscovite abonde; la cassitérite est en outre associée au mispickel, au béryl, à l'apatite, plus rarement à un peu de blende noire, de galène, de chalcopyrite. La fluorine jaune et la molybdénite

ont été trouvées au début seulement de l'exploitation et en très petite quantité.

La tourmaline est rare à la Villeder et paraît se trouver surtout dans un quartz différent de celui qui sert de gangue à la cassitérite, elle abonde au contraire dans les filons du Nord de la région, quand la cassitérite disparaît.

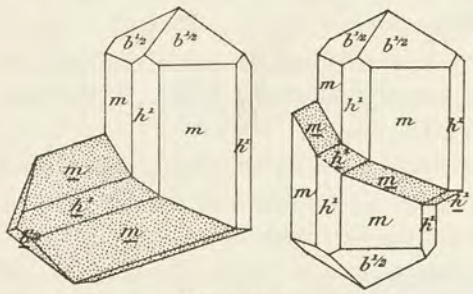


Fig. 6 et 7.
Cassitérite de la Villeder. Macle suivant a^1 (101) de cristaux du type I.

Le mispickel se rencontre dans le quartz, dans la granulite avoisinante, mais jamais dans les géodes, tandis que la cassitérite, le béryl, l'apatite et la muscovite se trouvent non seulement engagés dans le quartz, mais encore dans des cavités qui ont fourni les plus beaux cristaux. La cassitérite est fréquemment implantée sur les épontes dont elle est séparée parfois par une zone micacée.

Les très gros cristaux de cassitérite s'observent surtout dans des géodes au milieu du quartz ; les petits cristaux sont fréquemment englobés dans des agrégats très fragiles de délicates lamelles de muscovite.

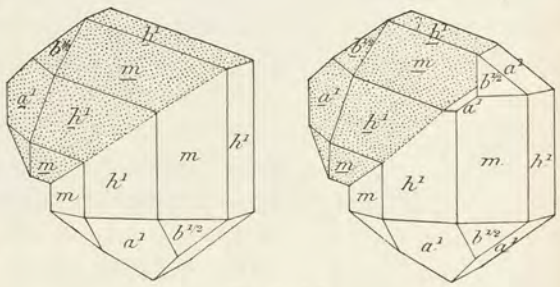


Fig. 8 et 9.
Cassitérite de la Villeder, macle suivant a^1 (101) de cristaux un peu aplatis suivant h^1 (100).

Le béryl est généralement antérieur à la cassitérite qui l'englobe, mais on trouve aussi ce minéral en beaux cristaux implantés dans des géodes sur ceux de cassitérite ; l'ordre de succession de la blende, du mispickel et de la cassitérite n'est pas moins variable.

La cassitérite de la Villeder présente un aspect très caractéristique : les cristaux engagés dans le quartz sont ordinairement d'un brun châtaigne inclinant vers le brun jaune brunâtre clair. Leurs faces prismatiques sont rarement planes et le plus souvent très profondément cannelées. Les cristaux des géodes au contraire ont des faces plus

nettes, ils sont extrêmement éclatants, leur couleur est plus foncée, ils sont parfois presque noirs.

Il n'est pas très rare de rencontrer de petits cristaux, fortement translucides ou même presque transparents dans les teintes d'un jaune brun. On peut constater alors, à l'œil nu, ce que le microscope

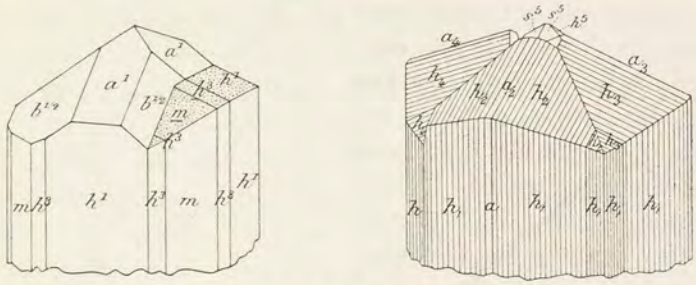


Fig. 10 et 11.
Cassitérite de la Villeder. (Macles complexes de cristaux du type I.)

montre presque toujours dans les lames minces, c'est-à-dire l'inégalité de la coloration suivant des zones plus ou moins régulières.

Les cristaux de cassitérite de ce gisement sont parfois de très grande taille ; la collection du Muséum en possède un mesurant 9 centimètres suivant l'axe quaternaire et 6 dans la direction d'un axe binaire. Les cristaux bipyramidés sont fréquents.

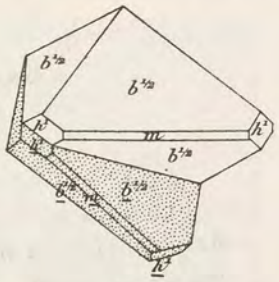


Fig. 12.
Cassitérite de la Villeder. Macle suivant a^1 de cristaux du type III.

La fig. 4 représente la forme habituelle ; les pointements sont toujours constitués par $b^{1/2}$ (111), avec fréquemment de petites facettes a^1 (101) qui très souvent sont inégalement développées ou même manquent partiellement. Elles sont très brillantes, généralement planes, à l'inverse des faces $b^{1/2}$ qui sont fréquemment très irrégulières et ondulées. J'ai rencontré dans un assez grand nombre de petits cristaux (atteignant rarement 1cm.) la base a^1 (001), qui ne constitue jamais qu'une très petite facette brillante (fig. 5).

Dans la zone verticale, les faces m dominent presque toujours, elles sont accompagnées de h^1, et parfois de h^2 (310), h^3 (210) et h^5 (320).

Les cristaux présentent souvent des déformations analogues à celles du zircon d'Espaly : elles consistent essentiellement en aplatisse-

ment suivant une face m ou un inégal développement des faces du sommet.

Les macles sont extrêmement fréquentes et présentent des faciès fort différents. Les macles binaires se rencontrent assez souvent, mais d'ordinaire un examen attentif permet de voir que chaque individu en apparence simple est lui-même constitué par des macles multiples. Les fig. 7 et 10 représentent des cas fréquents tout à fait identiques aux cristaux de Saxe et de Bohême décrits par M. Becke. On rencontre aussi en grande abondance des macles plus complexes.

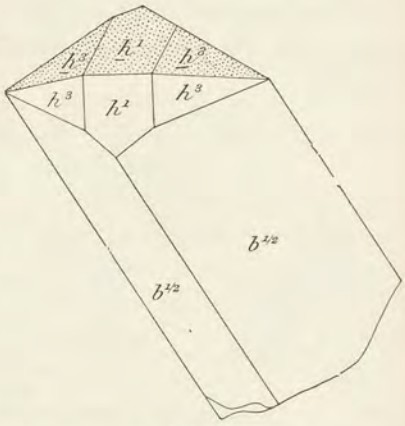


Fig. 13.
Cassitérite de la Villeder. Macle suivant a^1 (101) de cristaux allongés suivant une arête $b^{1/2}$ $b^{1/2}$ (Type IV).

Les fig. 6 et 16 représentent un type fréquent dans la cassitérite engagée dans le quartz : la face h^1 est peu développée, chaque cristal est très distinct et les angles rentrants sont constitués par les faces de la zone prismatique. Dans les petits cristaux des géodes, on rencontre quelquefois ce même type de macle dans lequel la face h^1 perpendiculaire au plan de macle dans les deux individus est très développée, l'allongement des cristaux étant moins accentué que dans les figures précitées. Il en résulte que l'angle rentrant des faces m ne constitue plus qu'une très petite gouttière (fig. 8, 9 et 14 en haut).

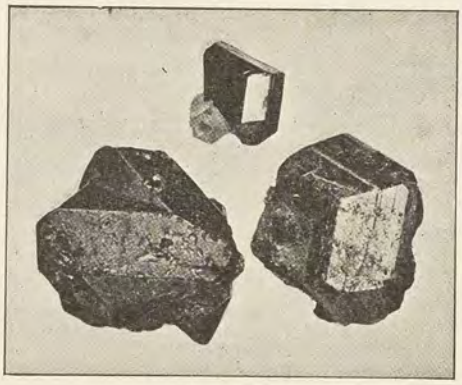


Fig. 14 à 16.
Cassitérite de la Villeder. Macles suivant a^1, dont les figures théoriques sont représentées par les figures, 8 (en haut), 12 (à gauche), 6 (à droite). *Photographie grandeur naturelle.*

La fig. 12 correspond au contraire à un type de macle rappelant celui de Schlagenwald : les individus constituants sont peu développés suivant l'axe vertical (type III) et les faces $b^{1/2}$ très larges ; ce sont

elles qui constituent le *bec d'étain*. Ce dernier type de macle est plus fréquent dans les cristaux des géodes que dans ceux engagés dans le quartz.

Enfin un dernier type de macle beaucoup plus rare que les précédents est celui constitué par un grand nombre d'individus ne présentant pas d'angles rentrants et ne montrant à l'extérieur que des faces prismatiques.

La fig. 11 représente, d'après M. Groth, un cristal faisant partie de la collection de Strasbourg et constitué par un groupement de cinq cristaux.

Enfin pour terminer, je signalerai de fort curieuses macles de deux cristaux allongés suivant une arête $b^{1/2}$ $b^{1/2}$: elles donnent un assemblage pseudorhombique (fig. 13). Je les ai observées dans des géodes de muscovite : les cristaux, remarquablement éclatants, à l'exception des faces h^3, sont souvent transparents et d'un brun jaune, avec zones plus foncées. Ils sont parfois plus compliqués que dans la figure 13, par suite de l'existence de très petites facettes m (110), h^3 (210), h^5 (320). Ces cristaux sont associés à d'autres, présentant un développement normal.

Loire-Inférieure. Des recherches ont été faites autrefois à la pointe de Penhareng près Piriac sur des filons de cassitérite. Les échantillons en masses cristallines que j'ai vus sont d'un brun violacé ; il existe aussi des cristaux distincts (fig. 4 et 6) qui rappellent comme aspect ceux de la Villeder. C'est le démantellement sur place de ces filons qui fournit la cassitérite des sables de Piriac.

Un filon de quartz à cassitérite exploité à une époque antehistorique a été signalé par M. Davy (*Bull. soc. sc. nat. Ouest*. VII. 281. 1897) à Abbaretz.

Anjou. — *Maine-et-Loire*. De petits amas de cassitérite brune se rencontrent dans les filons de quartz de Beaucouzé près Angers ; je n'y ai pas vu de cristaux nets.

La collection du musée de Strasbourg possède un échantillon de cassitérite noire avec macles du type de Schlagenwald (fig. 12) ; elle est indiquée comme provenant de Cornuaille (Maine-et-Loire) ; elle est associée à de la topaze (Groth. *Min. Samml.* 106). Peut-être y a-t-il lieu de faire quelques réserves sur l'authenticité de la provenance de cet échantillon, je n'ai pu me procurer aucune preuve de l'exactitude de l'existence de la cassitérite dans le voisinage de La Cornuaille. Peut-être l'étiquette aurait-elle dû porter Cornouailles (Cornwall) ?

Creuse. Le gisement de Montebras en Soumans est très différent des précédents au point de vue minéralogique. J'ai pu l'étudier en détail, grâce à l'obligeance de M. Morineau qui m'a autrefois facilité la visite de cette mine.

Au milieu du granite à pinite, se trouve un petit amas de granulite passant à une variété microgranulitique rose, riche en quartz bipyramidé, en albite et souvent en topaze microscopique. Cette roche et surtout le granite sont traversés par de nombreux filons stannifères de puissance très variable, depuis quelques centimètres jusqu'à plus de trois mètres. Ils s'observent aussi au contact mutuel du granite et de la granulite.

Les filons ont une composition minéralogique différente suivant leur direction. Les filons N. S. sont quartzeux et feldspathiques (orthose rosée), les filons N. 30°O. sont surtout constitués par du quartz grisâtre avec beaucoup de muscovite blanchâtre, jaune ou verdâtre.

Dans les filons E. 15° N, il y a peu de quartz, du feldspath rouge ou violacé, de l'apatite manganésifère, de la muscovite et enfin quelque peu de montebrasite. Enfin les filons à 15°N. sont ceux qui contiennent l'amblygonite et ses dérivés (turquoise, wavellite, morinite) dans une gangue quartzeuse.

A l'intersection de ces divers filons, on observe le mélange de tous leurs remplissage. Il existe aussi à Montebras des cassures N.N.E. à remplissage argileux dans lesquelles se trouvent assez souvent des paillettes de chalcolite.

Tandis que dans les filons N. S., et N. 30°O., la cassitérite se rencontre rarement en cristaux distincts et forme d'ordinaire des masses grenues ou compactes, dans les autres filons au contraire, elle est plus disséminée et existe parfois dans la muscovite ou dans les fentes du quartz en cristaux distincts.

La cassitérite de Montebras est niobifère (analyse *e*), d'un noir de fer très caractéristique ; la forme de ses cristaux diffère de ceux de la Villeder pour se rapprocher des cristaux des pegmatites de la Loire-Inférieure. Ce sont des octaèdres a^1 (101) (type III), souvent formés par des emboîtements à axes parallèles d'un grand nombre d'individus. Leurs faces présentent presque toujours les stries triangulaires que montre la fig. 17 ; elles sont fréquemment courbes. Les macles suivant a^1 (101) constituent une exception assez rare ; j'ai cependant recueilli dans les cavités d'un bloc de quartz, de petits cristaux qui

étaient tous maclés (type de la fig. 12). Les plus gros cristaux dépassent rarement 1^{cm} 5 suivant un axe binaire.

Au contact des filons, la granulite est très kaolinisée ; une exploitation pour l'extraction du kaolin a mis en évidence l'imprégnation de la roche par la cassitérite (5 à 6 millièmes) qui se concentre à la périphérie du massif.

Il existe à Montebras en très petite quantité des minéraux cuprifères ; ils ne se manifestent guère que par des produits de décomposition (turquoise, formée par altération d'amblygonite ; libéthenite, dans les fentes du feldspath, M. Morineau m'a signalé la cuprite). J'ai cependant vu un échantillon de cassitérite englobé par l'amblygonite qui teint son hôte en verdâtre sur la zone de contact. En traitant par l'acide azotique une petite quantité de cette cassitérite finement pulvérisée, j'ai obtenu une solution riche en cuivre et en acide sulfurique avec en outre un peu de soufre ; le minéral cuprifère est probablement de la chalcosite.

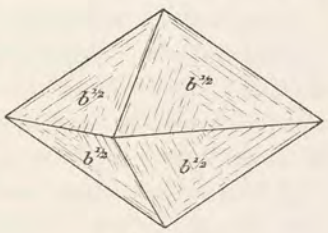


Fig. 17.
Cassitérite de Montebras (Creuse) (Type III).

On a vu que la chalcolite n'est pas rare sous forme de paillettes dans les croiseurs stériles N. N. E. ; elle se trouve aussi, disséminée dans toutes les fentes des filons ou des roches qu'ils traversent.

En résumé, la caractéristique de Montebras réside au point de vue minéralogique dans la composition et la forme de la cassitérite, et son association à l'amblygonite et à l'apatite manganésifère ; il faut signaler en outre l'absence du wolfram, de la tourmaline, l'absence presque complète du mispickel et de la molybdénite, que je n'y ai pas vu personnellement, mais que M. Morineau m'a dit avoir trouvés comme très grande rareté.

J'ai observé une seule fois seulement des lames de niobite dans un échantillon d'amblygonite.

Corrèze. Les filons quartzeux bismuthifères de Meymac (voir t. II, 387) renferment une petite quantité de cassitérite brune. Des recherches nouvelles ont été faites récemment sur ce gisement aujourd'hui abandonné, et ont montré que la cassitérite existe non seulement dans les veinules quartzeuses, mais aussi dans un greisen riche par places en molybdénite ainsi que dans la granulite. Dans cette dernière

roche, elle est extrêmement divisée et ne peut guère être mise en évidence que par le lavage à la batée. La cassitérite de Meymac est parfois englobée par du wolfram et associée à du mispickel ; elle est d'un brun foncé.

De Boucheporn a signalé (*Expl. géol. Corrèze*) la cassitérite à Ségur-sur-Vézère, au Nord de Pompadour.

Haute-Vienne. Le premier gisement français dans lequel ait été trouvée la cassitérite est celui de Puy-les-Vignes près Saint-Léonard. Ce minéral s'y trouve en très petite quantité dans un filon de quartz riche en wolfram (voir à *wolfram*).

Deux autres gisements stannifères existent dans la même chaîne granulitique de Blond : celui de Vaulry sur son flanc Nord, celui de Cieux sur le flanc Sud. Des recherches, aujourd'hui abandonnées, ont été faites sur ces gisements qui, à l'inverse du précédent, ne renferment plus le wolfram que comme accident minéralogique.

A Vaulry, les filons sont nombreux et minces (3 à 5^{cm}), enchevêtrés en stockwerk ; ils s'observent dans la granulite et dans les schistes voisins. La cassitérite est concentrée aux épontes des filons. Au contact de ceux-ci, la granulite est transformée en greisen, essentiellement formé de muscovite et de quartz avec cassitérite, dont les cristaux sont plus nets que ceux enveloppés par le quartz. Les minéraux accessoires sont nombreux : mispickel et ses produits d'altération (scorodite et pharmacosidérite), molybdénite, scheelite, wolfram, parfois abondants ; cuivre natif, cuprite, apatite, or natif (extrêmement rare), etc. L'autunite a été trouvée dans un petit filonnet de fluorine violette ayant 5^{cm} d'épaisseur et à son contact, dans la granulite.

Les associations minéralogiques sont les mêmes à Cieux (près du hameau de Monsac) où un filon de près d'un mètre de puissance se trouve au contact de la granulite et du granite. La cassitérite y est peu abondante et également localisée aux épontes du filon dans lequel ont été rencontrées des cavités tapissées de cristaux de quartz.

La cassitérite de ces divers gisements rappelle un peu comme aspect celle de la Villeder, les bons cristaux sont assez difficiles à trouver depuis que les recherches minières ont été abandonnées. J'en ai étudié quelques-uns provenant de la collection d'Haüy auquel les avait donnés M. de Cressac qui, au commencement du siècle, a été le premier à signaler ces gisements. Leur forme se rapporte aux types représentés par les fig. 4, 6, 7 et 10.

Dans le greisen, les cristaux nets ont des faces extrêmement brillantes rappelant par leur éclat les cristaux des géodes de La Villeder; j'y ai observé les formes habituelles à ce gisement; les macles sont assez fréquentes, le minéral est accompagné de beaucoup de mispickel.

La collection du Muséum possède une très belle macle de cassitérite formée de plusieurs individus et indiquée comme provenant de Vaulry. Cet échantillon ressemble beaucoup aux cristaux de Schlagenwald (fig. 12) ; son origine n'est guère douteuse, il provient de la collection de Gillet de Laumont faite au moment des premières recherches.

Charente. Les filons quartzeux de la roche Cambour, dont il sera question à l'article *wolfram*, renferment de la cassitérite brune.

Puy-de-Dôme. De faibles quantités de cassitérite ont été rencontrées dans le filon de quartz wolframifère de Pontgibaud, ainsi qu'au Sud de la mine de Roure, au voisinage d'Argentelle (Gonnard, *op. cit.*, 170).

Allier. J'ai observé quelques échantillons de quartz provenant des Colettes (voir page 221). L'un d'eux, adhérent à un morceau de greisen, est ponctué de cristaux de cassitérite (type I) d'un brun noir très éclatant ; ils ont 5 millimètres de plus grande dimension ; l'autre renferme des masses fibrobacillaires de cassitérite, associées à des octaèdres réguliers d'un minéral du groupe du pyrochlore.

Maures. — *Var.* La cassitérite accompagne le wolfram dans un échantillon à gangue quartzeuse de la Molle, près Cogolin, faisant partie de la collection Marcel de Serres.

Congo. — La cassitérite a été signalée dans les Monts de Cristal.

Madagascar. — Des filons stannifères ont été signalés dans la région d'Ambatofangehana ; je n'ai pas vu d'échantillons provenant de la grande île, et il y a lieu de faire des réserves à cet égard.

Tonkin. — Des filons stannifères sont actuellement prospectés à Tin-Tuc, à l'Ouest de Cao-Bank, dans le Nord-Est du Tonkin. Les échantillons de greisen stannifère (cassitérite d'un brun noir) que j'ai examinés m'ont été envoyés par M. Dupouy.

3° *Dans des filons sulfureux.*

Indochine. — *Laos.* Des gisements stannifères sont depuis longtemps exploités par les indigènes dans la province de Cammoun. Des

recherches y sont faites actuellement, dans la vallée du Nam-Pathène, affluent du Hin-Boun, qui est lui-même l'un des affluents de gauche du Mékong ; la mine porte le nom de Hin-Boun.

Je dois à M. Rueff une série d'échantillons qui ont un haut intérêt minéralogique, car ils me paraissent indiquer que la cassitérite de Hin-Boun se rencontre dans un gisement fort différent de tous ceux décrits plus haut. Le minerai est extrait à flanc de coteau dans une région calcaire, dépourvue de roches éruptives ; il paraît n'être pas en place, mais il est peu roulé et il est probable que les travaux en cours d'exécution feront trouver à proximité le gîte dont ils proviennent.

Le minerai est constitué par une limonite, tantôt caverneuse, tantôt compacte ou concrétionnée, dans laquelle on ne voit guère, à l'état disséminé que quelques cristaux prismatiques de quartz ; c'est là le minerai pauvre. Le minerai riche est formé par une masse très cristalline d'un beau jaune, très dense, constituée par des aiguilles de cassitérite et de quartz, imprégnées de limonite.

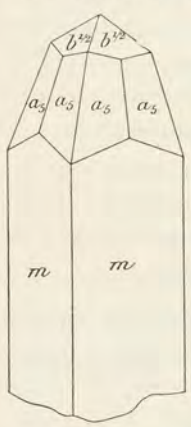


Fig. 18.
Cassitérite de Hin-Boun (Type II).

Le traitement de ce minerai par l'acide chlorhydrique bouillant m'a permis de purifier la cassitérite qui apparaît alors sous forme de cristaux, atteignant rarement 1 millimètre, ou de masses constituées par l'enchevêtrement de ces cristaux. Ils sont d'un gris jaunâtre et se montrent au microscope très transparents ; leur éclat est très vif et adamantin, mais leurs faces sont rarement planes ; elles sont creusées de cavités comme celles des cristaux extraits d'un calcaire par l'action d'un acide. La limonite les incruste donc profondément.

Ces cristaux de cassitérite appartiennent au type I et II ; ils sont très allongés suivant l'axe vertical et présentent les formes m, $b^{1/2}$, avec très fréquemment le dioctaèdre a_5 (321) qui prend un très grand développement et donne aux cristaux l'aspect bien connu du *need tin ore* du Cornwall (fig. 18). Les macles suivant a^1 (101) sont remarquablement peu nombreuses et toujours binaires.

Pour obtenir de jolis cristaux, il est nécessaire de traiter par l'acide chlorhydrique la limonite pauvre en cassitérite, dans laquelle les cristaux de ce minéral sont clairsemés et par suite plus nets ; ils se

groupent fréquemment en rosettes et sont presque transparents, quand ils sont très petits ; ils ne sont ni roulés, ni brisés, et sont incontestablement en place dans la limonite.

Examinés au microscope, ces cristaux se montrent très irrégulièrement colorés. Leur périphérie est souvent incolore, alors que leur centre est coloré de jaune ou de brun, avec pléochroïsme très net. La structure est zonée ou en sablier.

Dans aucun échantillon, je n'ai vu la cassitérite englobée par du quartz massif, mais ce minéral l'accompagne en cristaux, eux aussi automorphes et dispersés dans la limonite.

Le minerai riche se montre en lames minces constitué par un enchevêtrement miarolitique de baguettes automorphes de cassitérite, çà et là moulées par quelques cristaux allongés de quartz bipyramidés ; la limonite tapisse les cavités, mais paraît être un minéral de suintement et ne constitue pas d'épigénies en place.

Aucun des satellites habituels de la cassitérite : topaze, mica, apatite, wolfram, etc., ne se rencontre dans ce gisement. La limonite y est sans aucun doute d'origine pseudomorphique et elle occupe probablement la place de pyrite dont cependant je n'ai rencontré aucune trace, ni à l'état intact, ni sous forme de cristal pseudomorphisé, ce qui n'est d'ailleurs pas très étonnant tous les échantillons provenant de la surface.

Tous ces faits semblent indiquer que la cassitérite de Hin-Boun se trouve à l'état de minéral primaire dans le chapeau de fer d'un gîte sulfuré analogue à celui de Campliglia en Toscane, récemment étudié par M. Bergeat (*N. J.* 1901, I, 132). La comparaison s'impose aussi avec les filons sulfurés et en même temps antimoniés analogues de Potosi en Bolivie, car les analyses de l'étain brut extrait du minerai de Hin-Boun y indiquent l'existence de près de 4 °/₀ d'antimoine, et d'un peu de plomb.

4° *Dans les alluvions.*

Les alluvions stannifères constituent l'une des sources les plus abondantes de l'étain, elles résultent de la désagrégation des gisements du genre de ceux qui ont été étudiés plus haut. Elles jouent un rôle économique peu important en France, où elles n'ont pas été exploitées d'une façon active.

Les alluvions stannifères se trouvent généralement au voisinage presque immédiat des filons de cassitérite et souvent même sur leurs affleurements, quand la disposition topographique le permet. Ce n'est cependant qu'à une petite distance de ceux-ci que les dépôts deviennent fins et réguliers ; plus près des filons en effet, on trouve surtout des débris de ceux-ci fournissant de meilleurs échantillons de minéralogie, mais un minerai de richesse très inégale. Dans ces alluvions, la cassitérite se concentre en amas plus ou moins lenticulaires avec les autres minéraux durs et denses : grenat, magnétite, ilménite, or natif, etc.

Il est à remarquer que dans les gisements qui vont être signalés plus loin, l'or natif est un satellite constant de la cassitérite, alors qu'il n'a jamais été trouvé en place dans les filons eux-mêmes ou n'y a été rencontré que comme extrême rareté. La préparation mécanique réalisée par la nature a ainsi permis la concentration parmi ces éléments lourds de l'or n'existant qu'en quantité extrêmement faible dans le gisement originel. Peut-être aussi l'or natif a-t-il été mis en liberté par la décomposition de la pyrite ou du mispickel des filons qui souvent renferment au moins des traces de ces minéraux.

Bretagne. — *Morbihan et Loire-Inférieure.* Les dépôts superficiels de la zone littorale séparant les embouchures de la Vilaine et de la Loire renferment d'une façon presque constante de la cassitérite qui est assez abondante à Penestin (*Morbihan*) et à Piriac (*Loire-Inférieure*) pour avoir fait l'objet de tentatives d'exploitation. Elle y est accompagnée d'or natif. On a vu plus haut que des filons stannifères existent dans ces deux localités.

A Penestin (embouchure de la Vilaine), un mètre cube de sable renferme d'après Durocher de 10 à 15 kgm. environ de cassitérite et 0 gr. 50 d'or natif. M. de Limur y a trouvé en plus faible quantité des paillettes de platine natif. La magnétite, l'ilménite, le corindon, etc., s'observent dans les mêmes sables.

Une seconde région stannifère s'étend au Sud de Josselin sur les pourtours du massif granulitique séparant les vallées de l'Oust et de la Claye, notamment dans les communes de Guéhenno, Sérent, Lizio, Saint-Servant, etc. ; c'est dans cette région que se trouvent les filons de la Villeder. Là encore, la cassitérite est accompagnée d'or natif (voir t. I, p. 428).

La cassitérite de tous ces gisements d'alluvion est très fine loin des affleurements ; plus près d'eux, elle atteint la grosseur d'une noix.

Elle est, suivant les gisements, noire ou au contraire de couleur claire ; c'est là le cas notamment de la cassitérite de la seconde région dont il vient d'être question où l'on trouve parfois des grains de cassitérite d'un blanc très pur.

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. Toutes les rivières descendant de la chaîne de Blond empruntent aux filons stannifères, dont il a été question plus haut, la cassitérite qui se trouve dans leurs alluvions. Celles-ci sont aurifères et atteignent localement deux mètres d'épaisseur, elles seraient exploitables sur près d'un mètre à partir du fond. On peut citer en particulier les vallées du Grand Étang de Cieux et de la Glageole près Vaulry. La caractéristique, qui distingue ces alluvions stannifères de celles de Bretagne, réside dans la fréquence de petits fragments de wolfram, minéral qui, on l'a vu plus haut, est associé à la cassitérite dans les filons de cette région.

Je renvoie à la page 431 du tome II, pour l'indication des localités aurifères du Limousin qui renferment presque toutes en petite quantité de la cassitérite.

Creuse. M. Morineau m'a signalé l'existence de la cassitérite dans les alluvions des environs de Montebras.

POLIANITE

(*PYROLUSITE*)

$Mn\,O^2$

Le bioxyde de manganèse se rencontre surtout dans la nature en cristaux orthorhombiques (pyrolusite) qui ont été longtemps considérés comme la forme naturelle du $Mn\,O^2$. Il n'en est rien cependant, ces cristaux ne sont que des pseudomorphoses de manganite en polianite. C'est avec cette signification que j'emploie ici le terme de pyrolusite.

Quadratique.

$b : h = 1000 : 469{,}993$. $D = 707{,}107$.

$[a : c = 1 : 0{,}66467$ (Edw. Dana)].

Formes et faciès. La polianite a la forme dominante des cristaux prismatiques de cassitérite, avec tantôt $b^{1/2}$ (111) et tantôt a^1 (101) comme pointement dominant, avec ou sans a_5 (321) ; les cristaux se groupent à axes parallèles pour donner des cristaux à sommets arrondis et à aspect orthorhombique, ils se groupent aussi sur la manganite. Dans les gisements français, la polianite n'a pas été trouvée en cristaux indépendants ; elle constitue toujours des pseudomorphoses de manganite (*pyrolusite*).

Clivages. Clivage parfait suivant *m* (110). Cassure inégale. Fragile.

Dureté. 6 à 6,5. La pyrolusite est beaucoup moins dure : 2 à 2,5 ; mais cette dureté paraît due à la structure peu homogène des pseudomorphoses que constitue le minéral et à la finesse de ses aiguilles ; il me semble que l'on peut à ce point de vue comparer réciproquement la polianite cristallisée et la pyrolusite à la trémolite cristallisée et à ses variétés asbestiformes.

Densité. 4,80 à 5,026 (polianite), 4,73 à 4,86 (pyrolusite).

Coloration et éclat. Gris d'acier ou gris de fer. Poussière noire. Éclat métallique. Opaque.

Composition chimique. La composition théorique est la suivante :

Mn.....	63,1
O.....	36,9
	100,0

La pyrolusite renferme toujours une petite quantité d'eau due à une décomposition incomplète de la manganite.

Essais pyrognostiques. Infusible. Sur le charbon perd 12 % d'oxygène, en se transformant en $Mn^3 O^4$. Donne avec le sel de phosphore et le borax la perle colorée du manganèse (violet améthyste au feu oxydant et rose au feu réducteur).

Soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement de chlore.

Diagnostic. Voir à *manganite.*

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

N'ayant jamais trouvé dans les gisements français la polianite que sous forme de pseudomorphose (*pyrolusite*) de manganite, il ne me paraît pas possible de disjoindre l'étude des gisements de ces deux

minéraux, d'autant plus que dans la plupart d'entre eux, on trouve des passages nombreux entre la manganite intacte et des types de moins en moins riches en eau. Je renvoie donc plus loin à l'article *manganite*.

GROUPE DU CORINDON

Ce groupe comprend les deux espèces rhomboédriques holoèdres et isomorphes suivantes :

Corindon..... Al^2O^3
Hématite..... Fe^2O^3

Il faut y adjoindre le composé Ti^2O^3 qui n'a pas été rencontré dans la nature, mais qui existe comme mélange isomorphe dans les hématites titanifères $(Fe,Ti)^2O^3$.

CORINDON

Al^2O^3

Rhomboédrique : $pp = 86°4'$
$[a : c = 1 : 1{,}3630$ (Miller).]

Formes observées. a^1 (0001); p $(10\bar{1}1)$; d^1 $(11\bar{2}0)$; e_3 $(22\bar{4}3)$; $z = (d^{1/7}\, d^1\, b^{1/5})$ $(22\bar{4}1)$; $\theta = (d^{1/9}\, d^1\, b^{1/7})$ $(8.8.\bar{1}6.3.)$; $\omega = (d^{1/45}\, d^{1/3}\, b^{1/39})$ $(14.14.\bar{2}8.3)$.

Macles. Macles suivant p $(10\bar{1}1)$, souvent polysynthétiques, accompagnées de plans de séparation.

Les mesures suivantes ont été prises sur des cristaux du Coupet.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$^*a^1\ p$	122°26′	122°30′ Lx
$a^1\ e_3$	118°49′	118°53′ Lx
$a^1\ z$	100°24′	100°15′ Lx
$a^1\ \theta$	97°50′	
$a^1\ \omega$	94°30′	
pp	86°4′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$e_3\ e_3$ adj.	128°2′	128°10′ Lx
zz	121°5′	
$\theta\theta$	120°37′	
$\omega\omega$	120°12′	
pd^1	136°58′	136°50′ Lx

Faciès des cristaux. Les cristaux de corindon se rapportent à plusieurs types distincts.

Type I. Les cristaux dépourvus de base, sont essentiellement constitués par des isoscéloèdres très aigus passant à des prismes, et sont alors allongés suivant l'axe vertical.

Type II. Les cristaux dépourvus de base, sont constitués par des rhomboèdres p $(10\bar{1}1)$ ou des rhomboèdres aigus.

Type III. Les cristaux sont basés, plus ou moins allongés suivant l'axe vertical ; ils sont constitués par le prisme d^1 $(11\bar{2}0)$ avec ou sans isoscéloèdres, ou par des isoscéloèdres très aigus ; c'est le type de la plupart des cristaux français décrits plus loin.

Type IV. Les cristaux sont très aplatis suivant la base et bordés soit par un prisme (fig. 8), soit par le rhomboèdre p $(10\bar{1}1)$. Ces derniers cristaux ont la forme de ceux qui ont été obtenus dans les nombreuses synthèses effectuées depuis quelques années et notamment par fusion ; je ne pense pas que l'existence de semblables cristaux dans la nature implique nécessairement pour eux ce dernier mode de genèse ; l'étude des cristaux des contacts granitiques démontre en effet que des cristaux de cette forme s'y sont produits par un autre procédé.

Les cristaux de corindon ont rarement des faces brillantes ; leurs faces et leurs arêtes sont souvent courbes ou raboteuses. Les faces de la zone a^1 (0001), d^1 $(11\bar{2}0)$ sont souvent striées parallèlement à leur intersection mutuelle. Les faces a^1 (0001) portent des stries en escaliers parallèles aux arêtes a^1 p. Dans d'autres cas, elles possèdent des stries partant du centre et perpendiculaires aux arêtes a^1 d^1 (fig. 1).

Le corindon se trouve non seulement en cristaux distincts, mais en masses clivables ou plus ou moins finement grenues ; ces dernières sont généralement mélangées de magnétite, de spinelle, de mica, etc. et constituent l'*émeri*.

Clivages. Il n'existe pas à proprement parler de clivages, mais des plans de séparation parfois interrompus, suivant a^1 (0001), ainsi que suivant p $(10\bar{1}1)$, ces derniers sont dûs à des macles. Cassure inégale à conchoïde.

Dureté. 9.

Densité. 3,95 à 4,1.

Coloration et éclat. Colorations très variées : incolore, gris bleu, rouge, violet, vert, brun. Poussière incolore, blanc laiteux et opales-

cente. Le pigment coloré est d'ordinaire très irrégulièrement réparti (fig. 1) et souvent en rapport avec des accidents de structure.

Les variétés transparentes d'un rouge foncé constituent le *rubis*, les bleues, le *saphir*; les autres variétés suivant leur couleur portent le nom d'*émeraude*, de *topaze*, d'*améthyste orientale*, ou de *saphir vert*, *jaune*, *violet*.

Propriétés optiques. Uniaxe et négatif (n_p).

$n_g = 1{,}7676$	saphir	1,7675	rubis (Dx)
$n_p = 1.7594$		1,7592	
$n_g - n_p = 0{,}0082$		0,0083	

L'astérisme du corindon est dû à de petites inclusions aciculaires de rutile, groupées parallèlement aux arêtes p d^1 ou encore à des réflexions se produisant suivant les plans de séparation p.

Le corindon présente de fréquentes anomalies optiques consistant en plages biaxes mélangées à d'autres uniaxes, tantôt sans régularité, tantôt autour d'inclusions de zircon par exemple (von Lasaulx); elles sont plus souvent en relation avec les zones différemment colorées et M. Brauns s'est servi de cette observation pour les attribuer à l'action de mélanges isomorphes (Fe^2O^3, etc).

Mallard qui a décrit des cristaux divisés en secteurs réguliers considère ces propriétés comme dues à la symétrie rhombique du réseau : M. Tschermak le considère comme monoclinique.

Les phénomènes de biaxie sont nets dans quelques cristaux du Coupet et de la Mercredière, surtout dans ceux où ils sont en rapport avec la distribution du pigment bleu.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est fort net[1] dans le corindon, mais inégalement intense suivant sa couleur; il est surtout net dans les variétés bleues.

n_g = bleu
n_p = vert ou bleuâtre, ou incolore.

Phosphorescence. Phosphorescent avec une couleur cramoisie, donnant au spectroscope une double raie cramoisie.

1. Le pléochroïsme du corindon a été observé pour la première fois par Faujas de Saint-Fond (*Recherches sur les volcans éteints du Vivarais et du Velay*, 1778-1885) qui a décrit un cristal de saphir d'Espaly vert émeraude pour les rayons perpendiculaires à l'axe, et bleu foncé pour ceux parallèles à l'axe.

Composition chimique. La formule Al^2O^3 correspond à la composition :

$$\begin{aligned} Al &= 52{,}9 \\ O &= 47{,}1 \\ \hline & 100{,}0 \end{aligned}$$

Le corindon incolore a cette composition ; la coloration est d'ordinaire due à des traces de chrome ou de fer (pour certains saphirs). Les variétés non hyalines renferment quelques impuretés. Quant à l'émeri, c'est comme on l'a vu plus haut une véritable roche, riche en minéraux étrangers : magnétite, micas, etc.

Essais pyrognostiques. Infusible. Inattaquable par les acides et les alcalis. Attaqué complètement par fusion avec le sulfate de chaux ou le bisulfate de potasse. Longtemps chauffé avec la solution d'azotate de cobalt, donne la coloration bleue de l'alumine.

Altérations. Le corindon, malgré sa résistance aux agents chimiques des laboratoires, présente dans la nature de nombreuses altérations en divers minéraux auxquels il fournit de l'alumine : damourite, spinelles, disthène, sillimanite, margarite, etc.

Grâce à son infusibilité et en même temps à la résistance relativement grande qu'il présente à l'action des magmas volcaniques, trachytiques ou basaltiques, le corindon constitue avec le zircon le résultat ultime de la fusion ou de la digestion par ceux-ci de leurs enclaves de roches granitiques (voir plus loin) ; le corindon a subi cependant de la part du magma une corrosion superficielle, presque constante dans les cristaux du Velay.

Diagnostic. La forme, la dureté, la densité, la résistance aux agents chimiques constituent les meilleurs caractères distinctifs du corindon qui, dans les lames minces des roches, se distingue facilement en outre, grâce à sa très haute réfringence et sa biréfringence faible ; dans les roches, il est en général bleu.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le corindon se rencontre dans des gisements variés :

1° dans les roches éruptives ;
2° dans les roches métamorphisées par le granite ;
3° dans les schistes cristallins ;
4° dans les alluvions.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans la granulite.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* M. Baret a découvert à la Mercredière en le Pallet des cristaux de corindon (*B. S. M.* VIII. 438. 1885) qui ne se rencontrent qu'à l'état épars dans une terre cultivée. Le gisement se trouve près de l'hectomètre 8, à gauche et sur le bord de la route allant à la Haie-Fouassière (près du tournant d'un chemin voisin d'une petite construction). La région est constituée par des schistes précambriens granulitisés ; les talus de la route montrent en place un schiste amphibolique. Le corindon provient-il de cette roche ou d'un filonnet de granulite, c'est là ce que je ne puis dire avec certitude, les recherches que nous avons effectuées, M. Baret et moi n'ayant pu nous faire trouver le minéral adhérant à une gangue ; je l'étudie cependant ici, ses cristaux supportant parfois des paillettes de muscovite. Les cristaux ayant de 12 à 14^{mm} de plus grande dimension sont des isoscéloèdres imparfaits à faces raboteuses qui, sur a^1, montrent une coloration bleu foncé avec zones blanches dont la disposition est représentée par la fig. 1.



Fig. 1.
Corindon (saphir) de la Mercredière, face a^1, montrant l'inégale distribution de la couleur bleue (*grossissement de 5 diamètres*).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Un isoscéloèdre arrondi de corindon gris ayant 1^{cm}, 7 suivant l'axe vertical a été rencontré par M. Frossard (*B.S.M.* XIV. 77. 1891) dans un filon de pegmatite grise, entre Pouzac et Ordizan.

Ariège. J'ai trouvé de jolis grains de corindon d'un bleu foncé dans l'andalousite rose d'un filon traversant les micaschistes au col même de Cadènes, dans le massif du pic Saint-Barthélemy.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Des cristaux de corindon se rencontrent, bien que très rarement, dans les bombes de granulite qui abondent dans les tufs et brèches basaltiques de la Haute-Loire (le Croustet et Denise près le Puy, le Coupet) ; ils y accompagnent le zircon [1]. Je ne cite ici ces enclaves que pour rappeler qu'elles indiquent

1. Le soi-disant corindon bleu signalé autrefois au Mont-Blanc est le béryl étudié tome II, p. 20.

la véritable origine des cristaux de corindon que l'on rencontre épars dans les tufs ou englobés dans les laves et qui sont étudiés plus loin.

C'est également dans un fragment de granulite enclavé dans le basalte du Pertuis que j'ai trouvé de petits cristaux de corindon bleu.

Puy-de-Dôme. J'ai recueilli dans la néphélinite du Puy de Saint-Sandoux (Barneire) une petite enclave de granite, riche en cristaux prismatiques de corindon d'un beau bleu foncé qui mesurent 2 mm. suivant l'axe vertical.

Madagascar. — Des cristaux de corindon bleuâtre ou gris opaque m'ont été remis récemment comme provenant du Betsiriry, sans indication plus précise : ils présentent les faces a^1 p, avec d^1 ou des isoscéloèdres très aigus voisins du prisme. Ces cristaux sont associés à de la muscovite qui est fréquemment accolée sur leurs faces.

b) *Dans les roches volcaniques.*

Le corindon ne se rencontre comme élément normal d'aucune roche volcanique d'Auvergne, je l'ai seulement trouvé dans une enclave de sanidinite; il existe par contre avec une certaine abondance, comme enclave énallogène, dans un assez grand nombre de basaltes et de roches voisines.

α) Comme produit normal d'enclaves homœogènes.

Plateau Central. — *Cantal.* J'ai recueilli dans le trachyte de Menet une enclave homœogène de sanidinite, extrêmement riche en corindon; celui-ci doit être considéré comme un élément normal de cette sanidinite. Les cristaux ont des faces peu nettes et ne peuvent être détachés entiers; on distingue cependant leur forme hexagonale avec des plans de séparation difficiles suivant p $(10\bar{1}1)$ et a^1 (0001). Ils sont de couleur très pâle, d'un blanc laiteux avec des taches d'un bleu saphir; ils ne dépassent pas 5 mm. de plus grande dimension.

β) Comme enclaves énallogènes.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Le corindon n'est pas rare

1. La cordiérite hyaline d'un beau bleu est très abondante dans ces granulites, c'est elle que beaucoup d'auteurs ont signalée comme corindon.

dans les tufs et les brèches basaltiques du Velay, ainsi que dans le sable des ruisseaux résultant de leur désagrégation. Il y est connu depuis plusieurs siècles ; il était autrefois exclusivement recueilli dans le Riou Pezzouliou, près d'Espaly à la porte du Puy. Faujas de Saint-Fond a décrit ce gisement (*Rech. sur les volc. éteints du Vivarais et du Velay*, 1778. p. 187) qui est le même que celui du zircon. Les autres localités où le corindon a été rencontré sont : le Croustet d'où sort le ruisseau le Riou Pezzouliou, le volcan du Coupet (en Mazeyrat-Crispinhac et en Saint-Eble), Taulhac, Saint-Jean de Nay, Vialette, Bilhac, les Estreix, la Croix de la Paille, Sainzelle, Ours, Mons, etc., mais ce sont les deux premiers gisements qui ont fourni le plus de cristaux ; d'après L. Pascal, on aurait recueilli jadis en une seule année plus de 10.000 carats de corindon au Coupet.

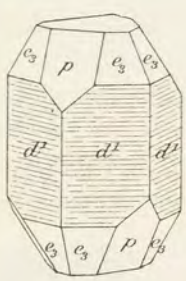


Fig. 2.



Fig. 3.

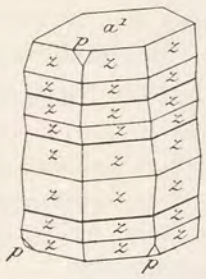


Fig. 4.

Corindon des tufs du Coupet (*Haute-Loire*).

Le corindon se rencontre parfois englobé dans le basalte (Croustet, Denise, Bilhac, Vialette, Taulhac, Vissac). Plus rarement encore, comme je l'ai dit plus haut, il est resté adhérent à la granulite qui constitue sa gangue originelle.

Parmi les nombreux cristaux que j'ai eu l'occasion d'étudier, les échantillons du Coupet sont les plus volumineux ; ils atteignent assez fréquemment 3 cm. de plus grande dimension, leurs faces sont presque toujours arrondies, corrodées par le magma basaltique qui les a englobés ; ce n'est que très exceptionnellement que l'on rencontre des cristaux intacts, présentant des faces assez brillantes pour se prêter à des mesures goniométriques.

Tous les cristaux que j'ai observés se rapportent au type III ; ils sont plus ou moins allongés suivant l'axe vertical, toujours basés, avec fréquemment des escaliers triangulaires sur a^1 (0001) (fig. 6). Ils pré-

sentent assez rarement le prisme hexagonal d^1 $(11\bar{2}0)$ seul (fig. 2); le plus souvent, il est accompagné ou remplacé par des isoscéloèdres aigus, dont les faces sont très irrégulièrement développées (fig. 6).



Fig. 5.

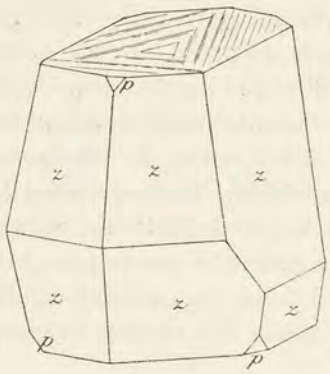


Fig. 6.

Corindon du Coupet à faciès dissymétrique.

Fréquemment les faces de l'une des extrémités du cristal prennent un développement exagéré aux dépens des autres, le cristal offre alors l'aspect hémimorphe de la fig. 5.

Très souvent les cristaux de corindon du Velay présentent des cannelures parallèles à une arête a^1 e_3; elles sont dues à des empilements à axes parallèles d'un grand nombre d'individus, ayant les mêmes formes, mais présentant un développement très inégal de leurs diverses faces; tel est le cas du cristal représenté par la figure 4.

Les deux seuls cristaux m'ayant fourni des mesures possibles sont, l'un, un petit cristal d'un bleu pâle, présentant les combinaisons a^1, d^1, p, e_3, avec faces d^1 très striées horizontalement (fig. 2), l'autre un cristal verdâtre offrant les formes a^1, e_3 et un isoscéloèdre voisin de θ $(8.8.\bar{1}\bar{6}.53)$, mais ne donnant pas avec a^1 de mesures assez nettes $(= 96°56')$ pour que l'on puisse affirmer qu'il en diffère.

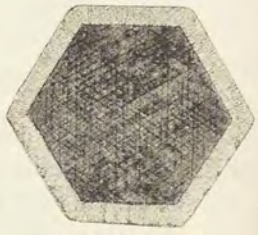


Fig. 7.

Corindon du Croustet montrant les stries dues aux plans de séparation suivant p : il est entouré par une zone fibreuse de sillimanite (*grossissement de 5 diamètres*).

Des mesures approximatives effectuées sur une série de cristaux à faces arrondies me font penser que les isoscéloèdres les plus habituels sur les cristaux communs sont z $(22\bar{4}1)$, θ $(8.8.\bar{1}\bar{6}.3)$ et ω $(14.14.\bar{2}\bar{8}.3)$. La figure 3 empruntée à M. Dana représente la réunion schématique de quelques-unes de ces formes.

Le rhomboèdre p $(10\bar{1}1)$, est assez fréquent, mais le plus souvent ne constitue que de très petites faces.

La collection du Muséum possède un petit cristal de corindon du Croustet qui est entouré par une croûte fibreuse de sillimanite semblable à celle qui est connue dans les cristaux de la Caroline du Nord. La fig. 7 représente cet échantillon qui paraît être une rareté parmi les corindons du Velay.

Madagascar. — J'ai observé récemment un gros cristal noirâtre de corindon, trouvé avec ferropicotite, dans les tufs basaltiques des environs de Diégo-Suarez (type de la fig. 6).

2° *Dans les roches métamorphisées par les roches éruptives.*

a) *Dans les contacts du granite.*

Bretagne. — *Finistère*. Le corindon n'est pas rare dans des enclaves de leptynolites rencontrées au milieu du granite de la petite carrière de Pont-Paul près Morlaix. Il est uniformément réparti dans la roche sous forme de petites tables hexagonales d'un bleu foncé ayant de 1 à 2 mm. de plus grande dimension et présentant les formes a^1 (0001) et d^1 (11$\bar{2}$0).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Le contact du granite et des schistes paléozoïques se voit aux environs de Cauterets, au pied de la Soum de Liar, vis-à-vis le pont de la route conduisant à la Raillière. C'est à environ 150 mètres au-dessus de ce pont, que j'ai recueilli, dans une leptynolite en place, de jolis cristaux de corindon avec les mêmes formes que celui de Morlaix. Ce corindon a été produit par le même procédé que celui de Pont-Paul et dans des conditions analogues, mais il se trouve dans une roche en place et non dans des enclaves, de telle sorte que l'on peut affirmer qu'il n'a pas cristallisé sous l'influence de la fusion ignée, mais bien sous celle de minéralisateurs.



Fig. 8.
Corindon de Pont-Paul et de la Soum de Liar (contacts du granite).

Haute-Garonne. L'examen microscopique de la gédrite[1] que l'on

1. J'ai indiqué page 638 tome II, que cette gédrite provient peut-être de schistes paléozoïques granulitisés. Cette hypothèse s'est trouvée vérifiée par la découverte de la gédrite faite par M. Nentien à Caillaouas (*Haute-Garonne*). Depuis lors, j'ai pu recueillir ce minéral en place, dans les schistes paléozoïques au contact du granite à la sortie même du lac de Caillaouas ainsi qu'au glacier des Gourgs Blancs.

trouve en blocs éboulés à Gèdres m'a fait y découvrir d'abondants grains de corindon bleu, mélangés à du spinelle vert.

Haute-Garonne. J'ai rencontré le corindon dans les mêmes conditions qu'à Gèdres, au lac de Caillaouas au fond de la vallée du Louron. Il y est associé à du spinelle vert, à de la staurotide, de l'andalousite, de la sillimanite dans des schistes métamorphisés par le granite. Le corindon et le spinelle enchevêtrés l'un dans l'autre forment souvent une gaine à la staurotide : il semble qu'ils se soient produits par corrosion de ce minéral.

b) *Dans les enclaves énallogènes comme produit métamorphique.*

Dans les cas qui ont été passés en revue plus haut, le corindon est un élément primordial d'enclaves énallogènes, il existe aussi dans d'autres enclaves énallogènes des trachytes et des andésites, mais comme produit dû à l'action métamorphique exercée par le magma volcanique. J'ai décrit des cas de ce genre dans « *les Enclaves des roches volcaniques* ».

Dans les fragments de gneiss englobés par le trachyte de Fontenille près Champeix, des Chazes près le Lioran, on voit fréquemment au microscope de grands cristaux d'andalousite transformés en partie ou en totalité en un agrégat de corindon et de spinelle vert (voir tome I, p. 31, fig. 11). Ce corindon incolore ou bleu en lames minces est toujours formé par des rhomboèdres basés à faces creuses.

3° *Dans les schistes cristallins.*

Pyrénées. — *Ariège.* La seule localité à signaler[1] dans ce genre de gisement (qui à Ceylan, en Birmanie et au Siam fournit les rubis et les saphirs) est celle d'Arignac. J'y ai rencontré le corindon bleu en grains microscopiques dans les cipolins intercalés dans les gneiss ; il y accompagne le spinelle, la phlogopite, les humites, etc.

4° *Dans les sables et dans les alluvions.*

Le corindon se rencontre dans les sables résultant de la désagrégation des diverses roches indiquées plus haut comme constituant le gisement

1. Le corindon existe toutefois comme élément microscopique normal dans certains gneiss à cordiérite du Puy-de-Dôme : je l'ai en effet trouvé en cristaux anciens dans les enclaves gneissiques à cordiérite, andalousite des trachytes du Capucin au Mont-Dore.

originel de ce minéral. Il s'y concentre, grâce à sa grande dureté et à sa résistance aux actions chimiques avec les autres minéraux lourds (zircon, grenats, métaux précieux, etc.). Je ne m'occuperai pas des gisements (Bassins de l'Océan, de la Méditerranée, Morvan, etc.), où ce minéral ne se trouve qu'en grains microscopiques. Leur seul intérêt est de montrer que le corindon est plus abondant comme élément des roches qu'on ne le suppose généralement. Je citerai seulement un gisement important, en plus de celui d'Espaly que j'ai décrit dans un autre paragraphe à cause de ses relations constantes avec les tufs basaltiques.

Madagascar. — Les sables aurifères des environs de Mevatanana, (Suberbieville) et ceux d'Ambositra, de Bétafo ont fourni des cristaux de corindon présentant la plus grande analogie avec ceux du Coupet, mais possédant, dans la plupart des échantillons que j'ai examinés une teinte uniforme d'un bleu extrêmement foncé ; aussi ne peut-on en extraire pour la taille que des saphirs d'un bleu presque noir.

J'ai observé cependant aussi des corindons limpides, roses ou verdâtres, dans des résidus de lavage du Bélambo que je dois à l'obligeance de M. Suberbie. Leurs cristaux, très roulés, sont accompagnés de zircon rouge, de grenat, de spinelle, de cymophane, de tourmaline polychrome. Il me semble probable que leur gisement originel devra être recherché dans des filons granulitiques ou dans les gneiss.

Il est à noter que le corindon et le spinelle d'un vert clair de ce gisement ont une couleur tellement identique qu'il est nécessaire de les examiner en lumière polarisée pour pouvoir les distinguer l'un de l'autre.

HÉMATITE

(*OLIGISTE*)

$Fe^2 O^3$.

Rhomboédrique : $pp = 86°10'$.

[$a : c = 1 : 1{,}35914$ (Miller [1])].

1. M. Dana adopte avec Kokscharoff $pp = 86°$ d'où $c = 1{,}3656$. Voici la

Formes observées. a^1 (0001) ; d^1 (11$\bar{2}$0) ; e^2 (10$\bar{1}$0) ; p (10$\bar{1}$1), a^4 (10$\bar{1}$2), a^2 (10$\bar{1}$4) ; $a^{1/2}$ (01$\bar{1}$5) ; b^1 (01$\bar{1}$2), $e^{1/2}$ (01$\bar{1}$1), e^4 (02$\bar{2}$1) ;

Isoscéloèdres : b^2 (11$\bar{2}$3), $\varphi = (b^{1/7}\, b^{1/10}\, b^{1/13})$ (1.1.$\bar{2}$.10) ; $e_3 = (d^{1/3}\, d^1\, b^1)$ (22$\bar{4}$3), $z = (d^{1/7}\, d^1\, b^{1/5})$ (22$\bar{4}$1), $\omega = (d^{1/9}\, d^1\, b^{1/7})$ (8.8.$\bar{1}$6.3).

Scalénoèdres directs : e_5 (42$\bar{6}$5), $e_{19/4}$ (15.8.$\bar{2}\bar{3}$.19), $e_{22/5}$ (17.10.$\bar{2}\bar{7}$.22), e_4 (32$\bar{5}$4), $\sigma = e_{10/3}$ (7.6.$\bar{1}\bar{3}$.10), $e_{39/12}$ (17.24.$\bar{5}\bar{1}$.39), $e_{19/6}$ (13.12.$\bar{2}\bar{5}$.19), $e_{37/12}$ (25.24.$\bar{4}\bar{9}$.37) voisin de e_3 (21$\bar{4}$3) ; scalénoèdres inverses : $e_{59/24}$ (35.48.$\bar{8}\bar{3}$.59) voisin de $e_{5/2}$ (34$\bar{7}\bar{5}$), e_2 (12$\bar{3}$2), $e_{8/5}$ (3.10.$\bar{1}\bar{3}$.8).

Macles. 1° Macles suivant l'axe ternaire se produisant par des modes variés, soit par accolement, soit par pénétration : *a*), suivant la base a^1 (0001), (fig. 18), *b*) suivant un plan perpendiculaire à a^1, c'est-à-dire suivant une face de la zone verticale, qui est généralement e^2 : dans ce dernier cas, tantôt la macle est binaire (fig. 9) et tantôt elle se produit un plus grand nombre de fois (fig. 10), donnant même parfois naissance à un assemblage à symétrie pseudosénaire (fig. 12). Les macles binaires présentent le plus généralement dans l'hématite du Mont-Dore un allongement plus ou moins considérable suivant l'arête pa^1 de la zone qui contient la face d'accolement de la macle.

2° Macles suivant p (10$\bar{1}$1), parfois linéaires (fig. 15). Elles se présentent parfois comme dans le corindon, sous forme de lames polysynthétiques, et déterminent alors des plans de séparation parallèles à p.

Les angles mesurés suivants ont été observés par M. Schweitzer sur les cristaux de Framont (S.), par M. Gonnard (G.) ou par moi-même sur ceux du Mont-Dore (Lx.), de Beni Saf (Lx^1.), de Pouzac (Lx^2.), de Pontacq (Lx^3.), de Saint-Arnaud (Lx^4.).

correspondance des symboles de Lévy en Miller pour les formes données plus haut :

a^1	(111)	e^1	(11$\bar{1}$)	e_4	(41$\bar{1}$)
d^1	(10$\bar{1}$)	b^2	(210)	$e_{10/3}$	(10.3.$\bar{3}$)
e^2	(11$\bar{2}$)	φ	(13.10.7)	$e_{39/12}$	(39.12.$\bar{1}\bar{2}$)
p	(100)	e_3	(31$\bar{1}$)	$e_{19/6}$	(19.6.$\bar{6}$)
a^4	(411)	z	(71$\bar{5}$)	$e_{37/12}$	(37.12.$\bar{1}\bar{2}$)
a^2	(211)	ω	(91$\bar{7}$)	$e_{59/24}$	(59.24.$\bar{2}\bar{4}$)
$a^{1/2}$	(221)	e_5	(51$\bar{1}$)	$e_{5/2}$	(52$\bar{2}$)
b^1	(110)	$e_{19/4}$	(19.4.$\bar{4}$)	e_2	(21$\bar{1}$)
$e^{1/2}$	(22$\bar{1}$)	$e_{22/5}$	(22.5.$\bar{5}$)	$e_{8/5}$	(85$\bar{5}$)

	Angles calculés.	mesurés.
$a^1\ a^2$	158°35′	
$a^1\ a^4$	141°53′	141°48′ Lx^4
$a^1\ p$	122°30′	122°33′ à 45′ S
$a^2\ p$	95°37′	94°29′ S
$a^1\ e^2$	90°	
$a^1\ a^{1/2}$	162°34′	162° env. G
$a^1\ b^1$	141°52′	141°46′
$a^1\ e^{1/2}$	122°30′	122°50′ Lx^2
$a^1\ e^1$	107°40′	107°38′ Lx^1
pe^1 adj.	129°50′	129°49′ Lx^1
$a^1\ \varrho$	164°48′	164°30′ S
$a^1\ b^2$	137°49′	137°4′ Lx
$a^1\ e_3$	118°53′	118°38′ Lx′ 53′ Lx
$e_3\ e_3$ s. d^1	122°14′	122°12′ Lx^1 25′ à 30′ S
$e_3\ z$	161°32′	161°28′ Lx^2
$a^1\ z$	100°25′	100°20′ Lx, 30′ Lx^2
zz sur d^1	159°10′	159°15′ Lx^1
$a^1\ \omega$	94°33′	94°38′ Lx^1
$a^1\ d^1$	90°	
$a^1\ e_2$	115°43′	115°43′ Lx 50′ Lx
$a^1\ e_5$	121°3′	121° Lx
$a^1\ e_4$	120°19′	
$a^{1/2}\ a^{1/2}$	149°56′	
$a^2\ a^2$	143°7′	
$a^4\ a^4$	115°22′	115°18′ Lx^3 32′ Lx^4
$^*pp$	86°10′	
pb^2	152°42′	
pb^1	153°5′	
pd^1 adj.	90°	
$d^1\ b^1$ adj.	90°	
$b^1\ b^1$ s. a^2	115°22′	
$b^1\ a^2$	147°41′	
$e^{1/2}\ e^{1/2}$	86°10′	
$e^1\ e^1$	68°47′	
pe_5	163°43′	163°41′ S 42′ Lx
$pe_{19/4}$	162°54′	162°57′ G
$pe_{22/5}$	161°38′	161°30′ G
pe_4	159°56′	158°53′ S
$pe_{10/3}$	156°20′	156°52′30″ S
$pe_{39/12}$	155°48′	155°41′ G
$pe_{19/6}$	155°14′	155°3′ G
$pe_{37/12}$	154°39′	154°30′ G
pe_3	154°2′	154°6 à 20′ S 154°1′ G
$e_3\ e_3$ s. p	128°4′	
$pe_{5/2}$	149°42′	
$pe_{59/24}$	149°17′	149°18′ G
pe_2	143°51′	
$e_2\ e_3$ adj.	169°49′	170° Lx
$pe_{8/5}$	137°37′	137°21′ G
pe^1 s. e_3	124°24′	124°22′ Lx
pd^1 s. e^1	90°	
$e_2\ e_2$ s. e^1	145°42′	145°25′ Lx
zz adj.	121°5′	

Formes et faciès[1]. Les cristaux d'hématite se présentent avec des faciès assez variés.

1. On désigne sous le nom de *martite* des cristaux de symétrie cubique (généralement des octaèdres réguliers), ayant une poussière rouge et constitués par du Fe^2O^3, parfois mélangé de magnétite (ils sont alors un peu magnétiques). Les cristaux de ce genre et notamment ceux du Mont-Dore ont une structure et une origine différente. Il faut y distinguer : 1° des groupements réguliers d'hématite et de magnétite ou de magnésioferrite ; 2° des cristaux de magnétite pseudomorphisés en hématite (c'est pour ceux-là que je réserve le nom de *martite*) ; enfin, dans certains gisements autres que ceux du Mont-Dore, des pseudomorphoses de pyrite en hématite.

Les cristaux des gisements français appartenant aux deux premières catégories sont étudiés aux articles *magnétite* et *magnésioferrite* (tome IV).

Type I. Cristaux essentiellement constitués par un rhomboèdre et particulièrement par p $(10\bar{1}1)$; ils sont dans ce cas d'apparence cubique : plus rarement, on observe comme forme dominante des rhomboèdres obtus a^4 $(10\bar{1}2)$, etc. La base n'existe pas ou ne forme qu'une petite facette.

Type II. Cristaux caractérisés par la prédominance de l'isoscéloèdre e_3 $(22\bar{4}3)$ (fig. 29) ; ils présentent souvent en outre p $(10\bar{1}1)$ et a^2 $(10\bar{1}4)$ (type de l'île d'Elbe) (fig. 31).

Type III. Cristaux différant de ceux du type I par l'existence de la base ; le rhomboèdre dominant est p (fig. 2 et 28), très rarement b^4 $(01\bar{1}2)$; e_3 existe fréquemment, et par augmentation de son importance, ce type passe au type V : la macle la plus fréquente de ce type est celle parallèle à p.

Type IV. L'*hématite spéculaire* se rapproche par sa forme du type III, mais ses cristaux sont de grande taille, très aplatis suivant a^1, dont les faces sont fort éclatantes. A l'inverse des cristaux du type précédent qui ne présentent pas d'allongement anormal, ils sont souvent allongés suivant une arête a^1 p et maclés autour de l'axe ternaire. (fig. 5 à 7).

Type V. Cristaux avec une large base (et fréquemment aplatissement parallèlement à celle-ci) et l'isoscéloèdre e_3 $(22\bar{4}3)$ dominant; p est fréquent (fig. 20 à 22), mais souvent peu développé : c'est le type II aplati suivant la base. Les cristaux de ce type sont parfois empilés en grand nombre parallèlement à la base, donnant ainsi un assemblage à faciès prismatique (fig. 23).



Fig. 1.
Eisenrose : Cristaux d'hématite titanifère du type V groupés en rosettes.

Type VI. Cristaux basés, avec prisme d^1 $(11\bar{2}0)$ dominant (fig. 17), parfois remplacé par des isoscéloèdres très aigus voisins de d^1 (Pouzac) (fig. 19), (c'est le type III du corindon); plus rarement le prisme dominant est e^2 $(10\bar{1}0)$,il est parfois associé à d^1 (fig. 32.)

Ces cristaux sont soit aplatis suivant la base soit allongés suivant l'axe vertical (fig. 17).

Les types III et V constituent souvent des cristaux très aplatis suivant a^1 qui se groupent en grand nombre à axes imparfaitement parallèles pour donner des assemblages en rosettes parfois très réguliers (*eisenrose*) (fig. 1).

Les faces a^1 (0001) sont souvent convexes par suite d'oscillation avec a^2 ($10\bar{1}4$), dont les faces sont elles-mêmes courbes. Elles sont parfois striées parallèlement à une arête $a^1\ a^{1/2}$. Dans l'hématite spéculaire, elles présentent les particularités de structure décrites page 256 (fig. 8).

Le rhomboèdre $a^{1/2}$ se présente sous forme de faces ternes ou moirées, très striées parallèlement à leur intersection avec a^1 (fig. 3).

L'hématite se trouve aussi en lamelles micacées ou en lames plus épaisses, empilées parallèlement à leur base, en masses columnaires, concrétionnées, fibreuses, botroydes, réniformes, stalactiformes, oolitiques et pisolitiques, en masses grenues ou compactes, enfin il existe des variétés terreuses plus ou moins impures (*ocre rouge*).

L'*itabirite* est une roche schisteuse essentiellement constituée par des paillettes d'hématite, associées à du quartz, de la magnétite, etc.

Clivages. L'hématite ne présente pas de clivages, mais des plans de séparation suivant a^1 (0001) et suivant p ($10\bar{1}1$) ; ces derniers sont dûs à des macles polysynthétiques. Cassure inégale ou un peu conchoïde ; cassure lisse dans les variétés réniformes.

Dureté. 5,5 à 6,5. Les lames minces sont élastiques, les cristaux sont fragiles ; les variétés écailleuses ou terreuses sont tendres et douces au toucher.

Densité. 4,9 à 5,3. 5,2 à 5,25 (cristaux) ; les variétés compactes ou terreuses ont souvent une densité inférieure à 4,5.

Coloration et éclat. Les cristaux et les masses grenues sont d'un gris d'acier ou d'un noir de fer. Les écailles, assez minces pour être transparentes, sont d'un rouge de sang ; les variétés terreuses sont rouges.

Éclat métallique souvent très vif dans les cristaux, extrêmement éclatant dans l'*hématite spéculaire* dont les faces a^1 peuvent servir de miroir, ainsi que l'indique leur nom. Poussière rouge cerise à brun rouge. Opaque, sauf en écailles ou en lames très minces.

Propriétés optiques. Uniaxe et négative (n_p).

$$\mathbf{n}_g = 3{,}042 \text{ Wülfing}$$
$$\mathbf{n}_p = 2{,}797$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}245$$

Pléochroïsme. L'hématite est pléochroïque.

$\mathbf{n}_g$ = rouge brun
$\mathbf{n}_p$ = rouge jaunâtre

Propriétés magnétiques. Quelques variétés sont un peu magnétiques et quelquefois magnétipolaires (mélange avec de la magnétite). La conductibilité électrique est près de deux fois plus grande parallèlement à la base que perpendiculairement à celle-ci.

Composition chimique. La composition correspondant à la formule Fe^2O^3 est la suivante :

Fe.....	70
O.	30
	100

L'hématite renferme parfois du titane et passe alors à l'ilménite ; je range ici toutes les variétés renfermant moins de 10 % de titane et notamment les cristaux d'*eisenrose* des Alpes.

De très nombreuses analyses de *minerais* d'hématite plus ou moins purs provenant de gisements français ont été publiées par Berthier (*Essais par la voie sèche*, II. 223. 1834) et plus récemment par M. Carnot (*A. M.* LXVIII. 5 à 163. 1890) ; elles ont surtout un intérêt au point de vue de la richesse en fer des minerais des localités dont ils proviennent.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. Pour les remarquables groupements réguliers de l'hématite avec la magnétite, la magnésioferrite, la biotite et le rutile, voir à la description de ces espèces.

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau, mais au feu réducteur se transforme en magnétite qui agit énergiquement sur l'aiguille aimantée. Donne toutes les réactions colorées du fer.

Soluble dans l'acide chlorhydrique concentré ; la dissolution est facilitée par l'addition d'un peu d'iodure de potassium.

Altérations. L'hématite, par réduction sous l'influence de matière organique, peut donner de la magnétite, du protoxyde de fer qui se transforme en sidérite ; elle peut se transformer en limonite, en pyrite, etc.

Diagnostic. La coloration rouge de la poussière, la plus facile solubilité dans l'acide chlorhydrique, font distinguer l'hématite de l'ilménite, qui a des formes voisines, mais dont la couleur est plus noire ; l'absence de magnétisme énergique et la couleur de la poussière constituent un bon diagnostic différentiel de la magnétite, en cas d'absence de formes géométriques. Les variétés compactes rouges sont moins denses que le cinabre de même couleur qui se distingue facilement en outre grâce à ses propriétés pyrognostiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'hématite est très abondante dans les gisements les plus divers qui vont être passés en revue plus loin ; elle se trouve aussi comme inclusions microscopiques dans un grand nombre de minéraux ou de roches qu'elle colore en rouge ; je me contenterai de cette seule mention pour ce genre de gisement qui n'a qu'un intérêt minéralogique restreint.

1° Dans les roches éruptives ;
2° Dans les roches sédimentaires métamorphisées par les roches éruptives ;
3° Dans les schistes cristallins ;
4° Dans les filons et les gîtes de substitution ;
5° Dans les formations sédimentaires ;
6° Dans les opérations industrielles.

1° *Dans les roches éruptives.*

L'hématite est très répandue dans un grand nombre de roches éruptives et particulièrement dans les types acides (granulites, syénites, rhyolites et trachytes), dans certaines phonolites, etc. Elle n'y joue qu'un rôle accessoire, elle y est d'âge très ancien quand elle est d'origine primaire. Les lames sont micacées, souvent incluses dans la plupart des éléments (quartz, feldspaths, micas, des roches acides, hauÿne des roches à néphéline, etc.) qu'elle colore en rouge

Ce n'est que comme minéral de fumerolles que l'hématite se trouve en cristaux minéralogiquement intéressants dans les roches éruptives ; les gisements français suivants méritent d'être étudiés à ce point de vue.

a) *Dans les diabases.*

Pyrénées. — Les diabases ophitiques des Pyrénées renferment très fréquemment, comme produit secondaire de remplissage de fentes, de l'hématite qui s'y présente exclusivement sous forme de larges lames, généralement accolées sur les parois des fentes. Elles sont aplaties suivant la base et ne présentent que rarement des faces déter-

minables. Le minéral est, suivant les localités, associé à du quartz, de la calcite, de la dolomite, de l'épidote, de l'asbeste. Je citerai les quelques gisements suivants :

Basses-Pyrénées. Dans le gisement de tourmaline de Lys, l'hématite forme de petites lames hexagonales à stries triangulaires sans faces mesurables autres que p et e_3 $(22\bar{4}3)$; elle est implantée sur du quartz cristallitique et de la dolomite.

A Pontacq, au contraire, ce minéral se trouve parfois en cristaux très nets de 1 à 2 millimètres constitués par le rhomboèdre a^4 $(10\bar{1}2)$, donnant de bonnes mesures, ses faces sont très éclatantes. Il est généralement associé à un rhomboèdre plus obtus, extrêmement strié horizontalement, qui fournit une série ininterrompue de réflexions. Ce même rhomboèdre existe aussi seul, il est alors extrêmement cannelé.

Ariège. On trouve aussi l'hématite lamelleuse en beaux échantillons dans l'ophite à Lordat, Vèbre, Lacourt, etc.

b) *Dans les péridotites (serpentines).*

Nouvelle-Calédonie. — Les serpentines altérées de la Nouvelle-Calédonie renferment une grande quantité de minerais de fer, constitués, soit par de l'hématite compacte, soit par de la limonite ou par le mélange des deux. Ces minerais d'origine secondaire sont associés à de la chromite.

c) *Dans les roches volcaniques (fumerolles).*

Les volcans modernes renferment en grande abondance des cristaux souvent lamelleux d'hématite formés par sublimation, grâce à la réaction à haute température de la vapeur d'eau sur le chlorure de fer. De semblables cristaux sont fréquents dans les fissures des roches et des tufs volcaniques de beaucoup de gisements tertiaires et quaternaires du Plateau Central.

La production de l'hématite dans de semblables conditions est indépendante de la nature chimique et minéralogique de la roche au milieu de laquelle on la rencontre, aussi n'est-ce que pour faciliter les recherches que je considérerai successivement les gisements situés dans les trachytes et les andésites, puis ceux des basaltes.

α) Dans les trachytes et les andésites.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les gisements les plus remarquables qui ont fourni des échantillons d'une beauté exceptionnelle pouvant rivaliser avec ceux des plus célèbres gisements étrangers connus (Stromboli, Vésuve, etc.), sont situés au Mont-Dore et particulièrement dans les fentes des trachytes à grands cristaux de sanidine du Puy de la Tache et dans ceux de la partie inférieure de la coulée trachytique de la grande cascade du Mont-Dore.

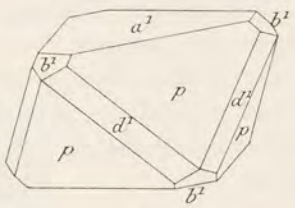


Fig. 2
Hématite du Mont-Dore, type III.

Les cristaux de ces deux gisements ne diffèrent pas les uns des autres au point de vue de leur forme. Quand ils sont de petite taille, ils sont assez épais et appartiennent au type III (fig. 2 et 28). Dès qu'ils sont un peu gros, ils sont minces, extrêmement éclatants et appartiennent à la variété spéculaire (type IV). Ils atteignent alors jusqu'à 8 centimètres de plus grande dimension dans la face a^1 (0001) d'aplatissement. Ils présentent non seulement des macles fréquentes, mais encore de nombreux empilements à axes parallèles. Leurs faces sont souvent creusées de cavités cristallitiques (fig. 4), leurs arêtes sont parfois arrondies et brillantes, comme si elles avaient été fondues.

Les formes constantes dans ces cristaux sont a^1 (0001) et p toujours très développée (type III) ; e_3 ($22\bar{4}3$) et d^1 ($11\bar{2}0$) sont très fréquentes, mais d'ordinaire peu larges. Les formes b^1 ($01\bar{1}2$), e^1 ($02\bar{2}1$), e_5 ($42\bar{6}5$), ne sont pas rares, mais ne constituent jamais que de petites faces ; il en est de même pour une série de scalénoèdres directs $e_{37/12}$ ($25.24.\bar{4}9.37$), $e_{19/6}$ ($13.12.\bar{2}5.19$), $e_{39/12}$ ($25.24.\bar{5}1.39$), $e_{22/5}$ ($17.10.\bar{2}7.22$), $e_{19/4}$ ($15.8.\bar{2}3.19$) ou inverses, $e_{8/5}$ ($3.10.\bar{1}3.8$), $e_{59/24}$ ($35.48.\bar{8}3.59$), signalés par M. Gonnard (*C. R.* CXXVI.1048.1898) ; ils forment de très petites facettes linéaires entre p et e_3 J'ai moi-même trouvé le scalénoèdre inverse e_2 ($12\bar{3}2$) assez développé sur des macles dont il est question plus loin.

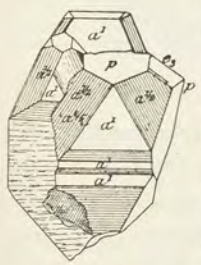


Fig. 3
Hématite du Puy de la Tache. Projection sur la base.

Le rhomboèdre $a^{1/2}(01\bar{1}5)$ se présente parfois sous forme de larges faces ternes ou à éclat moiré, souvent ondulées qui se relient à des

stries sur la base ; le cristal représenté par la figure 4 que m'a communiquée M. Gonnard représente un cas fréquent de cristaux dans lesquels le rhomboèdre $a^{1/2}$ est largement développé ; c'est par suite d'une erreur de gravure que $a^{4/5}$ a été inscrit sur cette figure.

Les cristaux d'hématite spéculaire ont assez rarement leur développement normal, avec symétrie ternaire sautant aux yeux. Très souvent en effet, ils sont allongés suivant une arête $a^1\ p$, deux couples de faces p parallèles sont très développées, tandis que les autres sont à peine indiquées. La face a^1 présente alors la forme d'un losange de 60° et de 120°.



Fig. 4

Hématite spéculaire du Puy de la Tache, montrant la structure cristallitique des faces p. (*Photographie, grossissement variant de* 1/3 *à* 1/2).

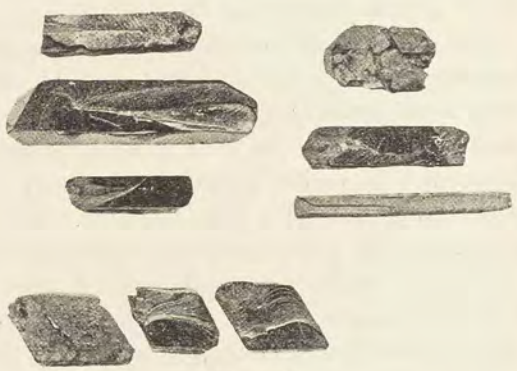


Fig. 5 à 7.

Hématite spéculaire du Puy de la Tache à développement anormal (fig. 7 en bas) et allongée suivant $a^1\ p$ (fig. 5 à gauche). La fig. 6 (à droite, en haut, représente trois cristaux maclés suivant e^2 (p. 258) (*Photographie grandeur naturelle*).

Les trois cristaux inférieurs de la fig. 7 correspondent à ce type ; ils sont placés de telle sorte qu'une de leurs faces p est inclinée en avant vers l'observateur. Les trois cristaux représentés en haut (à gauche) par la fig. 5 correspondent au même type, mais ils sont beaucoup plus allongés suivant une arête $p\ a^1$ et ils sont en même temps plus épais.

Les faces a^1 d'aplatissement présentent des stries parallèles aux arêtes $a^1\ p$ et portent souvent des pyramides triangulaires, constituées par de petites lamelles superposées et décroissantes ; elles donnent naissance ainsi au rhomboèdre $a^{1/2}\ (01\bar{1}5)$ dont les faces sont striées et ternes, alors que la base est éclatante comme celle de la grande lame spéculaire qui les porte (fig. 8). Cette structure lamellaire apparaît aussi sur a^1 dans des figures en creux n'ayant d'ordinaire qu'une forme vaguement triangulaire.

Les macles sont extrêmement fréquentes parmi les cristaux d'hématite spéculaire, la plus commune est celle qui se produit par rotation autour de l'axe ternaire ; elle présente plusieurs genres de disposition. 1° le plan d'assemblage est a^1. Cette macle se reconnaît facilement quand il existe des angles rentrants, ce qui est le cas le plus fréquent. Les

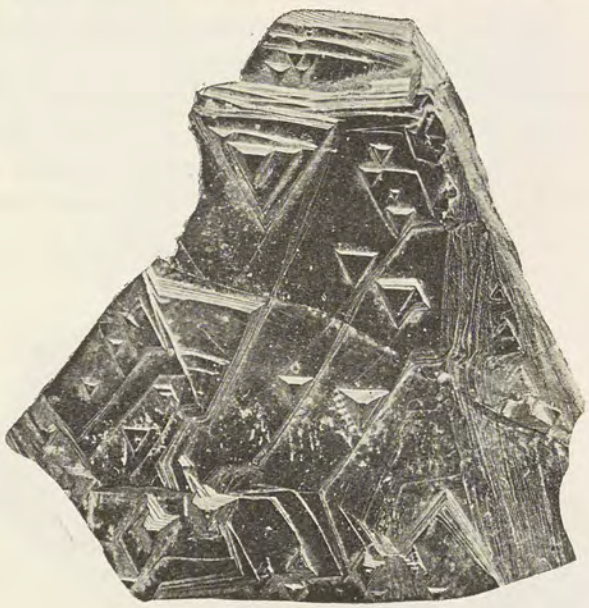


Fig. 8.
Hématite spéculaire (type IV) du Puy de la Tache montrant sur la face a^1 des pyramides triangulaires limitées par $a^{1/2}$. (*Photographie ; grossissement de* 1/3.)

deux individus constituant la macle ont souvent leurs faces dominantes inégalement développées. Dans le cas contraire, on la distingue grâce à l'identité de disposition des figures triangulaires des faces a^1 supérieures et inférieures, alors que dans les cristaux non maclés ces figures sont orientées différemment, le sommet des unes occupant la position de l'un des côtés des autres.

2° Le plan d'assemblage est une face de la zone verticale (et par suite normal à a^1).

La macle a lieu d'ordinaire par accolement suivant une face e^2 : le plus généralement elle est binaire.

Cette macle est surtout réalisée dans les cristaux allongés suivant une arête $a^1\ p$. Tandis que ceux-ci à l'état simple, ont l'aspect dissymétrique mis en évidence par la figure 5 (à gauche, en haut), les macles de ce type au contraire ont la forme symétrique, présentée par les trois cristaux de la partie droite de la figure 6 : On voit leurs faces p et $\bar{p}$ s'inclinant symétriquement sur la même face a^1.

La figure 9 est la reproduction d'un beau cristal offrant la même macle qui est rendue très apparente grâce à la netteté des figures triangulaires de la base a^1 : elles sont symétriques par rapport à un plan perpendiculaire à a^1 passant par l'arête pa^1. L'une des bases de ces triangles est parallèle à ce plan, alors que le sommet opposé est dirigé du côté des faces p, que l'on voit symétriquement inclinées sur la base.

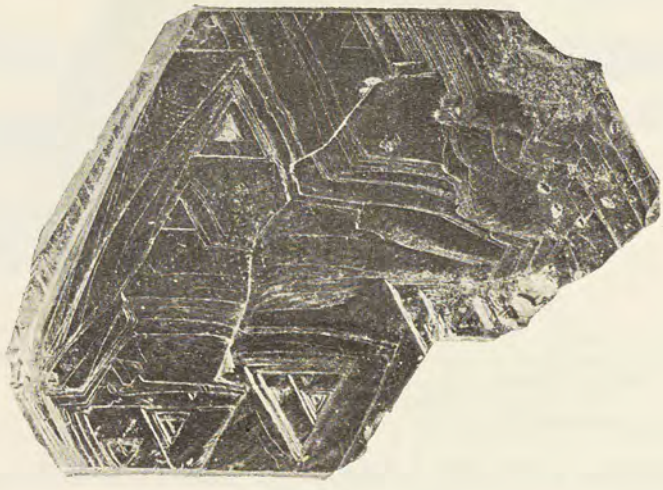


Fig. 9.
Hématite spéculaire du Puy de la Tache. Macle binaire suivant c^2.
(*Photographie, grossissement de deux diamètres.*)

La macle qui vient d'être décrite est parfois polysynthétique. Il y a deux cas à considérer : les faces d'association des deux individus peuvent être parallèles entre elles : c'est de beaucoup le cas le plus fréquent.

La figure 10 représente un groupement de ce genre que j'ai recueilli à la Grande Cascade. Il est constitué par deux macles binaires, groupées entre elles suivant la même loi.

La figure 11 donne le schéma de la disposition des divers individus constituant ce groupement : on y voit dans la bande 1′, des superpositions de deux individus qui ne sont pas distinctes sur la photographie.

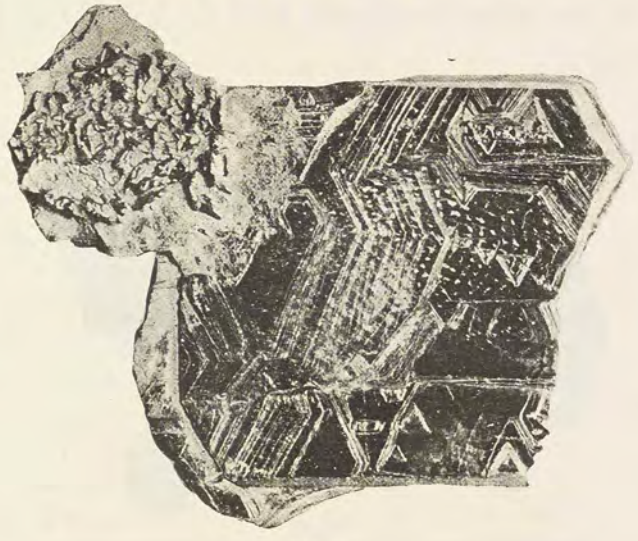


Fig. 10.
Hématite de la Grande Cascade, macle polysynthétique suivant e^2.
(*Photographie, grossissement de 2/3*).

Dans d'autres macles polysynthétiques, les faces d'association e^2 des

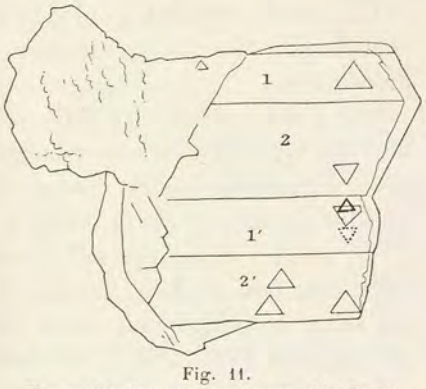


Fig. 11.
Figure théorique de la photographie fig. 10.



Fig. 12.
Hématite du Puy de la Tache, macle polysynthétique suivant e^2.

divers individus ne sont plus parallèles entre elles : il en résulte un assemblage à apparence sénaire tel que celui qui est représenté par

la fig. 12. J'ai trouvé le cristal figuré ci-contre au puy de la Tache les facettes e_2 $(12\bar{3}2)$ ont leurs faces creuses.

On rencontre parfois des groupes dendritiques de lames dans lesquels sont entremêlés des individus simples et d'autres maclés suivant l'un des modes décrits plus haut. La figure 13 est la repro-

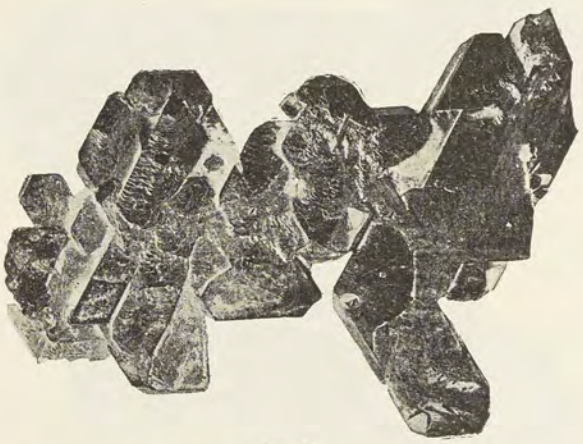


Fig. 13.
Hématite du Puy de la Tache. Groupement de cristaux maclés suivant e^2. (*Photographie, grossissement de* 1/2.)

duction d'un beau groupe de ce genre ; le schéma de la fig. 14 indique l'orientation des individus qui le constituent.

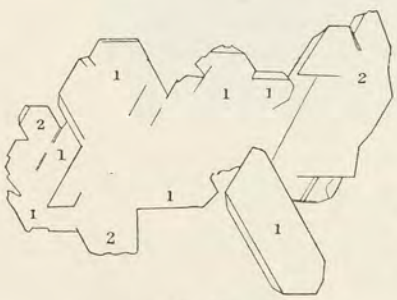


Fig. 14.
Hématite du Puy de la Tache (figure théorique de la photographie fig. 13).

La macle suivant p $(10\bar{1}1)$ est beaucoup moins fréquente que la précédente.

Elle s'observe dans les petits cristaux du type III : ils sont généralement d'égale dimension (1mm. 5) : ils sont d'ordinaire de la forme $p\ a^1\ d^1\ b^1$ accolés et un peu aplatis suivant une face p. Les faces p et $\bar{p}$ des deux individus font entre elles un angle de 172° (172° 4′ observé).

Ces petites macles extrêmement brillantes sont souvent implantées sur une lame d'hématite spécuire. Dans l'un des échantillons que j'ai étudiés, la face p de cette

dernière est à deux ou trois minutes près, parallèle à la face p de l'un des individus de la macle.

Les individus constituant la macle n'ont pas toujours les mêmes dimensions, souvent l'un d'eux est très petit et implanté sur un plus gros. Ces macles sont identiques à celles de l'hématite du Stromboli, décrites par M. Strüver au mémoire duquel (*R. Accad. Lincei* VI. 153. 1889), j'ai emprunté les figures 15 et 16.

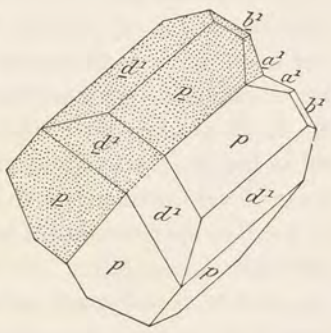


Fig. 15
Hématite du Puy de la Tache. Macle suivant p $(10\bar{1}1)$.

J'ai enfin rencontré la disposition suivante :

L'un des individus de la macle est une large lame spéculaire (type IV) de plusieurs centimètres, aplatie suivant la base. L'autre est un cristal non allongé, moins aplati (type III), n'ayant qu'un ou deux millimètres de plus grande dimension. Il est facile de déterminer l'angle rentrant $a^1\,\bar{a}^1$ de 115°14′ (115°20′ observé) et de constater le parallélisme des zones $p\,a^1$ dans les deux cristaux grand et petit.

Le gisement du puy de la Tache peut être assez facilement étudié sur place, alors qu'il est difficile de recueillir aujourd'hui de beaux cristaux à la Grande Cascade. Il se trouve à peu de mètres au-dessous du sommet du puy et sur son versant S.-O. Les fissures du trachyte sont irrégulières ; les petits cristaux du type III recouvrent leurs parois et pénètrent la roche qui est souvent criblée de cristaux d'augite d'un beau jaune d'or. Ces petits cristaux d'hématite sont fréquemment associés à de très beaux octaèdres constitués par des groupements réguliers de magnétite et de lamelles d'hématite (voir à *magnétite*).

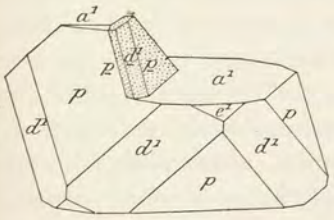


Fig. 16.
Hématite, macle suivant p $(10\bar{1}1)$.

Quant aux grands cristaux d'hématite spéculaire, je ne les ai jamais vus adhérents à la gangue, ils se trouvent isolés dans les cavités, mélangés à des débris de la roche : ils doivent sans doute former dans

ces cavités des enchevêtrements très délicats qui se brisent dès que l'on frappe sur le trachyte pour mettre à découvert ses fissures riches en cristaux.

L'hématite se rencontre aussi en cristaux plus petits, mais présentant les mêmes particularités ; au Roc de Cuzeau, au pic de Sancy, dans le ravin de Lacour, dans celui de Riveau Grand et au Capucin. Dans ces deux derniers gisements, les cristaux sont fort petits et généralement localisés avec d'autres minéraux de sublimation dans les vacuoles de blocs trachytiques ou andésitiques, enclavés dans les trachytes ou la brèche trachytique : ils appartiennent au type III, avec d'ordinaire développement normal ($a^1\ p\ e_3$, et très petites facettes d^1, e^1, b^1).

Au Roc de Cuzeau, on trouve dans les fentes du trachyte à grands cristaux de sanidine, des cristaux rouges de *martite* à faces ternes (magnétite transformée en hématite) et des octaèdres à faces brillantes constitués par des rhomboèdres basés d'hématite, présentant des groupements réguliers avec la magnétite et la magnésioferrite (voir à *magnétite*). Le gisement en place de ces cristaux est extrêmement difficile à atteindre, il se trouve dans des fentes qui tapissent les abrupts du roc, tout près du sommet.

La chaîne des Puys est très riche en gisements d'hématite spéculaire (Sarcouy, Puy Chopine, Puy de Dôme), mais sauf dans ce dernier gisement, les cristaux sont toujours de très petite taille. Ils présentent essentiellement les mêmes caractéristiques qu'au Mont-Dore ; les groupements octaédriques de magnétite et d'hématite ne sont pas rares.

Les plus beaux cristaux de cette région ont été trouvés au sommet du Puy de Dôme, dans une grande crevasse située près de l'Observatoire ; ils forment sur la dômite (qui est localement colorée en rouge par des inclusions du même minéral), un revêtement de petits cristaux ayant en moyenne de 2 à 4 millimètres, mais on y a trouvé exceptionnellement des agrégats miarolitiques (ayant plus d'un décimètre cube) de grandes lames pouvant atteindre et même dépasser 2 centimètres de plus grande dimension. Ces lames sont beaucoup plus fragiles, beaucoup plus minces que celles du Mont-Dore et d'un noir plus sombre ; elles contiennent parfois un peu de titane. Les formes sont les mêmes que dans cette dernière région ; les lames allongées suivant une arête $a^1\ p$, avec macles symétriques (binaires) suivant a^1 sont particulièrement fréquentes et souvent constantes dans un échantillon donné.

M. Laval a signalé (*Mém. Acad. Clermont* XVI. 635. 1874) des cristaux prismatiques d'hématite saupoudrés de fiorite. M. Gonnard m'a donné un échantillon de ces cristaux : ils présentent les formes représentées par la fig. 17 et caractérisées par le grand développement du prisme d^1 $(11\bar{2}0)$ (type VI) ; ils offrent parfois des macles avec accolement suivant a^1, remarquablement symétriques (fig. 18) et plus rarement des macles polysynthétiques du type de la fig. 12.

Les cristaux du Puy de Sarcouy appartiennent aux types III, IV et V : ils affectent parfois les formes des fig. 20 à 22, avec en outre de petites facettes b^2 $(11\bar{2}3)$, z $(22\bar{4}1)$ et d^1 $(11\bar{2}0)$; ils forment aussi des lames crêtées sans forme géométriquement déterminable.

Enfin, il me reste à signaler une forme curieuse d'hématite qui se rencontre au Puy Chopine. Ce puy est constitué par un dôme de dômite qui a soulevé un lambeau de schistes et de cornéennes précambriens, métamorphisés par le granite. Des cheminées de fume-

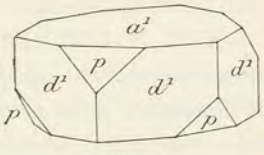


Fig. 17.
Hématite du Puy de Dôme.
(Type VI).

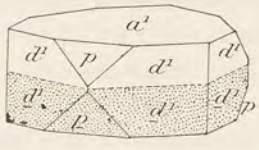


Fig. 18.
Hématite du Puy de Dôme (macle symétrique par rapport à a^1.

rolles se sont produites au contact de la dômite et de cette énorme enclave : les parois en sont localement tapissées d'enduits cristallitiques d'hématite ; ce sont des rhomboèdres basés, très allongés suivant une arête a^1 p et dessinant des arborisations capricieuses, particulièrement belles sur les parois planes des schistes métamorphisés. Les individus cristallins constituant ces palmes ont jusqu'à un décimètre de plus grande dimension.

Des cristallites analogues d'hématite se rencontrent dans les basaltes du Puy de la Vache. On verra plus loin la description de curieux cristaux de magnétite trouvés dans les mêmes conditions au puy Chopine.

Les andésites du Pariou et celles de Volvic renferment fréquemment des cristaux d'hématite qui ne sont jamais de grande taille, ils présentent le même aspect et les mêmes formes que ceux de Royat, dont il est question plus loin.

b) *Dans les basaltes.*

Plateau central. — *Puy-de-Dôme.* Aux environs de Clermont, à Royat, la coulée de Gravenoire fournit de très beaux échantillons d'hématite qui se présente parfois aussi en lames extrêmement minces, transparentes, d'un très beau rouge.

Les cristaux d'hématite de Royat appartiennent en général au type III (fig. 2 et 28), par la grande prédominance du rhomboèdre p $(10\bar{1}1)$ à faces creuses qui accompagne la base; les formes d^1 $(11\bar{2}0)$, e_3 $(22\bar{4}3)$, e_5 $(42\bar{6}5)$, b^1 $(01\bar{1}2)$, e^1 $(02\bar{2}1)$ sont toujours petites. Les macles, sans être absentes, sont moins fréquentes que dans les cristaux des gisements étudiés plus haut. Le type spéculaire existe aussi, mais il est moins abondant que le précédent.

J'ai observé dans ce gisement quelques échantillons de groupements octaédriques de magnétite et d'hématite.

Les fumerolles de Gravenoire méritent une mention spéciale. Nous y avons trouvé, en effet, M. P. Gautier et moi (*C. R.* CXXVIII,1529. 1898) une remarquable formation de silicates cristallisés (pyroxènes, plagioclases, etc.), en même temps que d'hématite, non seulement dans les interstices des cendres basaltiques, mais encore à la surface des enclaves de granite en partie fondues.

Les fentes des laves basaltiques du puy de la Vache présentent de fort belles lames cristallitiques d'hématite, semblables à celles dont il vient d'être question au Puy Chopine. De très beaux cristaux se trouvent aussi dans des scories basaltiques, en partie décolorées par les émanations acides. Ces cristaux se trouvent isolés ou peu nombreux dans les cavités de ces scories, ils ne forment pas de revêtement continu comme au Mont-Dore ou à Gravenoire. Ils ont la même forme que dans ce dernier gisement, avec souvent assez grand développement de e_3 (type III avec passage au type V).

Alpes. — *Isère.* L'hématite spéculaire se rencontre quelquefois dans les vacuoles des spilites des Alpes, avec calcite, sidérite, dolomite (Champ). Elle se trouve aussi sous la même forme dans les fentes des calcaires et du gypse au contact de ces roches éruptives.

Guadeloupe. — La collection du Muséum renferme de gros cristaux d'hématite spéculaire, indiqués comme provenant de la rivière Duplessis, dans le S.-O. de la Guadeloupe. Ils ressemblent à ceux du

Puy de la Tache, et offrent la macle par accolement suivant a^1, avec la forme p dominante.

La Réunion. — L'hématite sous la forme spéculaire et sous celle du type III se rencontre dans les cavités des laves basaltiques de La Réunion.

2° *Dans les roches sédimentaires métamorphisées par les roches éruptives.*

a) *Contacts du granite.*

Dans les gisements dont il s'agit ici, l'hématite n'a pas été apportée par le granite[1], elle résulte de la transformation, sous l'influence de cette roche, de sédiments ferrugineux qui existent normalement aux mêmes niveaux dans d'autres gisements sans relation avec le granite. Elle se présente sous forme micacée et elle est souvent mélangée à de la magnétite : elle ressemble souvent alors à l'itabirite (voir p. 267).

Normandie. — *Manche.* Les assises siluriennes de Dielette renferment au contact du granite un gîte constitué par un mélange de magnétite et d'hématite lamellaire. Du grenat mélanite est associé à ce minerai, dans lequel il n'a pas été trouvé de cristaux distincts d'hématite.

Bretagne. — *Morbihan.* Les minerais de fer qui ont été exploités au bois d'Avy, à 10 km. E. de Rochefort-en-Terre, sont interstratifiés dans le silurien supérieur métamorphisé par le granite. Il sont constitués par des lentilles d'hématite rouge, quelquefois mamelonnée et fibreuse, mais affectant parfois l'apparence d'un schiste micacé (voir à *dufrénite*). Des gisements analogues se trouvent aux environs de St.-Jacut.

Loire-Inférieure. Les grès armoricains (ordoviciens), métamorphisés par la granulite du moulin de Perny, près St.-Gildas-des-Bois, renferment des couches d'hématite écailleuse, mélangée à un peu de magnétite. Celles-ci sont traversées par des veines de quartz renfermant de l'hématite en plus grandes lames.

1. On verra à l'article *magnétite* un exemple de gîte ferrifère dû au contraire à des émanations granitiques (Boutadiol) (*Ariège*). Plusieurs des gisements d'hématite sédimentaire paléozoïque décrits page 278 se trouvent au milieu de sédiments métamorphisés par le granite, mais l'hématite y est d'origine secondaire, c'est pourquoi je ne m'en occupe pas ici.

Congo. — Des quartzites riches en hématite micacée et en magnétite se trouvent dans l'Okanda, sur le bord de l'Ogooué au contact du granite : regardés par Lenz (*Verh. geol. Anst.* 1878, 168), comme analogues aux itabirites du Brésil, ils sont attribué par Barrat (*A. M.* 1895) à des sédiments métamorphisés par le granite de Lopé.

Des roches analogues se trouvent au bord de la Sébé et dans le haut Oubanghi.

b) *Dans les calcaires et les gypses métamorphisés par les ophites et les lherzolites.*

L'hématite est fréquente dans les roches métamorphisées par les ophites et les lherzolites, mais elle ne s'y présente en beaux cristaux que dans un petit nombre de localités, elle y constitue un minéral de fumerolle.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Les calcaires jaunes de Montloo dans la Serre de Pouzac, près Bagnères-de-Bigorre, renferment localement de petits cristaux d'hématite, ayant en moyenne 1 millimètre de plus grande dimension. M. Zirkel y a signalé (*Z. d. d. geol. Gesell.* XIX. 208. 1867) la combinaison $a^1\ d^1\ e_3$.

J'ai étudié un grand nombre de cristaux de ce gisement : ils sont assez variés de forme ; leurs faces sont brillantes (surtout la base), mais généralement concaves et elles ne fournissent pas de bonnes mesures. J'y ai rencontré deux variétés du type VI. Dans l'une, les cristaux sont allongés suivant la base a^1 (0001) ; celle-ci et l'isosc èloèdre z ($22\bar{4}1$) sont constants. J'ai observé parfois aussi de petites facettes triangulaires, $e^{1/2}$ ($01\bar{1}1$) et l'isoscéloèdre e_3($23\bar{4}3$), réduit à de très petites facettes (fig. 19). Ces cristaux sont très irréguliers de forme, comme ceux du corindon de la Haute-Loire, auxquels ils ressemblent beaucoup. Les faces z en particulier sont très inégalement développées et passent parfois par des surfaces courbes au prisme d^1 ($11\bar{2}0$). La base est toujours très striée et souvent remplacée par un rhomboèdre très obtus non mesurable.

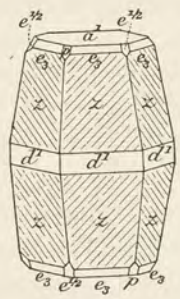


Fig. 19.
Hématite de Pouzac (*Hautes-Pyrénées*) (Type VI).

Le second type est constitué par des cristaux aplatis suivant la base et présentant les combinaisons $a^1\ d^1$, avec parfois de très petites facettes p (fig. 17) et e_3. Cette hématite n'est pas titanifère.

Les calcaires de Montloo font partie d'une série sédimentaire métamorphisée par l'ophite et dans laquelle on trouve en abondance le dipyre, l'albite, la magnétite, la leuchtenbergite, le quartz, la pyrite. Dans les échantillons que j'ai étudiés, ces minéraux n'existent pas en même temps que l'hématite.

Ariège. J'ai recueilli des fragments de gros cristaux d'hématite très éclatants dans les cornéennes et les calcaires à dipyre des environs de Lordat; ils sont aplatis suivant la base qui porte de nombreuses et fines stries triangulaires. Ils atteignent 9 centimètres de diamètre ; je n'ai pu isoler aucun cristal entier. Bien qu'il n'existe pas de roche éruptive au contact immédiat de ces roches métamorphiques, il n'est pas douteux que leur origine ne soit identique à celle des cristaux de Pouzac. Des pointements de lherzolite et d'ophite se trouvent d'ailleurs à proximité.

Alpes. — *Isère.* L'hématite spéculaire se rencontre dans les fentes du calcaire et du gypse de Champ, au voisinage de spilites (vallon de Combes).

Algérie. — *Constantine.* Le gypse de Saint-Arnaud renferme de fort jolis cristaux d'hématite qui offrent d'une façon presque constante la macle (avec pénétration) par rotation autour de l'axe ternaire.

Ces cristaux sont d'un noir de fer, ils mesurent de 4 à 5 millimètres et parfois moins; il est possible de les isoler du gypse en dissolvant celui-ci dans l'eau. Tous sont formés par le rhomboèdre a^4 $(10\bar{1}2)$ dont les faces sont courbes.

La macle est constituée parfois par deux individus seulement, mais le plus souvent, elle est polysynthétique et donne des assemblages réguliers dont les angles rentrants rappellent ceux des cristaux de phacolite. La base existe quelquefois dans ces macles, mais elle est toujours réduite à de très petites facettes.

3° *Dans les schistes cristallins.*

L'hématite se rencontre à l'état primaire dans les schistes cristallins et dans les roches sédimentaires métamorphiques : elle constitue parfois de véritables schistes à hématite plus ou moins quartzeux, semblables à ceux qui, au Brésil, ont reçu le nom d'*itabirites* (voir p. 265), mais le plus souvent, elle ne constitue qu'un produit formé aux dépens

de la magnétite qui prédomine ou existe seule loin des affleurements. Elle accompagne aussi la magnétite dans les lentilles de ce minéral, intercalées dans les schistes cristallins.

Voici quelques gisements caractéristiques de ce genre de gisement (Voir aussi p. 280. *Savoie*).

Corbières. — *Hérault*. La collection du Muséum possède de jolis échantillons d'un schiste à hématite micacée, véritable itabirite très plissée : ils proviennent de Courniou près Saint-Pons.

Maures. —*Var*. Il existe dans les environs de Collobrières, dans la chaîne du Mont Sauvette et aussi à environ 200 mètres au S.-O. du village, des gisements d'une véritable itabirite, alternant avec des lits de micaschiste. Ce gisement peu éloigné de ceux de magnétite n'est pas exploitable.

Algérie. — *Constantine*. Des gneiss riches en hématite passant à des itabirites se trouvent dans les environs de Philippeville (Estaya, Medjadja, Mesallas, Ouled-Nouar). L'hématite forme aussi des lentilles au milieu de ces gneiss.

L'hématite compacte ou micacée accompagne la magnétite dans les grands gisements d'Aïn-Mokra (Mokta-el-Hadid), et de ses environs (Tebeïga, Marouania, Bou-R'beya).

Madagascar. — Les cristaux et masses de magnétite si abondants dans les schistes cristallins de l'île sont souvent transformés en hématite (*martite*).

4° *Dans les filons et les gites de substitution.*

a) *Dans les gisements essentiellement métallifères.*

L'hématite sous forme cristallisée, lamellaire ou compacte (hématite rouge) se rencontre dans un grand nombre de filons ; dans les uns, elle est associée au quartz et contemporaine de la formation de ceux-ci. Dans beaucoup d'autres, elle est au contraire, nettement secondaire, résultant de l'altération superficielle de minéraux sulfurés, carbonatés ou de magnétite qui se trouvent à l'état intact en profondeur.

Des filonnets quartzeux renfermant de l'hématite généralement lamelleuse ou laminaire, sont en outre extrêmement fréquents dans les formations géologiques les plus variées, aussi ne citerai-je que ceux ayant un intérêt spécial (voir aussi page 376).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. L'hématite micacée se rencontre comme accident, mais en magnifiques échantillons, dans les filons de sidérite énumérés à l'article *sidérite* et particulièrement dans ceux de Baigorry.

Haute-Garonne. J'ai recueilli de beaux échantillons d'hématite micacée dans des filonnets quartzeux près d'Eup, au voisinage du cap de Mont.

Ariège. L'hématite se trouve dans les mêmes conditions dans les gites de limonite de Rancié ; dans des filons quartzeux, à Aleu.

A la Gaillarde, au Sud-Ouest de Labastide de Sérou, ainsi qu'à Montels, les calcaires et les grès dévoniens sont traversés par des filons imprégnés par une hématite rouge compacte ou terreuse, se concrétionnant parfois en masses mamelonnées à structure fibreuse. A Montels, elle contient des cristaux de barytine. Le minerai de ces gisements est souvent un peu hydraté (turgite) et provient probablement de la déshydratation de la limonite.

Pyrénées-Orientales. Les gites de fer du Canigou (notamment Fillols, Batère) (voir à *limonite*) renferment de l'hématite écailleuse.

De nombreux filons de quartz, riches en hématite lamellaire, traversent, au voisinage de Lesquerde, le granite et les calcaires secondaires qui le recouvrent.

Aude. D'assez jolis cristaux d'hématite (lames hexagonales entrecroisées) ont été trouvées dans la mine de galène de la Caunette.

Plateau Central. — *Tarn*. Les gites ferrifères de las Costes, à Alban le Fraysse, sont essentiellement constitués par de la limonite, mais renferment aussi de l'hématite sous forme de masses compactes, creusées de géodes que tapissent des agrégats mamelonnés à cassure polyédrique du même minéral. Ils sont d'un rouge presque noir à la surface, possèdent un éclat très vif, et donnent une poussière rouge, mais ils renferment 6,72 % d'eau ; ils sont à l'évidence le résultat de la déshydratation partielle de la limonite (turgite).

Berri. — *Cher*. Des filons quartzeux renfermant de l'hématite compacte se trouvent dans les micaschistes à Lacour, à la limite des communes de Vesdun et de Culan.

Vosges. — *Haute-Saône*. Des filons d'hématite à gangue quartzeuse, se trouvent dans les spilites de Saphoz en Faucogney, dans une roche porphyrique à Servance (hématite micacée, avec barytine, dolomite), à Saulnot (gangue de calcite, sidérite, dolomite, barytine, etc.).

[*Alsace*]. De tous les gisements d'hématite dont j'ai à m'occuper, Framont est un de ceux qui a fourni la plus grande quantité de cristaux intéressants. Les filons ferrugineux qui y ont été exploités paraissent être le résultat de l'altération superficielle de gites pyriteux.

Le minerai principal était constitué par de l'hématite rouge brique, plus ou moins terreuse (Grandfontaine), mélangée à de l'hématite grise, à éclat métallique et à structure plus ou moins finement grenue. Les cavités de ce minerai terreux étaient tapissées par de l'hématite rouge concrétionnée et fibreuse (Grandfontaine, Noire-Maison), ou bien par de la calcite, de la dolomite, associées aux cristaux qui vont être étudiés.

Les cristaux d'hématite de Framont ont été pour la première fois décrits par Romé de l'Isle (*op. cit.*, III. 198. 1783, qui y a reconnu les combinaisons : a^1 (0001), e_3 ($22\bar{4}3$), avec prédominance de l'une ou l'autre de ces formes ; $a^1\ e_3$, avec p ($10\bar{1}1$) plus ou moins développé ; il considérait le minéral comme cubique. Haüy (*op. cit.*, 1801) fit voir que la symétrie est ternaire et figura la même combinaison $a^1\ e_3$ (fer oligiste trapézoèdre) et $a^1\ e_3\ p$ (fer oligiste uniternaire). Lévy (*Desc. coll. Heuland* pl. LXVI, fig. 8 et 13) a figuré deux nouvelles combinaisons $p\ a^1\ e_3\ b^2$ ($11\bar{2}3$) et $p\ a^1\ d^1$ ($11\bar{2}0$) b^1 ($01\bar{1}2$), e_3.

Dans sa monographie de Framont, Carrière (*Ann. Soc. émul. Vosges*. Épinal 1849) signale, en plus des combinaisons indiquées par Romé de l'Isle et Haüy, les suivantes : $a^1\ e_3\ d^1$, avec ou sans p et plus rarement e_3, p, a^2 ($10\bar{1}4$), e_5 ($42\bar{6}5$). Enfin Dufrénoy (*Minér.* II. 1865. pl. LXIX, fig. 103) figure la combinaison $d^1\ a^1\ e^2$ ($10\bar{1}0$) e_3.

Plus récemment, M. Schweitzer (*Inaug. Dissertation Strassburg*, 1892) a fait une revision des anciennes observations : il a retrouvé toutes les formes précitées, à l'exception de e^2 et y a rencontré en outre $e^{1/2}$ ($01\bar{1}1$), π ($11\bar{2}6$), φ ($1.1.\bar{2}.10$), e_4 ($32\bar{5}4$) et un scalénoèdre auquel il donne la notation $\sigma = (d^{1/23}\ d^{1/83}\ b^{1/25})$ ($20.16\ \bar{3}\bar{6}.27$), mais dont l'angle mesuré avec p ($10\bar{1}1$) se rapproche autant de celui qui est exigé par le symbole $e_{10/3}$ ($7.6.\bar{1}\bar{3}.10$) qui est plus simple.

$$p\sigma = 157°21' \qquad pe_{10/3} = 156°20' \qquad \text{obs. } 156°52'30''$$

Les figures données ici (fig. 20 à 28) sont empruntées au mémoire de M. Schweitzer.

J'ai pu examiner un assez grand nombre d'échantillons d'hématite

de Framont contenus dans la collection du Muséum (y compris les collections d'Haüy et de Romé de l'Isle) et dans celle de M. Kampmann.

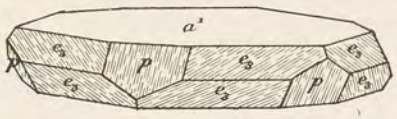


Fig. 20.
Hématite de Framont (Type V).

Le caractère commun à tous les cristaux d'hématite de ce gisement réside dans l'existence d'une large base, toujours associée à e_3 et presque toujours à p. Le faciès des cristaux est assez varié ; leur plus grande dimension dépasse rarement 6 millimètres. Le type le plus commun est celui qui est caractérisé par la prédominance de e_3 (type V) ; l'aplatissement suivant a^1 est plus ou moins considérable (fig. 20 à 22).

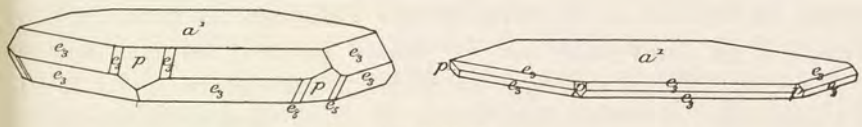


Fig. 21 et 22.
Hématite de Framont (Type V).

Les faces p et e_3 sont souvent striées comme dans la fig. 20, la base est rarement plane, d'ordinaire bombée comme dans les cristaux de l'île d'Elbe, oscillant avec $a^2\,(10\bar{1}4)$ et $a^{1/2}\,(10\bar{1}5)$; elle est quelquefois recouverte par de petits cristaux d'hématite lamellaire ; les formes $e^{1/2}\,(01\bar{1}1)$, $e_5\,(42\bar{6}5)$ se présentent quelquefois sous forme de petites facettes.

Les cristaux de ce type s'empilent souvent en grand nombre pour donner naissance (fig. 23) à des pseudoprismes hexagonaux, dont les faces latérales sont remplacées par des cannelures profondes formées par les angles $e_3\ e_3$, alternativement saillants et rentrants :

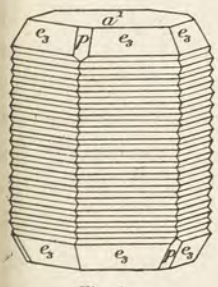


Fig. 23.
Hématite de Framont.

La figure 22 représente au contraire un cristal extrêmement aplati suivant la base.

On rencontre des cristaux établissant le passage du type V au type III qui ont la même forme que ceux de la fig. 20, mais dans lesquels $p\,(10\bar{1}1)$ l'emporte en développement sur e_3 qui est parfois réduit à de petites facettes triangulaires. Les faces de ces cristaux sont d'ordinaire très striées.

Les diverses formes qui viennent d'être énumérées constituent la plus grande partie des cristaux de Framont, on les trouve dans des

géodes tapissant l'hématite finement grenue, compacte ou terreuse ou implantés sur une brèche formée de quartz et d'hématite.

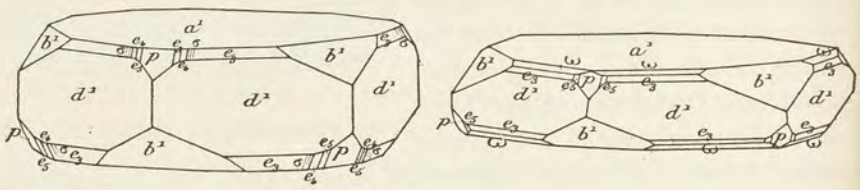


Fig. 24 et 25.
Hématite de Framont (Type VI).

Beaucoup plus rares sont les cristaux se rapportant au type VI, caractérisé par le grand développement du prisme d^1 $(11\bar{2}0)$ (fig. 24 et 25), la présence de b^1 $(01\bar{1}2)$ et par l'existence de formes exceptionnelles ne constituant que de petites facettes, les scalénoèdres e_5 $(42\bar{6}5)$, e_4 $(32\bar{5}4)$ et $\sigma = e_{10/3}$ $(7.6.\bar{1}3.10)$, l'isoscéloèdre [1] φ $(1.1.\bar{2}.10)$, le rhomboèdre a^2 $(10\bar{1}4)$. Les figures 26 et 27 montrent l'aspect des cristaux de ce type, quand b^1 $(01\bar{1}2)$ domine ; ce type spécial est à comparer au type III, mais avec remplacement de p par b^1.

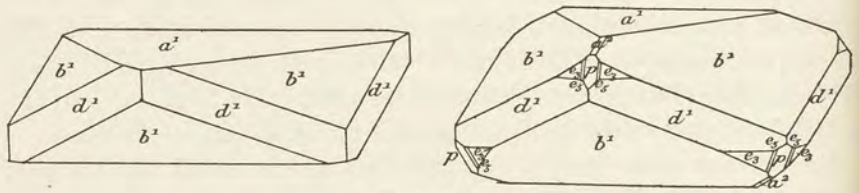


Fig. 26 et 27.
Hématite de Framont.

Enfin une dernière catégorie de cristaux à rapporter au type III est caractérisée par la prédominance du rhomboèdre p $(10\bar{1}1)$; la base est très courbe et e_3 réduite à de très petites facettes (fig. 28). Ils présentent souvent des irisations superficielles dans les teintes bleues et rouges dont de magnifiques échantillons se rencontrent dans toutes les vieilles collections. Ils tapissent les cavités d'hématite grenue d'un gris d'acier. Ces cristaux deviennent parfois lenticulaires quand ils

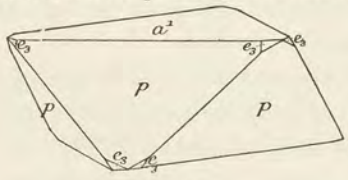


Fig. 28.
Hématite de Framont.

1. Dans la figure 25, ω doit être remplacé par la lettre φ.

sont très aplatis, ils se rencontrent alors exclusivement dans des géodes de dolomite d'un jaune rosé se trouvant au milieu de l'hématite compacte. Ils sont implantés sur les rhomboèdres de dolomite ou sont englobés par eux.

L'hématite a été aussi trouvée à Framont sous forme micacée, tantôt d'un gris noir à éclat métallique et tantôt rouge, parfois translucide (*rubinglimmer*) ; cette dernière variété constitue des masses caverneuses ou se trouve clairsemée en lames à aspect mordoré sur des cristaux de quartz (mine de Granfontaine).

La magnétite de Framont est quelquefois transformée en hématite (martite) ; les cristaux que j'ai examinés sont des octaèdres de 2 millimètres environ, ils sont englobés dans de la calcite. La collection du Muséum renferme un gros rhombododécaèdre b^1 (110) ayant environ 4 centimètres de plus grande dimension ; il est transformé en hématite rouge ; il est probable qu'il constitue une pseudomorphose de magnétite ou de grenat, bien que les dimensions de ce cristal dépassent tout ce qui, à ma connaissance, a été trouvé dans ce gisement en fait de cristaux de ces minéraux.

Je donnerai en terminant la liste des nombreux minéraux qui ont été trouvés dans le filon de Framont : magnétite, gœthite, limonite, manganite, pyrolusite, panabase, chalcopyrite, érubescite, chalcosite, stibine, blende, galène, cuivre natif, bismuth natif, calcite, aragonite, dolomite, sidérite, malachite, chessylite, aurichalcite, gypse, quartz, chrysocole, scheelite, fluorine, phénacite, grenat, épidote, augite, hornblende (voir à *anatase*).

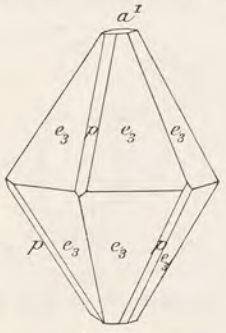


Fig. 29.
Hématite de Blattenberg (Type II).

J'ai trouvé dans la collection du Muséum des échantillons venant du Blattenberg près Sainte-Marie-aux-Mines ; l'un d'eux présente un petit groupement de cristaux d'hématite remarquablement brillants, à forme intéressante (type II). Ce sont des isoscéloèdres aigus e_3, généralement terminés par une petite base a^1 (0001), avec parfois des facettes p linéaires (fig. 29).

D'autres cristaux ressemblent beaucoup à ceux de Framont, type V, avec empilement de beaucoup d'individus suivant la base. Ils sont implantés sur un quartz rouge bréchiforme et associés à de la barytine.

Vosges. La collection du Muséum possède un échantillon qui faisait

partie de la collection de Romé de l'Isle et provient du Val d'Ajol (filon d'hématite du Défilé des Roches). Il est constitué par du quartz, que recouvrent des cristaux d'hématite du même type que ceux de Framont représentés par la figure 23. Ils sont en général implantés sur la gangue par une face parallèle à l'axe vertical et montrent ainsi nettement les angles rentrants caractéristiques de ces groupements.

Alpes. — *Savoie.* Le filon quartzocalcaire de Leschaux, près Salins, dont il a été question à l'article *rutile* (page 204), renferme des lames d'hématite, souvent courbes, atteignant un décimètre carré. Elles sont en grand nombre enveloppées par la calcite, plus rarement par la sidérite que recouvrent ou accompagnent de petites aiguilles de rutile.

Isère. L'hématite compacte laminaire ou micacée se rencontre en quantité plus ou moins grande dans la plupart des filons de sidérite de l'Isère, énumérés plus loin (région d'Allevard, d'Allemont notamment) ; dans quelques-uns d'entre eux (filon de Prémol, au-dessus de Vaulnavey), elle constitue même le minerai dominant du filon.

Hautes-Alpes. Des échantillons analogues, en très grandes lames micacées, ont été rencontrés dans le filon du pied du Col près de Villard d'Arène.

Algérie. — *Oran.* Le gite de la Grande Haoueria (R'ar-el-Baroudt) près Beni-Saf, non loin de l'embouchure de la Tafna, est constitué par une hématite rouge ou d'un noir bleuâtre provenant de la transformation de sidérite dont elle a fréquemment conservé la forme (belles géodes de rhomboèdres). Ce minerai très friable renferme 2 à 3% de manganèse et ne contient ni soufre ni phosphore. On rencontre dans l'hématite des blocs corrodés de calcaire qui sont souvent traversés par des veinules d'hématite micacée.

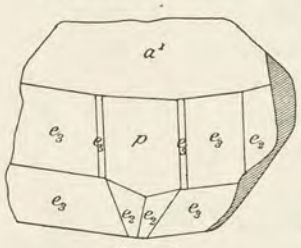


Fig. 30.
Hématite de Beni Saf.

C'est de ce même gisement que proviennent de beaux échantillons que m'a remis M. Gentil. Ils consistent en cristaux implantés sur de la sidérite avec hématite écailleuse, ils atteignent 1 centimètre de plus grande dimension ; ils sont groupés en grand nombre à axes parallèles.

Ces cristaux sont aplatis suivant une large base et présentent d'une façon constante les faces suivantes : a^1, p, e^1 $(02\bar{2}1)$, e_3, e_5, z $(22\bar{4}1)$,

avec parfois ω $(8.8.\bar{1}\bar{6}.3)$. Il existe en outre, à l'intersection de e^1 et de e_3, un scalénoèdre qui n'a pu être précisé. De même, les arêtes d'intersection de p, de e^1 et de e_3 avec a^1 sont généralement courbes et donnent une série interrompue d'images parmi lesquelles aucune ne prédomine.

Ces cristaux offrent une grande analogie d'aspect avec ceux de Framont, représentés par les figures 24 et 25, mais b^1 $(01\bar{1}2)$ est remplacé par e^1 et le prisme d^1 $(11\bar{2}0)$, par les isoscéloèdres aigus dont il vient d'être question. La fig. 30 représente un petit cristal d'un autre type sur lequel le scalénoèdre e_2 $(12\bar{3}2)$ est particulièrement développé.

Toutes les faces sont éclatantes et unies, à l'exception de celles des isoscéloèdres z et ω qui sont ternes et striées horizontalement, avec des séries d'angles saillants et rentrants, qui trahissent la structure lamellaire des cristaux ; ω est connu dans le corindon, mais n'avait pas encore été trouvé dans l'hématite.

Constantine. — J'ai examiné de beaux échantillons d'hématite et de limonite provenant d'un gîte situé dans des schistes (liguriens ?) à Filfila, à l'E. de Philippeville. L'hématite est compacte ou micacée et se présente aussi en cristaux enchevêtrés rappelant ceux du type commun à l'île d'Elbe (fig. 31), mais ils sont le plus souvent très aplatis et lenticulaires, par suite de la prédominance de a^2 $(10\bar{1}4)$.

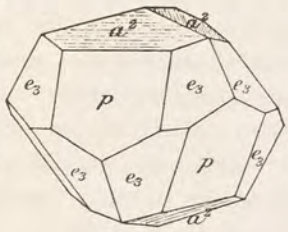


Fig. 31.
Hématite de Filfila (Type II).

Tunisie. — L'hématite compacte ou micacée forme des poches dans les gisements éocènes de Tabarka près de la frontière algérienne.

Sénégal. — La collection du Muséum renferme un échantillon d'hématite micacée à grandes lames, engagé dans du quartz filonien ; il est indiqué comme provenant du fort de Backel.

Tonkin. — Je dois à M. Dupouy une série d'échantillons d'hématite accompagnant la magnétite dans les mines de Bao-Nang à l'Est de Thaï-Nguyen, de Tay-Ha (province de Vinh-Yen), au N.-E. de Sontay.

Ce sont des hématites compactes ou rappelant celles de l'île d'Elbe et renfermant dans leurs cavités des géodes de rhomboèdres striés, très obtus et presque lamelleux.

b) Dans des filons quartzeux et des remplissages incomplets de fentes.

L'hématite se rencontre assez fréquemment comme élément accessoire dans des filons de quartz traversant les formations géologiques les plus diverses ; elle s'y présente soit en masses compactes rouges ou d'un noir de fer et alors finement grenues, soit en lames cristallines aplaties suivant la base ; je ne m'occuperai ici que de quelques gisements pour exemple.

L'hématite existe aussi dans les fentes imparfaitement remplies des schistes cristallins des Alpes. Ce gisement est analogue à celui qui sera étudié plus loin à l'article *ilménite*, il fournit de fort beaux cristaux.

Ardennes. — [*Belgique*]. Les filonnets quartzeux traversant les schistes siluriens de Salm-Chateau renferment des cristaux d'hématite très brillants, en lames aplaties suivant a^1 (0001), empilées, souvent courbes ; elles ont plusieurs centimètres de diamètre. Elles présentent généralement sur les faces a^1 les stries triangulaires habituelles. Je n'ai vu aucune face géométriquement déterminable dans les échantillons que j'ai étudiés, mais M. Groth a signalé (*Min. Samml. Strassburg*, 75. 1878) les formes p ($10\bar{1}1$), b^1 ($02\bar{2}1$) dominantes, e_3 ($22\bar{4}3$) et entre cette face et p de petites facettes e_5 ($42\bar{6}5$) très brillantes. Il existe en outre une autre pyramide de 2e ordre non mesurable et le prisme d^1 ($11\bar{2}0$).

Dans tous les échantillons de Salm Château, les macles polysynthétiques suivant p ($10\bar{1}1$) sont très abondantes.

Vosges. — *Belfort.* Un filonnet d'hématite écailleuse à gangue de quartz et de calcite a été trouvé lors de travaux effectués il y a quelques années sur le flanc Sud-Est de la montagne du Salbert près de Belfort.

Alpes. — *Haute-Savoie. Massif du Mont-Blanc.* L'adulaire qui tapisse les fentes de la protogine et des roches cristallines du massif du Mont-Blanc est parfois associé à de petits cristaux d'hématite à contours hexagonaux groupés comme l'eisenrose (fig. 1) ; je n'y ai pas trouvé de cristaux mesurables.

J'ai examiné de fort beaux échantillons d'hématite provenant de Pormenaz sans indication plus précise, ils tapissent les fentes per-

pendiculaires à la schistosité d'un schiste micacé et sont accompagnés de cristaux de quartz.

Ces cristaux sont très minces et aplatis suivant a^1 ; ils atteignent 1 centimètre de diamètre suivant la base et sont implantés perpendiculairement à leur gangue. Leur couleur noir de fer les distingue nettement de l'hématite gris d'acier de l'Oisans, la forme est également différente. Ces cristaux présentent tous la forme a^1, e_3, p avec parfois de très petites facettes e_5, b^1 et e^1. Leur type le plus habituel correspond à celui qui est représenté par la figure 22. Les macles par accolement suivant une face e^2 ne sont pas rares.

Isère. Les fentes des granulites et des schistes cristallins dans lesquels se rencontrent le quartz hyalin, l'anatase, la brookite, la crichtonite des environs de Saint-Christophe-en-Oisans, contiennent parfois des cristaux d'hématite remarquables par la netteté et l'éclat de leurs faces. J'ai étudié un assez grand nombre d'entre eux ; ceux que l'on rencontre dans les collections faites au commencement du siècle proviennent de la Combe de la Selle. Ils ne sont d'ordinaire accompagnés que de quartz, rarement d'albite ; il ne dépassent guère 1 centimètre de diamètre.

Ces cristaux d'hématite se distinguent bien par leur netteté, leur épaisseur et leur couleur gris d'acier bleuâtre des lames minces de crichtonite d'un noir foncé de la même région. Ils sont aplatis suivant a^1 (0001) et possèdent une forme régulièrement hexagonale ; la base est toujours accompagnée des faces e_3 ($22\bar{4}3$) et e^2 ($10\bar{1}0$) ; plus rarement j'ai observé p ($10\bar{1}1$), d^1 ($11\bar{2}0$) dont l'aspect terne et la surface raboteuse contrastent avec l'éclat des autres faces.

L'aspect de ces cristaux est celui de la figure 21, avec en outre de petites faces e^2.

Le scalénoèdre e_5 ($42\bar{6}5$), n'est pas très fréquent, mais quand il existe, il est souvent assez développé.

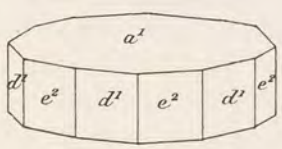


Fig. 32.
Hématite de la Combe de l'Oisans

Lévy a cité (*Descr. coll. Heuland*, pl. LXVI, fig. 5) la combinaison $a^1\, e^2\, d^1$ représentée par la fig. 32, comme provenant de l'Isère et accompagnant l'épidote. Je ne l'ai pas observée moi-même.

M. de la Durandière m'a remis un échantillon de l'Oisans sans indication précise, constitué par un schiste granitisé, recouvert par des cristaux de quartz, d'hématite et d'épidote ; ces derniers sont parfois

implantés sur l'hématite. Celle-ci est extrêmement aplatie, rappelant par ses formes la crichtonite, mais ne renfermant pas de titane. Les faces p, e_3 ont seules pu être déterminées; des rhomboèdres et des isoscéloèdres très obtus ne donnent aucune mesure précise à cause de l'arrondissement de leurs faces. Ces cristaux sont maclés suivant e^2.

Des cristaux d'hématite du type *eisenrose* ont été récemment trouvés avec quartz hyalin dans un filon du massif des Grandes Rousses près de Clavans; ils m'ont été signalés par M. Denis.

Enfin, je noterai un échantillon d'*eisenrose* de la collection Haüy consistant en lames hexagonales empilées en éventail et supportant des cristaux d'axinite; il est indiqué comme provenant de l'Isère sans indication plus précise.

Hautes-Alpes. De petites rosettes d'hématite se rencontrent dans les fentes de la granulite dans le ravin de la Maison Neuve près du Plateau de Paris (vallée de la Romanche en aval de la Grave).

5° *Dans les formations sédimentaires.*

L'hématite constitue un minerai exploité dans un certain nombre de gisements français. Sa gangue y est fréquemment quartzeuse. Les principaux gisements qui vont être énumérés doivent être cités à cause de leur importance économique; ils n'ont pas d'intérêt minéralogique bien marqué.

a) *Dans les assises paléozoïques.*

Silurien.

Normandie. — Un important niveau ferrifère existe dans l'ordovicien, entre les grès armoricains et les schistes à *Calymene*. Le minerai des affleurements est généralement constitué par de la limonite, mais dans quelques gisements, il est formé par de l'hématite, de la magnétite ou de la sidérite. Dans beaucoup de cas, ce minerai est oolitique et résulte de l'altération de la bavalite.

M. Cayeux considère ces oolites comme le résultat d'épigénies d'oolites calcaires : leur centre serait souvent d'origine végétale. Cette théorie a été énoncée (*C.R.* CXXVII. 1100. 1898) par cet auteur, mais les arguments sur lesquels elle s'appuie n'ont pas été publiés (voir *limonite oolitique*).

Orne. La bavalite de la Ferrière-aux-Étangs est remarquablement

oolitique ; les oolites ont souvent un centre de calcite et de quartz (on trouve fréquemment de grandes oolites en renfermant de plus petites) ; elles sont cimentées par de la bavalite et de la calcite. Aux affleurements, la bavalite est entièrement altérée et transformée en hématite rouge. On trouve tous les passages entre le silicate intact et le produit de sa transformation complète.

Calvados. Le minerai oolitique de May-sur-Orne, se brisant en blocs polyédriques, a la même structure et la même origine que celui de la Ferrière.

Bretagne et Anjou. — *Morbihan*, *Loire-Inférieure*, *Maine-et-Loire*. Il existe deux niveaux de minerai de fer dans l'ordovicien de Bretagne. Le plus inférieur se trouve dans les grès armoricains, il est constitué par de l'hématite ou de la limonite. C'est à ce niveau qu'appartient le gisement de St. Gildas-des-Bois (*Loire-Inférieure*) que j'ai cité page 265 comme exemple de minerai métamorphisé par le granite.

On verra à l'étude de la magnétite que les gisements de ce minéral situés près de Segré (*Maine-et-Loire*) se transforment au voisinage de la surface en hématite, puis en limonite.

Le second niveau ferrifère se trouve dans les mêmes conditions que celui de Normandie, à Sainte-Brigitte près les Salles de Rohan (*Morbihan*) ; l'hématite y est également le produit de l'altération d'une bavalite riche en magnétite.

Ardennes. — *Ardennes et* [*Belgique*]. L'hématite colore en violet les schistes cambriens (devillo-revinien) de Fumay : elle est plus abondante encore dans les phyllades dites oligistifères du salmien, notamment à Viel-Salm (Belgique) où ces assises renferment des intercalations de coticule. Nulle part l'hématite n'est assez abondante pour constituer un minerai ; elle forme seulement des paillettes microscopiques.

Dévonien.

Ardennes. — *Ardennes et* [*Belgique*]. Le dévonien inférieur (gédinnien) renferme des phyllades oligistifères, dans lesquelles l'hématite en paillettes joue le même rôle que dans ceux du cambrien (Braux, par exemple).

Il existe à Couplevoie des couches d'hématite dans le dévonien moyen (eifélien).

Carbonifère et permien.

L'hématite colore en rouge beaucoup de grès et de conglomérats du permien, mais aucun d'entre eux ne renferme en France d'amas d'hématite méritant d'être signalés.

Plateau Central. — *Aveyron.* Les roches houillères de Lasalle près Cransac, spontanément embrasées, renferment de la sidérite lithoïde qui a subi une calcination naturelle et a été ainsi transformée en hématite rouge compacte.

Vosges. — *Haute-Saône.* Des rognons d'hématite compacte, renfermant des nids d'hématite spéculaire, ont été trouvés dans les mines de houille de Ronchamp et de Champagney (notamment à Mourière).

b) *Dans les assises secondaires.*

Trias.

Vosges. — *Haute-Saône.* Des sondages faits autrefois pour des recherches de houille près de Gouhenans ont ramené des marnes irisées des rognons d'hématite compacte à structure conchoïdale, prenant un beau poli.

Alpes. — *Savoie.* Des masses d'hématite écailleuse, véritables schistes à hématite, se rencontrent au dessus du lac Salé d'Arbonne, à Arbalétan en St. Pierre de Belleville, au milieu de schistes lustrés métamorphiques. Ces roches rappellent les itabirites du Brésil (Voir page 268).

Jurassique et crétacé.

La plus grande partie des gisements d'hématite des terrains jurassiques et en particulier ceux possédant la structure oolitique, sont le résultat d'une déshydratation superficielle des couches de limonite oolitique[1], aussi n'en donnerai-je pas d'exemple, renvoyant à l'article *limonite*. Notons du reste, que dans bien des cas ces oolites, malgré leur couleur rouge, renferment encore de l'eau et sont probablement formées par de la turgite, bien que l'abondance de la silice et de l'alumine ne permette pas de faire la démonstration de cette hypothèse.

1. C'est aussi le cas des pisolites ferrugineux accompagnant la bauxite et ceux de la latérite.

Infra-lias et lias.

Plateau Central. — *Aveyron.* Le lias de Veuzac renferme un gisement de limonite, dans lequel se rencontrent des rognons d'hématite écailleuse et de magnétite ; ces minéraux épigénisent des fossiles.

Côte d'Or. La limonite exploitée autrefois à Beauregard, renfermait de nombreux fossiles (unios), transformés en hématite ; leur surface est lisse et régulière, mais leur cassure met en évidence la structure lamellaire et l'éclat métallique de l'hématite qui est miarolitique. De l'hématite lamellaire a été trouvée aussi dans ce gisement hettangien, ainsi que dans celui de Thoste.

Berri. — *Indre.* D'importantes couches d'hématite ont été autrefois exploitées dans les grès rhétiens aux environs de Chaillac et de Saint-Benoit du Sault ; les grès sont eux-mêmes colorés en rouge par l'hématite. Des cristaux de gœthite ont été trouvés près de Chaillac dans le même gisement.

Médiojurassique (bajocien et bathonien).

Bassin du Rhône. — *Ardèche.* L'hématite a été exploitée dans plusieurs mines des environs de Privas (à Veyras notamment). Dans cette région, il existe deux couches distinctes, l'une de l'âge du calcaire à entroques (0^{m}, 40 d'épaisseur) et par suite de celui de la limonite oolitique du Jura ; l'autre qui lui est superposée dépend des marnes du bathonien. La couche inférieure possède une structure oolitique, elle passe à des roches très quartzeuses qui ne sont point des silicates de fer, comme cela a été dit souvent, mais des roches quartzeuses imprégnées d'hématite (minerai agatisé). Cette couche est beaucoup moins riche que la supérieure, à forme lenticulaire, qui a été observée sur 4,460^{m}×1,700^{m}, avec 7^{m} 10 d'épaisseur au centre.

La masse du minerai est coupée par de nombreuses failles qui à son contact renferment de la pyrite.

Le minerai agatisé de Privas renferme çà et là des fragments d'anthracite.

Suprajurassique (callovien, oxfordien).

Bassin du Rhône. — *Ardèche.* Le gisement de la Voulte, aujourd'hui inexploité est interstratifié dans le callovien ; il est célèbre

par les fossiles et notamment les ammonites (A. *macrocephalus*, *anceps*, *athleta*, etc.) ferrugineuses qu'il a fournis en grande abondance. Ses bancs ferrugineux sont séparés les uns des autres par des lits de marnes schisteuses.

A la base, on observe des bancs (2 m. environ) d'hématite oolitique, ils sont recouverts par des couches atteignant plus de 7 m. d'épaisseur et formées par de l'hématite feuilletée qui présente par places des lits agatisés, analogues à ceux de Privas. Enfin le toit du gisement est constitué par des couches peu épaisses de limonite compacte.

L'hématite de la Voulte est creusée de géodes que tapissent de petits rhomboèdres de sidérite : ceux-ci sont parfois recouverts par des cristaux remarquablement limpides de barytine, et généralement riches en faces.

Gard. Des gisements d'hématite agatisée se trouvent dans l'oxfordien (zone à *Ammonites cordatus*) à la Coste de Comeires et à Pierre Morte.

Infracrétacé.

Champagne. — *Haute-Marne.* La couche rouge de Wassy consistant en hématite impure est une formation marine de l'urgonien supérieur qui recouvre des limonites oolitiques de formation d'eau douce.

a) *Dans les assises tertiaires et quaternaires.*

L'hématite se produit par la réduction des minerais de fer pisolitiques aussi bien que par celle des minerais oolitiques (voir à *limonite*).

Bassin de Paris. — *Seine.* Je citerai en terminant les petits globules d'hématite qui, dans l'argile plastique sparnacienne des environs de Paris et particulièrement dans celle des environs d'Issy près de la porte de Versailles, se produisent par transformation de globules de sidérite. La fig. 33 représente une coupe mince faite dans un échantillon riche en globules de ce genre. Ceux-ci sont creux et peuvent être facilement isolés par lévigation : on trouve tous les intermédiaires entre eux et les globules exclusivement constitués par de petits cristaux de sidérite, et figurés plus loin à la description de cette espèce.

6° *Dans les opérations industrielles.*

Des enduits cristallisés d'hématite ont été observés par Boussingault (*C. R.* LXXXIII.1007.1876) dans les fentes d'un four de Ria (*Pyrénées-Orientales*) où se traitait la sidérite.

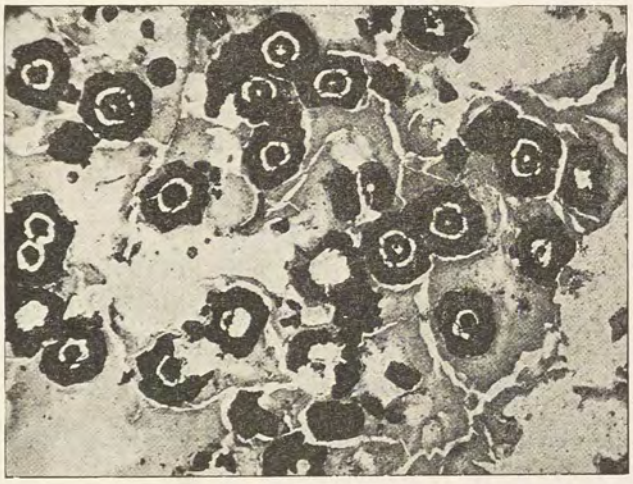


Fig. 33.
Hématite en globules creux provenant de l'épigénie de la sidérite ; dans l'argile plastique d'Issy près la porte de Versailles (Paris). (*Photographie, lumière naturelle, grossissement de 80 diamètres*).

Kuhlmann a constaté la formation de beaux cristaux d'hématite sur les parois d'un four dans lequel était chauffé en grand un mélange de craie et de chlorure de manganèse ferrugineux (régénération du manganèse et fabrication du chlorure de calcium). Ces cristaux étudiés par Des Cloizeaux (*C. R.* LII.1325.1861) ont la forme du type III et présentent la combinaison de a^1, p, d^1, e_3.

GROUPE DES FERS TITANÉS

Les fers titanés sont rhomboédriques, très voisins comme angles de l'hématite, mais ils sont parahémiédriques. Ils sont exclusivement constitués par des oxydes de fer et de titane, mais leur constitution chimique est fort complexe. La découverte du produit Ti^2O^3, isomorphe de Fe^2O^3 et de Al^2O^3 avait fait penser que ces minéraux pouvaient être rattachés au groupe de l'hématite. Des recherches récentes montrent qu'il existe incontestablement une famille constituée de la façon suivante :

Crichtonite[1]	$FeTiO^3$
* *Picrocrichtonite* . .	$(Fe, Mg)TiO^3$
* *Geikielite*	$MgTiO^3$
* *Pyrophanite*	$MnTiO^3$

Ce groupe doit prendre place dans la systématique à la suite de la pérowskite $CaTiO^3$ (t. I, p. 538).

Il faut reconnaître toutefois qu'un petit nombre seulement des fers titanés correspond exactement à la composition de la crichtonite dans le sens que je lui donne ici. Le plus grand nombre d'entre eux, en effet, peuvent être représentés par la formule générale $m\ FeTiO^3$, $n\ Fe^2O^3$ dans laquelle les coefficients m et n peuvent varier entre des limites très étendues. Ces corps ne diffèrent pas comme forme de la crichtonite et sont comme elle parahémiédriques ; ce sont ceux auxquels je réserve le nom d'*ilménite*.

Pour compléter l'histoire des composés de fer et de titane, il y a lieu de rappeler les *hématites* un peu titanifères $(Fe,Ti)^2O^3$, dont il a été question plus haut et qui peuvent être regardées comme un mélange

1. Cet emploi du mot *crichtonite* se légitime par la composition chimique du minéral de l'Oisans auquel il a été donné et par l'antériorité de ce nom, créé en 1817 par de Bournon, alors que celui d'*ilménite* n'a été proposé qu'en 1827 par Kupffer (*Kerst. Arch. Min.* X. I.) pour désigner le minéral de l'Oural. La composition de ce dernier correspond du reste à la seconde formule, alors que la crichtonite de l'Oisans répond presque exactement à la composition théorique exigée par la formule $FeTiO^3$.

isomorphe de Fe^2O^3 et de Ti^2O^3, et enfin la *titanomagnétite* cubique $Fe\,(Fe,Ti)^2O^4$ qui sera décrite dans le groupe des spinellides dont elle fait partie.

Enfin je décrirai à la suite de ce groupe des fers titanés, la *pseudo-brookite* dont la composition sera discutée plus loin.

CRICHTONITE ET ILMÉNITE

$Fe\,Ti\,O^3$ *m* **$Fe\,Ti\,O^3$**, *n* **$Fe^2\,O^3$**

Rhomboédrique parahémiédrique.

$$pp = 85°21'.$$

$$[\,a : c = 1 : 1{,}38455\ (\text{Kokscharoff})\,]\ ^1.$$

Formes observées. a^1 (0001); d^1 $(11\bar{2}0)$;

a^{10} $(30\bar{3}4)$, p $(10\bar{1}1)$, $[e^4$ $(50\bar{5}2)?]$, $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$, $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$, e^1 $(02\bar{2}1)$, $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$, $e^{2/7}$ $(03\bar{3}4)$, $[e^{1/4}$ $(05\bar{5}7)?]$, $a^{1/6}$ $(0.5.\bar{5}.13)$, $a^{1/2}$ $(01\bar{1}5)$, $a^{7/10}$ $(01\bar{1}9)$, $a^{3/4}$ $(0.1.\bar{1}.11)$;

e_3 $(22\bar{4}3)$, $k = (d^{1/9}\,d^{1/2}\,b^{1/6})$ $(7.7.\bar{1}\bar{4}.6)$, $x = (d^{1/6}\,d^1\,b^{1/4})$ $(5.5.\bar{1}\bar{0}.3)$, $\tau = (d^{1/14}\,d^{1/5}\,b^{1/13})$ $(36\bar{9}2)$.

Les rhomboèdres $a^{3/4}$, $a^{7/10}$, $a^{1/2}$, trouvés par Des Cloizeaux dans la crichtonite, ont été considérés comme inverses du primitif par analogie avec des cristaux d'autres localités, mais l'absence d'autres formes dans les cristaux qui les présentent ne permet par d'affirmer qu'il en soit ainsi, et il est possible que ce soient les rhomboèdres directs correspondants $a^{13/10}$ $(1.0.\bar{1}.11)$, $a^{11/8}$ $(10\bar{1}9)$, $a^{7/4}$ $(10\bar{1}5)$.

Les formes a^{10}, $a^{1/6}$, $e^{7/2}$, $e^{4/5}$, τ et k ont été trouvées uniquement sur la mohsite dont il sera question plus loin.

Macles. 1° Macles suivant l'axe ternaire. Dans la mohsite, cette macle se produit par accolement suivant une face de la zone verticale, avec rotation de 30° : elle est polysynthétique, donnant les groupements compliqués avec angles rentrants (fig. 8).

2° Macles polysynthétiques suivant p $(10\bar{1}1)$, plus rares que dans l'hématite.

1. Des Cloizeaux a adopté pour point de départ de sa liste d'angles un rhomboèdre de 86° 0′, en se basant sur d'anciennes mesures de Kokscharoff effectuées sur l'ilménite de l'Ilmen. Depuis lors, Kokscharoff a publié (*Materialen Russland* VI, 350. 1874) des mesures plus précises qui conduisent aux paramètres adoptés ici.

Les angles donnés ici ont été mesurés sur la crichtonite de l'Oisans par Lévy (L), par Des Cloizeaux (Dx.), et par moi-même (Lx′) ou sur la mohsite (Lx).

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$a^1\ a^{10}$	129°49′	130°12′Lx
$^*a^1\ p$	122°1′30	122° Dx
$a^1\ e^4$	104°3′	
$a^1\ e^{7/2}$	101°47′	102°4′ Lx
$a^1\ e^2$	90°	
$a^1\ e^{3/2}$	97°8′	97°12′Lx′
$a^1\ e^1$	107°22′	
$a^1\ e^{4/5}$	112°48′	113°10′ Lx
$a^1\ e^{2/7}$	129°49′	130°10′ Lx
$a^1\ e^{1/4}$	131°12′	
$a^1\ a^{1/6}$	148°24′	148°40′ Lx
$a^1\ a^{1/2}$	162°16′	
$a^1\ a^{7/10}$	169°56′	170°10′ à 35′ Dx
$a^1\ a^{3/4}$	171°44′	172°10′ Dx
$a^1\ e_3$	118°27′	
$e_3\ e_3$ s. d^1	123°6′	
$a^1\ k$	106°54′ Lx	
$a^1\ x$	102°13′30″	
$a^1\ d^1$	90°	
$a^{10}a^{10}$ culm.	96°26′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
pp	85°31′	
$e^4\ e^4$	65°22′	
$e^{7/2}\ e^{7/2}$	64°3′	
$e^{3/2}\ e^{3/2}$	61°31′	61°29′ Lx
$d^1\ e^1$	158°30′30″	
$e^1\ e^1$ s. p.	68°30′30″	
pe^1	124°15′	
pe_3 adj.	153°55′	
$e_3\ e_3$ s. p.	127°50′	
$e^{4/5}\ e^{4/5}$	74°3′	
$e^{2/7}\ e^{2/7}$	96°26′	
$e^{1/4}\ e^{1/4}$	98°40′	
$a^{1/6}\ a^{1/6}$	125°42′	
$a^{1/2}\ a^{1/2}$	148°35′	148° env. Dx
$a^{7/10}a^{7/10}$	162°35′	
$a^{3/4}\ a^{3/4}$	165°42′	
$e^{4/5}\ \tau$	157°8′	157°20′ Lx
$e^{4/5}\ d^1$	143°3′	142°30′ env. Lx
τd^1	165°55′	
$\tau\tau$ s. a^{10}	99°58′	

Faciès des cristaux. L'ilménite se rencontre presque toujours en cristaux basés, mais le développement des diverses faces est assez varié et conduit aux types suivants :

Type I. Ce type, réalisé dans l'ilménite de l'Ilmen, est caractérisé par une large base, les rhomboèdres p $(10\bar{1}1)$, e^1 $(02\bar{2}1)$ et l'hémiisosscéloèdre $1/2\ e_3$ $[\pi(22\bar{4}3)]$; c'est dans ce type que l'hémiédrie est surtout accentuée grâce à la constance de la forme $1/2\ e_3$ (fig. 1).

Type II. Dans ce type (*mohsite*), la base est accompagnée de rhomboèdres directs et inverses, les prismes et les hémiscalénoèdres ne jouent qu'un rôle secondaire (fig. 7). Ce type offre d'une façon constante des macles à 30° (fig. 8).

Type III. Ce type diffère des types I et II par l'aplatissement extrême suivant a^1 (0001), il est souvent riche en faces généralement courbes et difficilement déterminables (*crichtonite* lamellaire).

Type IV. Les cristaux de *crichtonite* de l'Oisans sont caractérisés

par la prédominance du rhomboèdre très aigu $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$ quelquefois seul, mais le plus souvent accompagné d'une base peu développée (fig. 3 à 5).

Type V. Les cristaux de ce type sont caractérisés par le grand développement de la base et du prisme d^1 $(11\bar{2}0)$; dans la *washingtonite*, on observe en outre le rhomboèdre primitif. Ce type est à comparer au type VI de l'hématite (fig. 17).

Type VI. Il est possible que les cristaux d'*isérite*, considérés comme constituant des octaèdres réguliers, soient en réalité des rhomboèdres aigus d'angle voisin de l'octaèdre régulier, rhomboèdres accompagnés d'une base.

Quant aux cristaux titanifères octaédriques des gisements d'Auvergne, ils sont tous constitués par de la *titanomagnétite*.

L'ilménite se présente souvent en lames plus ou moins minces, appartenant par suite au type III, mais dans lequel les faces de bordure sont indéterminables ou absentes ; ces lames sont parfois assez minces pour présenter un aspect micacé.

Le même minéral se trouve aussi en masses plus ou moins compactes, en grains ou en sable provenant de la désagrégation des roches qui le contiennent.

Clivages. Clivage ou plans de séparation suivant a^1 (0001) (crichtonite). Cassure conchoïdale.

Dureté. 5 à 6.

Densité. 4,5 à 5. 4,727 (crichtonite, Oisans).

Coloration et éclat. D'un noir de fer, souvent un peu violacé (crichtonite). Éclat plus ou moins métallique suivant les variétés. Poussière noire à rouge brun. D'ordinaire opaque, parfois translucide et brune en lames extrêmement minces.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. L'ilménite se groupe souvent avec la magnétite suivant le même mode que l'hématite, les lames a^1 (0001) d'ilménite étant distribuées dans le cristal de magnétite parallèlement à une face a^1 (111) de celui-ci, de telle sorte que les deux minéraux ont un axe ternaire commun (voir à *magnétite*). Ces groupements ne sont généralement pas macroscopiquement visibles, mais en traitant par l'acide chlorhydrique une préparation mince de l'assemblage, il est possible de dissoudre d'abord la magnétite et de mettre en évidence les lames translucides de l'ilménite. Il est fort probable que beaucoup de magnétites titanifères doivent leur teneur en titane

à de semblables groupements d'ordre physique et sont par suite différents de la titanomagnétite. Quand les individus constituant le groupement ne sont pas trop petits, il est possible à l'aide d'un aimant d'effectuer une séparation mécanique satisfaisante.

Les inclusions brunes translucides et les inclusions opaques qui constituent la schillerisation des plagioclases, de l'hypersthène et du diallage sont probablement constituées par de l'ilménite. On a vu à l'étude de ces divers minéraux que ces inclusions sont géométriquement orientées sur leur hôte.

Propriétés électriques. Non magnétique à l'état pur.

Composition chimique. La formule $Fe\,Ti\,O^3$ correspond à la composition *a*). Une petite quantité de fer peut être remplacée par du manganèse (*Ardennes*) ou du magnésium.

Les principaux noms de variétés ont été donnés d'après les différences de teneur en titane ou dans l'hypothèse indiquée plus haut d'après la valeur de *m* et de *n* dans la formule $m\,Fe\,Ti\,O^3$, $n\,Fe^2\,O^3$. La *kibdelophane* contient environ 30 °/₀ de TiO^2, l'*ilménite* de 30 à 26 °/₀, la *ménaccanite* environ 25, la *washingtonite* et l'*hystatite* de 20 à 15, l'*uddevallite* environ 10.

J'ai rangé dans les hématites les minéraux renfermant moins de 10 °/₀ de titane.

Analyses *b*) de la crichtonite de l'Oisans par Marignac (*A. C. P.* XIV. 50. 1845).

c) de l'ilménite épigénisant le rutile des environs de Vannes par von Lasaulx (*Z. K.* VII. 1883).[1]

	a)	*b*)	*c*)
TiO^2.....	52,7	52,27	55,38
FeO.....	47,3	46,53	36,31
Fe^2O^3.....		1,20	8,25
	100,0	100,00	99,94
Densité.....		4,727	4,69

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, au feu réducteur, s'arrondit sur les angles si l'esquille étudiée est mince. Avec le borax et le sel de phosphore, donne au feu oxydant les réactions du fer; avec le sel de phosphore, au feu réducteur, donne une perle rouge brun qui devient rouge violet par addition d'étain.

1. Il ne faut pas perdre de vue que l'examen microscopique de beaucoup d'ilménites y montre l'existence d'aiguilles de rutile.

Les fers titanés se dissolvent lentement dans l'acide chlorhydrique ; la solution *concentrée*, portée à l'ébullition avec du zinc ou de l'étain, prend une couleur bleue ou violette.

Le procédé le plus commode et le plus rapide pour mettre en évidence le titane, consiste à utiliser les réactions colorées des alcaloïdes et des phénols. Le minéral est attaqué par l'acide chlorhydrique ou l'acide fluorhydrique ; une goutte de la liqueur ainsi obtenue colore en rouge cramoisi la solution sulfurique (acide sulfurique concentré) de morphine, en grenat celle de thymol, en rouge brique celle de phénol ou d'acide gallique, en brun rouge celle de pyrocathéchine.

Altérations. Transformation en sphène. — Dans les roches, les fers titanés se transforment souvent en sphène (*leucoxène*) parfois accompagné de rutile (voir Tome II, p. 253, fig. 23) : inversement, l'ilménite épigénise souvent le rutile.

Transformation en anatase. — J'ai décrit page 189 (fig. 14), les pseumorphoses d'ilménite en anatase, elles sont beaucoup plus rares que les précédentes.

Transformation en carbonates. — L'ilménite présente parfois, notamment dans les phyllites, des transformations en carbonates rhomboédriques parmi lesquels domine la sidérite : ces carbonates contiennent fréquemment des inclusions de rutile.

Diagnostic. Cristallisée, l'ilménite ne peut guère être confondue qu'avec l'hématite ; elle s'en distingue en tous cas par la couleur de sa poussière et ses réactions chimiques dues à la présence du titane.

Quand l'ilménite est dépourvue de formes géométriques, elle présente le même aspect que la magnétite, elle ne s'en différencie guère que par son absence de magnétisme et par ses réactions chimiques.

L'absence de magnétisme est le seul caractère distinctif de l'ilménite et de la titanomagnétite : celle-ci a cependant un éclat plus métallique, alors que celui de l'ilménite est plus résineux.

Il est facile de distinguer l'ilménite des spinelles noirs, qui l'accompagnent dans les tufs basaltiques du Velay, par la plus grande dureté et la résistance complète des spinelles à l'action des acides.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'ilménite est un minéral abondant comme élément des roches, il ne se rencontre que dans un petit nombre de gisements en échantillons offrant quelque intérêt minéralogique. On le trouve :

1° Dans les roches éruptives.
2° Dans les schistes cristallins et les roches métamorphiques.
3° Dans des filons ou des remplissages incomplets de fentes.
4° Dans les sables.

1° *Dans les roches éruptives.*

L'ilménite peut se rencontrer comme élément constitutif de presque toutes les roches éruptives, cristallines ou métamorphiques ; elle y accompagne l'hématite, la magnétite et y joue le même rôle que ces minéraux. Elle se rencontre rarement en cristaux isolables, elle forme le plus souvent des lames, des grains, des masses plus ou moins considérables.

Elle est en moyenne peu abondante dans les roches les plus acides (granites, syénites), mais celles-ci en renferment parfois de beaux cristaux : elle est au contraire très fréquente dans les diorites, les gabbros, les diabases, certaines andésites et surtout les basaltes et les roches basiques à néphéline et leucite.

Dans les roches microlitiques, elle se trouve en phénocristaux anciens, englobés dans tous les éléments silicatés et en microlites, fréquemment associés d'une façon intime à la magnétite. Elle constitue aussi des lames hexagonales très aplaties suivant la base, souvent assez minces pour être transparentes (ilménite micacée).

L'ilménite est facile à reconnaître dans les roches, grâce à sa fréquente altération en leucoxène, mais il ne faut pas oublier que celui-ci se rencontre aussi autour de la titanomagnétite.

Je ne m'occuperai dans les lignes qui suivent que de quelques gisements particulièrement riches en ilménite macroscopique.

a) *Dans le granite et dans ses produits d'émanation.*

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai recueilli près du petit lac de Laurenti (massif du Quérigut) un fort bel échantillon d'ilménite dans une fente des schistes basiques métamorphisés par le granite et non loin de celui-ci. Le remplissage de cette fente est constitué par du quartz creusé de cavités, que recouvrent de longs cristaux de tourmaline noire et des lames d'ilménite atteignant 2 cm. de diamètre. Elles portent l'empreinte des cristaux de tourmaline qui étaient couchés sur elles.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* La collection du Muséum possède des échantillons de granulite en partie fondue, provenant des scories basaltiques du Croustet près le Puy et renfermant des fragments de cristaux d'ilménite ayant 2 cm. de plus grande dimension. On peut distinguer que ces cristaux sont aplatis suivant la base et appartiennent au type 1 (fig. 1) de ceux de l'Ilmen, les formes p $(10\bar{1}1)$ et e_3 $(22\bar{4}3)$ sont surtout distinctes. Cette observation est intéressante en ce qu'elle montre que les fragments d'ilménite recueillis dans les tufs basaltiques du Velay n'ont pas tous une même origine volcanique (voir plus loin).

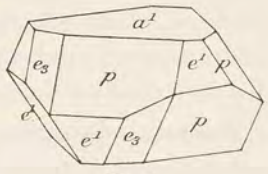


Fig. 1.
Ilménite (forme commune)
(Type I).

La même collection contient un fragment de la grosseur du poing, provenant des tufs basaltiques de Sainte-Anne près le Puy, consistant en ilménite à cassure vitreuse et à éclat de poix, englobant un peu de quartz et de feldspath altéré.

Puy-de-Dôme. De gros grains d'ilménite se rencontrent assez abondamment dans des enclaves énallogènes du basalte de Montaudou. Ce sont des granulites très pauvres en quartz, très feldspathiques, renfermant quelques beaux cristaux de zircon.

Maures. — *Var.* De l'ilménite en grandes lames contournées se rencontre dans les granulites à muscovite, traversant les micaschistes à minéraux de l'île du Levant.

b) *Dans les gabbros.*

C'est l'ilménite qui constitue probablement les inclusions brunes de l'hypersthène et du diallage des gabbros, la schillérisation de leurs feldspaths.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* Comme exemple d'ilménite contenue dans les gabbros, je ne saurais citer un meilleur exemple que celui du massif du Pallet. On y trouve, particulièrement dans les variétés à grands éléments, des nodules d'ilménite atteignant plusieurs centimètres de diamètre ; ils n'ont pas de formes géométriques.

c) *Dans les roches volcaniques.*

α) Dans les basaltes.

L'ilménite se trouve dans les roches basaltiques sous deux formes macroscopiques. 1° en nodules, à cassure vitreuse très éclatante

ayant parfois plusieurs centimètres de diamètre ; ils sont surtout abondants en fragments épars dans les tufs basaltiques et sont quelquefois englobés par la roche massive ; ils paraissent résulter de cristallisations profondes effectuées dans le magma basaltique. 2° en lames très minces, aplaties suivant la base, elles sont particulièrement abondantes dans les variétés doléritiques des basaltes à grands éléments.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* L'ilménite en gros grains non magnétiques se rencontre associée à des octaèdres nets et à des grains de titanomagnétite (magnétique), dans les scories basaltiques du Velay et notamment de Croustet, Taulhac, Vialette, Bilhac, Mons, Sainzelle, mais elle y est incomparablement moins abondante que la titanomagnétite : dans les échantillons que j'ai examinés, plus de 90 % des grains sont constitués par ce dernier minéral. Dans ces localités, l'ilménite vient en partie du magma basaltique lui-même, on la trouve en effet parfois englobée dans des cristaux d'augite et de hornblende, mais on a vu plus haut qu'elle fait aussi partie d'enclaves de granulite et cette origine n'est pas à négliger quand on pense à l'abondance des cristaux de zircon et de corindon qu'elle accompagne sous forme de gros nodules dans les basaltes de nombreuses localités.

Puy-de-Dôme. L'ilménite a été signalée dans les basaltes du Puy-de-Dôme en rognons atteignant la grosseur d'une noix (Montaudou, Soignat, etc.) ; ils sont parfois recouverts de cristaux de christianite (Prudelles) : tous les échantillons que j'ai personnellement examinés sont très magnétiques et doivent être rapportés à la titanomagnétite.

L'ilménite abonde en grands cristaux dans les néphélinites doléritiques du Puy de Sandoux (Barneire).

Cantal. Le plus remarquable gisement de basalte doléritique d'Auvergne est celui de Bouzentès près Saint-Flour ; il renferme des parties très cristallines, très miarolitiques dans lesquelles l'ilménite est visible à l'œil nu ; elle se trouve même en lamelles de quelques millimètres dans des géodes où elle est intimement associée à des cristaux de labrador, d'augite et d'olivine. Ces lamelles en nombre plus ou moins grand sont souvent embrochées par ces divers minéraux.

Provence. — *Bouches-du-Rhône.* La labradorite doléritique de Beaulieu (1 km. 5 à l'Est du château) renferme, comme élément très abondant, l'ilménite en lames de plusieurs millimètres : elles s'isolent dans les cavités et tranchent par leur couleur noire sur le fond blanc de l'andésine et du labrador qui constituent la plus grande partie de la roche.

2° *Dans les schistes cristallins et les roches métamorphiques.*

L'ilménite n'est pas moins fréquente dans les schistes cristallins et les roches métamorphiques que dans les roches éruptives ; de même que dans celles-ci, elle se rencontre associée à la magnétite ou à l'hématite, surtout dans les types pétrograhiques basiques (gneiss amphiboliques et pyroxéniques, amphibolites, etc).

Bretagne. — *Morbihan*. De nombreux gisements d'ilménite ont été découverts par M. de Limur (*op. cit.*, 26) dans la baie du Morbihan, aux environs immédiats de Vannes (Anses de Conleau, de Salins, de Séné) ; je m'en suis occupé déjà longuement à l'occasion du rutile (p. 198). Il est certain que dans ces gisements, l'ilménite résulte toujours de la transformation du rutile. Elle forme au milieu des gneiss, de petites masses arrondies, d'un noir de fer, ayant un aspect comme fondu.

Quand il existe à l'état distinct une forme géométrique, elle est toujours à rapporter à celle du rutile qui se voit souvent à l'état intact sur la section fraîche des cristaux. J'ai en effet examiné plusieurs centaines de ces échantillons dont les dimensions varient depuis quelques millimètres jusqu'à près de 3 centimètres, sans trouver aucune forme que l'on puisse rapporter à l'ilménite ; par contre les clivages du rutile persistent parfois, alors que la transformation paraît complète. Les analyses données page 195 font voir que l'on rencontre toutes les étapes de la transformation entre le rutile et l'ilménite pure ; il est facile de les suivre au microscope (fig. 4, p. 198) : l'ilménite se transforme elle-même en anatase (p. 189, fig. 14).

Loire-Inférieure. L'ilménite en grains noirs de fer existe dans les amphibolites de Maisdon en assez grande abondance pour qu'on en ait autrefois tenté l'exploitation comme minerai de fer. L'analyse qu'en a donnée Berthier (*A. M.* XIII. 214. 1826) se rapporte au minerai brut et ne peut servir à établir la composition du minéral pur.

Plateau Central. — *Rhône*. Des nodules d'ilménite se trouvent dans les gneiss amphiboliques du pigeonnier de Francheville près Lyon.

Ardennes. — [*Belgique*]. L'ilménite joue le rôle d'élément essentiel dans les curieuses phyllades réviniennes des Forges de la Commune et des environs de Lairfour (ravin de la Pilette, décrites par Renard

(*Bull. Ac. Belg.*, III. 88. 1884) ; elle constitue des paillettes arrondies noires, miroitantes, extrêmement minces se détachant sur le fond gris bleuâtre du schiste. Elles renferment en grande quantité des inclusions régulièrement orientées de rutile ; les analyses ont montré que cette ilménite est manganésifère.

3° *Dans des filons quartzeux ou dans des remplissages incomplets de fentes.*

L'un des gisements qui fournit l'ilménite en plus beaux cristaux est analogue à celui qui a été signalé page 276 dans l'étude de l'hématite. L'ilménite s'y rencontre associée aux mêmes minéraux : quartz, albite, adulaire, plus rarement anatase, brookite. On la trouve aussi sous forme lamellaire dans quelques filons de quartz.

Bretagne. — *Finistère*. Des filonnets quartzeux traversant les schistes précambriens de Loquirec renferment des lames d'ilménite sur lesquelles sont parfois implantés des cristaux de rutile régulièrement orientés comme dans la figure 3 de la page 193.

Morbihan. L'île de Groix est riche en ilménite qui y a été signalée pour la première fois par M. de Limur (*op. cit.*, 24) sous le nom de *crichtonite*; c'est à ce savant que je dois les nombreux échantillons que j'ai étudiés.

L'ilménite se trouve dans les filonnets d'albite qui traversent les micaschistes de l'île; elle est surtout abondante sur la côte Est du ravin allant de Locmaria à la mer, alors que sur le versant Ouest se trouvent les gisements de rutile dont il a été question page 199. Elle constitue des lames atteignant souvent plusieurs centimètres carrés ; elles sont parfois très minces, mais peuvent atteindre 1 cm. d'épaisseur. Souvent empilées, quelquefois séparées les unes des autres par une mince couche d'albite ou de quartz, ces lames ont le plus généralement une surface gondolée ; très rarement, elles ont des contours géométriquement hexagonaux (type V).

Le minéral est éclatant sur la base ; d'un noir un peu bleuâtre, se rapprochant de la couleur de l'hématite titanifère. Sa poussière est noire. Il est englobé soit dans l'albite, soit dans le quartz ; plus rarement, on le trouve dans les micaschistes ou les schistes amphiboliques au voisinage de filonnets d'albite. Ce gisement rappelle d'une façon frappante celui que j'ai trouvé et décrit il y a quelques années à l'île de Polycandros dans l'Archipel.

Loire-Inférieure. L'ilménite lamellaire abonde dans les filonnets quartzeux traversant les micaschistes et les schistes micacés de la *Loire-Inférieure*, à Haut-Bois en les Touches, aux environs de Nantes (Petit-Port, Pont-du-Cens, Oudon, Mauves), à Pornic et sur la côte de Sainte-Marie, etc. C'est la destruction de ces filons qui fournit une partie de l'ilménite des sables des côtes de la Loire-Inférieure.

Alpes. — *Savoie*. La crichtonite en petites lames noires accompagne l'anatase dans un échantillon de la collection d'Haüy, indiqué comme provenant de Notre-Dame de Briançon près Moutiers en Tarentaise.



Fig. 2. Crichtonite de l'Oisans (d'après Lévy).

Isère. De Bournon a découvert en 1788, parmi les échantillons d'anatase de l'Oisans un minéral en rhomboèdres aigus ou en lames très aplaties suivant la base qu'il a désigné sous le nom de *crichtonite*[1] (*Catalog. de la collection part. du Roi*, Paris. 1817. 430) ; dans l'atlas qui accompagne son livre, de Bournon donne plusieurs figures représentant les combinaisons observées par lui. Elles sont essentiellement caractérisées par la prédominance du rhomboèdre $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$, accompagné ou non de la base. La fig. 2 représente d'après cet auteur et d'après Lévy, une combinaison dans laquelle se trouve e^4 $(50\bar{5}2)$: enfin, d'après de Bournon, il existerait en outre un rhomboèdre inverse, faisant avec la base un angle d'environ 130° (voir plus loin), un rhomboèdre direct[2] faisant avec la base un angle d'environ 126° et deux scalénoèdres dont il figure les petites facettes sur l'arête rhomboédrique tronquée par e^4 : les faces de l'un feraient environ 120° et les faces de l'autre 126° avec une face $e^{3/2}$ adjacente.

1. De Bournon avait adopté le nom de *craitonite*, traduisant, dit-il, en français le nom du Dr Crichton auquel il dédiait l'espèce nouvelle : le minéral, ajoute-t-il, s'écrirait en anglais *crichtonite*. C'est cette dernière orthographe qui d'après les règles habituelles de la nomenclature doit être adoptée.

Des essais qualitatifs avaient fait supposer alors que le minéral renfermait de la zircone, du fer, du manganèse et de la silice. Cordier a publié (*A. M.* III. 449. 1818) un mémoire dans lequel il s'efforce d'établir l'identité de la crichtonite et de l'helvine qui venait d'être décrite et qu'il considérait, non comme tétraédrique, mais comme rhomboédrique. Cette erreur a été relevée par Beudant (*Bull. soc. philom.* 1819. 55) dans le compte rendu d'une note de Berzélius, établissant que la crichtonite est un titanate de fer.

2. Ce rhomboèdre que je n'ai pas observé serait $a^{19}(60\bar{6}7)$; $a^1\ a^{19}$ (calc.) = 126°7′.

Miller a donné (*Phillips Miner.*, 1852, p. 239, fig. 261), la projection sur la base d'un cristal montrant la combinaison $e^{3/2}$, e_3, a^1, $1/2\,x$ [π (5.5.$\bar{1}\bar{0}$.3)] et d^1 ($11\bar{2}0$).

Je n'ai eu à ma disposition qu'un très petit nombre de ces cristaux de crichtonite qui sont rares : les uns sont implantés seuls sur un fragment d'aplite à grains fins (collection Haüy), les autres reposent sur des cristaux de quartz chlorités ou sont englobés par eux. Ils présentent tous le rhomboèdre dominant $e^{3/2}$ et la base plus ou moins développée (fig. 3 et 5), mais là cesse l'accord avec les observations des précédents auteurs : je n'ai point trouvé e^4, mais trois hémiscalénoèdres situés comme ce rhomboèdre sur l'arête culminante de $e^{3/2}$; ils ne donnent que de très mauvaises mesures à cause de l'inégalité de leurs faces et surtout de celles de a^4 et $e^{3/2}$, aussi n'ai-je pu préciser leurs symboles.

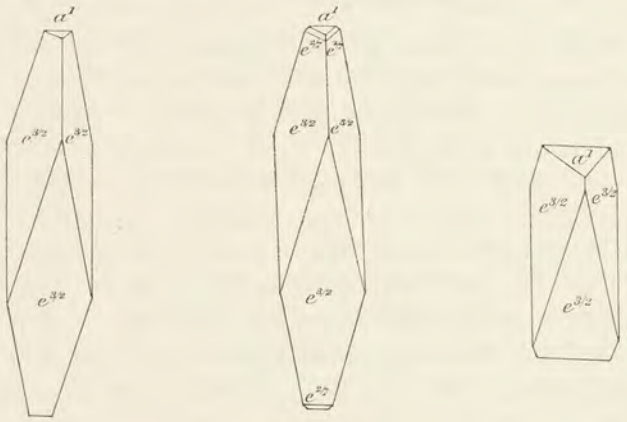


Fig. 3 à 5.
Crichtonite de l'Oisans (Type IV).

Sur un cristal, j'ai observé un rhomboèdre inverse constituant une fine bordure entre a^1 et $e^{3/2}$: son angle avec a^1 est d'environ 130°10′, il correspond donc à $e^{2/7}$ ($03\bar{3}4$), inverse de a^{10} ($30\bar{3}4$) l'un des rhomboèdres dominant de la mohsite (fig. 4). C'est très vraisemblablement ce rhomboèdre qu'a figuré de Bournon, et non $e^{1/4}$, comme l'a interprété des Cloizeaux ; en effet $a^1\,e^{1/4} = 131°36'$.

Les gisements d'anatase de l'Oisans renferment encore une autre forme de crichtonite déjà indiquée par de Bournon ; elle se présente sous forme de lames minces, aplaties suivant la base (type III). C'est cette variété que Marignac a analysée (analyse *b*). Des Cloizeaux y

a signalé les combinaisons a^1 (0001), p (10$\bar{1}$1), $a^{1/2}$ (01$\bar{1}$5); $a^1\ a^{3/4}$ (0.1.$\bar{1}$.11), $a^{7/10}$ (01$\bar{1}$9). De Bournon a figuré $a^1\ e^{3/2}$.

Cette variété lamellaire de crichtonite, à l'inverse de la précédente, est très abondante, c'est celle qui existe dans toutes les collections. Elle se rencontre surtout dans les gisements d'anatase situés au Sud de la Romanche et particulièrement aux environs de Saint-Christophe. Ses lames sont empilées sans ordre ou en rosettes ; il est rare de pouvoir déterminer les formes qui constituent leur bordure ; toutes leurs faces sont généralement courbes.

La crichtonite lamellaire est d'ordinaire implantée avec quartz, albite, anatase, elle est très fréquemment associée à la ripidolite.

La collection du Muséum possède un très curieux échantillon recueilli en 1827 aux environs du Bourg d'Oisans et probablement au Rocher d'Armentières, il consiste en un cristal de calcite offrant les formes p (10$\bar{1}$1), a^1 (0001) et mesurant environ 10 cm. suivant un axe binaire. Cette calcite est ferrugineuse, brunâtre sur les trois faces inférieures produites par clivage, ses autres faces sont recouvertes de ripidolite d'un vert foncé. Cet échantillon supporte de petits cristaux de brookite, d'anatase et enfin de crichtonite dont le principal cristal mesure environ 2 cm. Les faces latérales sont difficiles à déterminer, le cristal étant accolé à sa gangue par une face a^1 (0001) ; celle-ci est remarquable par ses nombreuses et profondes figures de corrosion.

Hautes-Alpes. Lévy a décrit (*Phil. Magaz.*, I. 221. 1827) sous le nom de *mohsite* un minéral se présentant en cristaux noirs, implantés sur du quartz hyalin légèrement chlorité, et provenant *probablement* du Dauphiné. Lévy l'a considéré comme voisin de l'ilménite, mais comme constituant une espèce distincte ; il a cependant fait remarquer que le minéral pourrait être identique à la crichtonite dont le rhomboèdre dominant ($e^{3/2}$) rapporté à celui de la mohsite prend le symbole simple $e^{4/5}$. Miller, puis Des Cloizeaux ont montré que si l'on donne au rhomboèdre primitif choisi par Lévy pour la mohsite le symbole $e^{4/5}$, connu dans l'hématite, on obtient 85°17′ pour valeur de pp et que par suite il est probable que le mohsite n'est qu'une variété d'ilménite. Cette opinion est rendue plus vraisemblable encore quand on admet, comme je l'ai fait plus haut, 85°31′ et non 86° pour la valeur du rhomboèdre primitif de l'ilménite.

1. Lévy fait remarquer en outre la très grande analogie des formes et des valeurs angulaires que présentent la mohsite et l'eudialyte.

La fig. 6 représente, d'après Lévy, la forme des cristaux de mohsite : les faces portent les notations adoptées par ce savant (notations entre crochets) $[a^1] = a^1$ (0001), $[p] = e^{4/5}$ (03$\bar{3}$2), $[b^1] = a^{10}$ (30$\bar{3}$4), $[e^1] = e^{7/2}$ (30$\bar{3}$1), $[d^1] = d^1$ (11$\bar{2}$0), $\tau = [d^2] = \tau$ (36$\bar{9}$2). Les cristaux sont généralement constitués par des macles par rotation autour de l'axe ternaire.

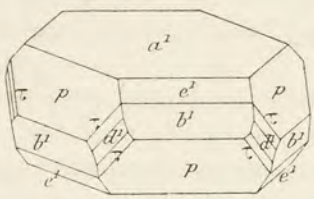


Fig. 6.
Mohsite, d'après Lévy (Type II) considérée comme minéral distinct.

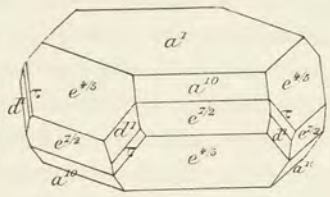


Fig. 7.
Mohsite de la Plate Muratouse (orientation de l'ilménite).

Depuis la publication du mémoire de Lévy, la mohsite n'avait plus été retrouvée et à ma connaissance, il n'en existe dans aucune collection. Je viens de rencontrer des cristaux tout à fait identiques à ceux décrits par Lévy ; ils accompagnent l'anatase, la brookite, le quartz et l'albite dans les fentes d'une aplite sur les bords du torrent de la Plate Muratouse (rive gauche de la Romanche) non loin de La Grave. Le quartz est souvent un peu chlorité et associé à des scalénoèdres d^2 de calcite.

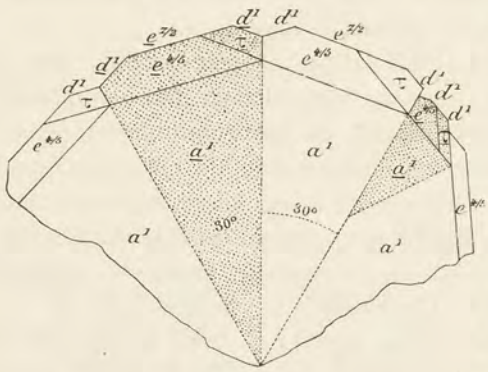


Fig. 8.
Macle de la Mohsite de la Plate Muratouse (Projection sur la base).

Ces cristaux de mohsite ayant de 4 à 5 millimètres de diamètre sont implantés sur leur gangue par une face plus ou moins perpendiculaire à la base ; aussi est-il facile de constater que tous, sans exception, offrent la macle par rotation de 30° autour de l'axe ternaire (fig. 8). La base est d'ordinaire ondulée ; d^1 porte des stries parallèles aux arêtes $d^1\,\tau$. Les cristaux que j'ai examinés ne sont pas holoèdres comme l'indique la figure de Lévy ; ils sont parahémièdres (fig. 7) ; quelquefois, par suite de macles, il existe sur certains cris-

taux les deux formes conjuguées $1/2\ \tau\ [\pi\ (3\bar{6}92)]$, mais alors, tandis que l'une est nette et brillante, l'autre est rudimentaire et à peine mesurable.

La macle toujours polysynthétique présente des angles rentrants, plus ou moins développés, suivant la largeur des faces d^1. Les individus constituants sont, du reste, assez variés de taille (fig. 8).

En outre des formes représentées par la fig. 7, j'ai observé le rhomboèdre nouveau $a^{1/6}$ $(0.5.\bar{5}.13)$ et un isoscéloèdre voisin d'une forme connue dans le corindon, k $(7.7.\bar{14}.6)$. Il existe probablement d'autres formes que celles qui viennent d'être signalées et je me réserve de les étudier plus tard, ces cristaux me parvenant au moment de la mise en pages de cette feuille. C'est le cas notamment d'un hémiscalénoèdre de la zone $e^{4/5}\ d^1$ faisant avec la base un angle de 163°48′ à 164°39′.

La mohsite sur laquelle aucun essai chimique n'avait été fait jusqu'ici possède les propriétés pyrognostiques de la crichtonite.

4° *Dans les sables.*

L'abondance de l'ilménite dans les roches éruptives (notamment dans les roches volcaniques) et dans les roches métamorphiques, jointe à sa densité et sa résistance aux agents chimiques expliquent l'existence de ce minéral dans les sables des rivières, ruisseaux ou plages de toutes les régions non sédimentaires. Elle constitue avec la magnétite et la titanomagnétite une partie importante des sables noirs et denses des régions volcaniques de France, d'Algérie, de la Guadeloupe et de la Martinique, de Madagascar, etc. aussi bien que des massifs anciens des mêmes régions. L'ilménite peut être particulièrement étudiée dans toutes les alluvions aurifères dont il a été question tome II, page 427. Je crois toutefois que dans ces sables et alluvions, la titanomagnétite constitue le minéral titané le plus abondant.

Gisement indéterminé.

Tonkin. — M. Dupouy vient de me communiquer, sans indication de conditions de gisement, des échantillons d'ilménite provenant de Ta-ho-ti, sur le plateau de la rive droite du Fleuve Rouge, sur le parallèle de Laokay. Ils consistent en cristaux arrondis, aplatis suivant la base, parallèlement à laquelle ils se clivent facilement. Ils ont jusqu'à 2 centimètres de diamètre.

Je décris à la suite de l'ilménite la pseudobrookite dont la place dans la systématique n'est pas établie d'une façon définitive. Si la formule $Fe^4(TiO^4)^3$ est exacte, ce minéral doit être rangé dans le groupe des silicates et titanates avant les grenats.

M. Doss, à la suite de l'étude des cristaux produits dans un haut fourneau, a proposé au contraire la formule Fe^2TiO^5 qui rapprocherait la pseudobrookite de l'andalousite avec laquelle elle présente quelque analogie de forme.

PSEUDOBROOKITE

$Fe^4(TiO^4)^3$

Orthorhombique. $mm = 91°\ 5'$.

$b : h = 1000 : 804{,}276$ D $= 713{,}770$ $d = 700{,}380$.

$[a : b : c = 0{,}98123 : 1 : 1{,}12679$ (Traube)].

Formes observées. h^1 (100), g^1 (010), h^3 (210); a^3 (103), a^1 (101); $b^{3/2}$ (113); $e_{1/3} = (b^{1/3}\ b^1\ g^{1/3})$ (123); [$s = (b^{1/4}\ b^{1/2}\ g^{1/3})$ (133)?].

Les mesures suivantes ont été prises par M. OEbbecke sur les cristaux du Riveaugrand.

	Angles calculés.	observés.
mm	91°5′	
mh^1	135°32′30″	
mh^3	161°40′30″	
mg^1	134°27′30″	
*$h^1\ h^3$	153°52′	153°55′30″.
$h^3\ h^3$ av.	127°44′	
$h^3\ a^3$	108°43′	
$b^{3/2}\ b^{3/2}$ av.	141°20′	141°7′.
*$h^1\ a^1$	138°57′	138°23′.
$h^1\ a^3$	110°57′	110′56 à 111°5′
$a^1\ a^3$	152°0′	
$a^3\ a^3$ s. p	138°6′	
$g^1\ e_{1/3}$	125°5′	124°55′
$g^1\ s$	136°28′	

1. Plusieurs auteurs (Dana), ont pris l'axe c de cette forme pour b et réciproquement, afin de rapprocher les formes de la pseudobrookite et de la brookite.

notre p	(001)	devient g^1	(010)	a^1	(101)	devient e^1	(011)
m	(110)	a^1	(101)	e^1	(011)	m	(110)
h^1	(100)	h^1	(100)	$b^{3/2}$	(113)	$(b^{1/4}b^{1/2}g^1)$	(131)
g^1	(010)	p	(001)	$e_{1/3}$	(123)	e_2	(132)
h^3	(210)	$a^{1/2}$	(201)	s	(133)	$(b^{1/4}b^{1/2}g^{1/3})$	(133)
a^3	(103)	g^2	(130)				

Formes et faciès. Les cristaux de pseudobrookite forment de petites tables rectangulaires, aplaties suivant h^1 (100), généralement très striées parallèlement à l'axe vertical.

Clivages. Clivage g^1 (010) facile.

Dureté. 6.

Densité. 4,39 à 4,90.

Coloration et éclat. Noire, brun rouge par transparence. Éclat adamantin, gras dans la cassure. Poussière brun rouge ou jaune d'or.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèle à p (001). Bissectrice aigüe *positive* ($\mathbf{n}_g$) perpendiculaire à p (001).

$$2\,H_a = 84^\circ\,30'\ \text{(Lattermann)}.$$

Dispersion nette avec $\rho < \nu$.

Pléochroïsme. Pléochroïsme faible avec maximum suivant n_m.

Composition chimique. La formule $Fe^4(TiO^4)^3 = 2\,Fe^2O^3,\ 3\,TiO^2$ correspond à la composition suivante :

TiO^2.....	42,9
Fe^2O^3....	57,1
	100,0

Le minéral ne se présentant jamais qu'en très petite quantité, la formule définitive n'a pu encore être établie ; il n'y a pas à songer à analyser le minéral du Mont-Dore qui est trop peu abondant.

Propriétés pyrognostiques. A peu près infusible. Comme l'ilménite. Complètement attaquée par l'acide sulfurique bouillant, imparfaitement par l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Les formes permettent de différencier assez facilement la pseudobrookite de la brookite ; si l'on place les cristaux de façon à rapprocher les formes des deux minéraux (voir note 1), les stries sur h^1 (100) de la pseudobrookite sont en sens inverse de celles de la brookite, dont les propriétés optiques sont très différentes ; de plus la brookite est inattaquable par l'acide sulfurique et ne contient pas sensiblement de fer.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pseudobrookite se trouve dans les deux catégories de gisements suivantes :

1° *Dans les roches volcaniques et dans leurs enclaves.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. La découverte de la

pseudobrookite au Mont-Dore est due à M. Gonnard (*in* von Lasaulx *Z. K.* VI. 209) qui l'a trouvée dans le ravin de Riveau-Grand, où elle se présente dans les cavités d'andésites et de trachytes englobés dans des blocs de trachyte à sanidine de la brèche trachytique. Ce minéral est très abondant dans les échantillons qui le renferment, mais ceux-ci sont assez rares, et dans les nombreuses excursions que j'ai faites dans le lit du ruisseau où l'on a le plus de chance de les rencontrer, il m'est souvent arrivé de n'en pouvoir recueillir un seul échantillon, alors que d'autres excursions ont été fructueuses. Les échantillons renfermant la pseudobrookite sont généralement rougeâtres; ce minéral imprègne la pâte microlitique de la roche.



Fig. 1.
Pseudobrookite
de Riveau-Grand.

Les cristaux sont noirs et ne dépassent jamais 1^{mm}; ceux qui sont très minces sont fortement translucides.

M. Œbbeke y a signalé (*B. S. M.* VIII. 57.1885) les formes h^1 (100), g^1 (010), h^3 (210), a^3 (103), a^1 (101), $b^{3/2}$ (113), et en outre de très petites faces qu'il faut sans doute rapporter à $e_{1/3}$ (123) et peut-être à s (133)[1]. Les cristaux sont d'ordinaire aplatis suivant h^1 (100) : la fig. 1 représente leur aspect le plus habituel.

La pseudobrookite est associée à de la hornblende, à de l'hypersthène (szaboïte), de la magnétite, de l'hématite, de la tridymite et de la sanidine. Ce genre de gisement est très analogue à celui de l'Arany Berg en Transylvanie.

J'ai trouvé récemment de très petites lames de pseudobrookite à Royat, où elle accompagne l'hématite dans les scories basaltiques et à la surface des enclaves de celle-ci (voir à *hématite*).

2° *Dans les roches granitiques.*

La pseudobrookite n'a été trouvée que rarement dans les roches granitiques. M. Orville Derby l'a rencontrée sous forme de tables brunes microscopiques dans les produits lourds résultant du lavage d'un kaolin des environs de Limoges (*Haute-Vienne*) (*Min. Magaz.* XI. 305. 1897), elle y accompagne l'anatase, le zircon et le xénotime.

1. C'est par une erreur de transcription que les formes m, e^1, $b^{1/7}$ ont été indiquées dans ce gisement par Des Cloizeaux (*op. cit.*, II, 229).

CUPRITE

Cu^2O.

Cubique[1].

Formes observées. p (100); a^1 (111); b^1 (110).

Macles. Macles suivant un axe quaternaire, les individus composant la macle sont interpénétrés et sont symétriques par rapport à une face cubique ; le groupement ainsi réalisé (fig. 6) est celui qui est fréquent dans le diamant.

Faciès des cristaux. Les cristaux présentent des formes assez constantes dans une localité déterminée ; tandis que le cube est la forme dominante de quelques gisements, il est extrêmement rare à l'état isolé dans d'autres (Chessy), qui offrent au contraire comme forme dominante a^1 (111), b^1 (110), ou leur combinaison.

Les cristaux de Chessy présentent souvent des faces plus ou moins creuses; parfois les octaèdres de ce gisement sont réduits à une carcasse cloisonnée, constituée par les arêtes octaédriques (fig. 7).

La cuprite peut se présenter aussi sous forme de longues aiguilles capillaires, cubes extrêmement allongés suivant un axe quaternaire (*chalcotrichite*).

On la trouve aussi en masses grenues, compactes, plus rarement sous forme terreuse.

Clivages. Clivage interrompu a^1 (111), parfois clivage suivant p (100) non observé dans les gisements français. Cassure inégale ou conchoïdale.

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 5,85 à 5,99.

Coloration et éclat. Rouge cochenille, souvent presque noir; rouge de diverses nuances et particulièrement carmin (*chalcotrichite*), les variétés terreuses sont rouges brique ou d'un rouge brun. Poussière traçante d'un rouge brun.

1. D'après M. Miers, certains cristaux de cuprite présentent l'hémiédrie holoaxe (plagiédrique) ; l'étude des figures de corrosion des cristaux de Chessy a fourni à M. Wallerant des formes constamment holoèdres (*B. S. M.* XXI, 236. 1898).

Éclat adamantin avec reflets métalliques ; les aiguilles de chalcotrichite sont en outre soyeuses. Parfois transparente en petits cristaux ; translucide ou opaque.

Propriétés optiques. Monoréfringente.

$$n = 2{,}849 \text{ (rouge) (Fizeau)}$$

Composition chimique. La formule Cu^2O correspond à la composition suivante :

Cu...	88,8
O....	11,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Fusible au chalumeau en colorant la flamme en vert émeraude ; la flamme est bleue au contraire si le minéral a été au préalable plongé dans l'acide chlorhydrique. Au chalumeau, sur le charbon, noircit, puis donne un globule de cuivre métallique. Réactions colorées du cuivre.

Soluble dans l'acide chlorhydrique concentré ; la solution très concentrée, refroidie et additionnée d'eau froide donne un précipité de sous-chlorure de cuivre. Non attaquée par l'ammoniaque.

Altérations. Par réduction, la cuprite se transforme en cuivre natif, par oxydation en mélaconite.

La cuprite de Chessy présente d'une façon presque constante une altération superficielle en malachite, plus rarement en chessylite ou en ces deux minéraux à la fois ; cette altération s'effectue sous l'influence de circulations d'eau chargée d'acide carbonique ou de carbonates solubles.

On a signalé aussi des pseudomorphoses de cuprite en chrysocole, en limonite (Chessy).

Diagnostic. La forme cubique, l'éclat adamantin et la couleur joints à la monoréfringence sont caractéristiques de la cuprite : tous les minéraux offrant une couleur analogue (cinabre, argents rouges) sont biréfringents.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cuprite va être étudiée dans les conditions suivantes :

1° Dans les gisements métallifères.

2° Comme produit d'oxydation naturelle d'objets en cuivre.

1° *Dans les gisements métallifères.*

Plateau Central. — *Tarn.* Le cuivre natif des mines d'Alban le Fraysse (t. II. 401) est accompagné de petites masses ou de cristaux translucides de cuprite; les cristaux sont peu distincts, a^1 (111) domine, associé à p (100), b^1 (110) et à un trapézoèdre que je n'ai pu mesurer avec précision.

Creuse. De petits cristaux de cuprite m'ont été signalés par M. Morineau dans les filons stannifères de Montebras en Soumans; ce minéral y constitue une grande rareté.

Haute-Vienne. La cuprite accompagne le cuivre natif sous forme de petites mouches dans les filons stannifères de Vaulry.

Loire. La chalcotrichite a été trouvée en petite quantité à la mine de la Pacaudière (voir à *cérusite*).

Rhône. Le gisement qui a fourni les plus beaux cristaux connus de cuprite est celui de Chessy (voir à *chessylite* pour les détails concernant ce gisement).

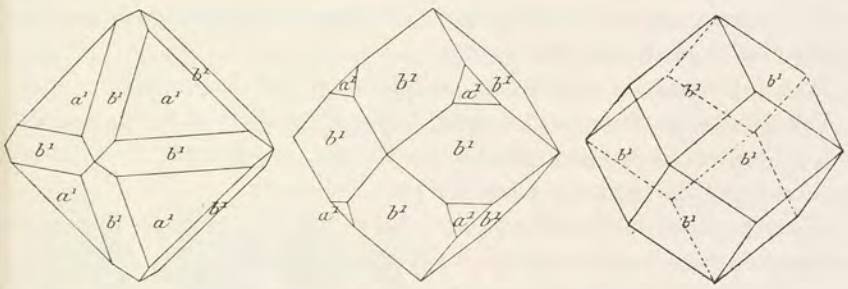


Fig. 1 à 3.
Cuprite de Chessy, formes communes.

La cuprite a constitué autrefois à Chessy un minerai exploité (*mine rouge*); elle se présentait sous forme d'imprégnation dans les cornes vertes, de mouches dans les grès triasiques. Dans ce même gisement, elle forme aussi des masses compactes à clivages octaédriques, des géodes tapissées de cristaux, mais ce sont surtout les cristaux isolés qui sont connus de tous les minéralogistes.

Lors de l'exploitation de la mine, ils étaient extrêmement abondants dans des argiles, dans la limonite, la chessylite et la malachite; enfin

on les trouvait plus rarement englobés dans les nodules de chessylite ou implantés dans leurs géodes. Leur plus grande dimension varie de quelques millimètres à 3 centimètres.

On a trouvé à Chessy, bien qu'assez rarement, des cristaux de cuprite d'un rouge cochenille, translucides ou même transparents.

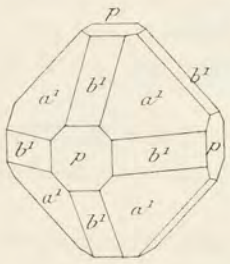


Fig. 4.
Cuprite de Chessy.

En effet, une particularité commune à presque tous les cristaux de cuprite de ce gisement réside dans leur transformation superficielle ou totale en malachite, plus rarement en chessylite. Il existe des pseudomorphoses dans lesquelles ces deux carbonates coexistent, mais sans se mélanger. Quand on brise ces pseudomorphoses, on trouve généralement un noyau central de cuprite inaltérée.

La surface des pseudomorphoses en malachite provenant des argiles est souvent terne, raboteuse, par suite d'une dissolution superficielle de ce carbonate; cela n'a pas lieu généralement pour les pseudomorphoses contenues dans des géodes, les cristaux ont alors une surface polie, comme glacée et brillante. Les faces des pseudomorphoses en chessylite sont d'ordinaire planes.

Plus rarement, la cuprite est remplacée par de la limonite.

Les formes se rapportent à deux types, l'octaèdre et le dodécaèdre, entre lesquels se trouvent toutes les formes de passage; les figures 1 et 2 en représentent les aspects les plus habituels.

Il existe aussi la combinaison a^1, b^1, p (fig. 4), mais je ne l'ai pas rencontrée dans les cristaux isolés. Tous les échantillons de cette combinaison que j'ai vus se trouvent dans des géodes de cuprite massive ou de chessylite.

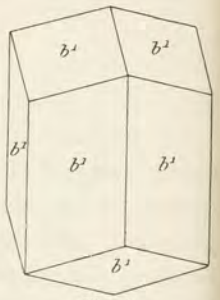


Fig. 5.
Cuprite de Chessy.

Les cristaux dodécaédriques sont quelquefois allongés suivant un axe ternaire (fig. 5), prenant ainsi un aspect rhomboédrique.

Le cube isolé et les combinaisons pa^1 (fig. 3, page 479 t. II) et $p\,b^1$ (fig. 4, page 780, t. II) ont toujours été des raretés à Chessy. Elles étaient recherchées par les collectionneurs, lors de l'exploitation des mines. On trouve parfois dans les collections datant de

cette époque des cristaux de chessylite qui ont été limés de façon à leur donner une forme à peu près cubique : ils étaient vendus alors sous le nom de cuprite cubique pseudomorphique.

J'ai observé à Chessy des macles (par interpénétration) suivant un axe quaternaire qui sont représentées par la fig. 6 ; d'ordinaire, il existe en outre une petite bordure b^1. Ces cristaux ont la forme d'un octaèdre dont les arêtes seraient remplacées par une gouttière ; il semble qu'il y ait souvent un cristal central sur chacune des faces duquel serait venu s'accoler un octaèdre très aplati suivant une face octaédrique.

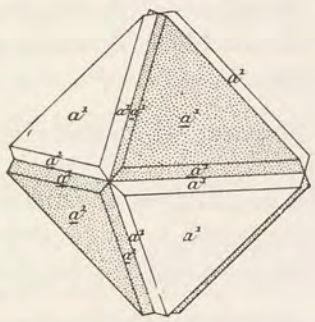


Fig. 6.
Cuprite de Chessy. Macle par pénétration.

Une particularité intéressante des cristaux de cuprite de Chessy est la structure cristallitique qu'ils présentent fréquemment, surtout quand ils sont petits, comme ceux que l'on trouve encore sur les haldes de la mine. Ce sont des octaèdres dont les arêtes se continuent en prolongements filiformes.

Il est très fréquent, en outre, de trouver des octaèdres à faces concaves, ou même des octaèdres tout à fait squelettiformes. Ils constituent alors une sorte de boîte octaédrique creuse, réduite à un cadre formé par les arêtes octaédriques d'où partent des cloisons irrégulières parallèles aux faces a^1 (fig. 7). Ces cristaux sont d'ordinaire entièrement transformés en malachite.



Fig. 7.
Octaèdres à faces creuses de cuprite de Chessy. (*Photographie, grandeur naturelle*).

Quand dans ces cristaux les faces b^1 (110) sont associées à celles de l'octaèdre, elles sont souvent aussi creusées en forme de rigole ; il ne faut pas confondre ces creux, parallèles à une arête $a^1\ b^1$ et produits par corrosion, avec les angles rentrants résultant des macles dont il vient d'être question.

Je n'ai trouvé que très exceptionnellement des cristaux dodécaèdriques à faces creuses.

Le filon de galène de Montchonay aux Ardillats a fourni de jolis échantillons de chalcotrichite (Gonnard. *B. S. M.* V. 194. 1882) ; ceux

que j'y ai moi-même recueillis tapissent de leurs aiguilles rouge cramoisi de petites cavités du quartz.

Algérie. — *Alger.* Les gîtes de panabase de Mouzaïa renferment de jolis cristaux rouges translucides, $a^1 b^1$, de cuprite, associés à des houppes de malachite : ils sont fréquemment implantés sur la barytine laminaire ou dans les cavités de limonite concrétionnée.

Constantine. A Aïn Barbar, la cuprite octaèdrique a été trouvée, dans les filons de chalcopyrite et de blende, recouvrant la limonite scoriacée.

Congo. — La mine de Mindouli renferme des masses rouges de cuprite parfois mélangées de cuivre natif, mais souvent très pures et présentant alors une cassure vitreuse très éclatante ; j'ai reçu ces minéraux depuis la publication du tome I où j'ai étudié (page 261) la dioptase de ce remarquable gisement.

Nouvelle-Calédonie. — Le cuivre natif de la mine Balade est surtout associé à de la cuprite qui se trouve aussi en petites masses indépendantes dans les micaschistes. Cette cuprite d'un beau rouge rubis présente parfois des cristaux nets ; ce sont des octaèdres atteignant 3 mm., de plus grande dimension ; les faces a^1 sont brillantes.

La cuprite compacte a été rencontrée dans la mine Pilou (voir à *chessylite*).

Elle remplit les fentes d'une porphyrite altérée à l'île Ducos près Nouméa : elle y constitue des enduits d'un beau rouge, accompagnés de malachite terreuse, de cuivre natif et de calcite.

Madagascar. — J'ai reçu de Madagascar de beaux échantillons de cuivre natif et de cuprite, enveloppés par de l'opale cuprifère et par de la chrysocole ou des zéolites ; ils proviennent d'un basalte altéré des environs du village de Tamohevitra (mammelons peu élevés, à 800 mètres environ à l'Est de la rive droite du Bekiady), au milieu duquel ces minéraux paraissent constituer un gite métallifère important.

Ce gisement est surtout remarquable par les magnifiques zéolites en gros cristaux : gmélinite, analcime, mésotype, heulandite, etc., qu'il renferme et que j'étudierai dans mon premier supplément.

2° *Comme produit d'oxydation aux dépens d'objets de cuivre.*

La cuprite a été observée très fréquemment sur des objets antiques en cuivre, enfermés dans la terre humide ou soumis à l'action de sources thermales.

Je rappellerai à cette occasion les cristaux de cuprite cubique trouvés dans les jambes d'un cheval de bronze découvert en 1777 à Lyon (*J. P.* XIV. 155 1779) et étudiés par Romé de l'Isle (*Cristall.* III. 332. 1783) ; ils étaient associés à de la malachite et à de la chessylite : des cristaux de ce genre sont fréquents à la surface des objets romains et gallo-romains trouvés aux environs de Lyon et de Mâcon.

J'en ai moi-même signalé (*B. S. M.* VI. 175. 1883) à la surface de monnaies romaines trouvées en Algérie ; ils y sont accompagnés de malachite, de cérusite, etc.

Daubrée a décrit des cristaux de cuprite (a^1) à la surface d'objets de bronze trouvés dans les substructions romaines des thermes de Bourbonne-les-Bains (*Haute-Marne*) et à la surface de monnaies romaines immergées dans l'étang de Flines-les-Roches (*Nord*). (Voir pour ces deux gisements, t. II, p. 515).

La cuprite se forme aussi aux dépens des objets de cuivre fortement chauffés dans les incendies. M. Stan. Meunier l'a signalée (*Méthode de synthèse en minéralogie* 74. 1871) dans des produits provenant de l'incendie du palais des Tuileries en 1871.

TÉNORITE

Cu O

Monoclinique ? $mm = 67°54'$.

$$b : h = 1000 : 499{,}227.\ \mathrm{D} = 336{,}971.\ d = 546{,}860.$$

$$[a: : b : c = 1{,}4902 : 1 : 1{,}3604 \text{ (Maskelyne)}.\quad x\ y = 80°28'.]$$

Macles. Macles suivant h^1 (100) (Cornwall), suivant e^1 (001) (Vésuve).

Formes observées. Le ténorite cristallise sous forme d'écailles mica-

cées, flexibles, aplaties suivant h^1 (100) ; dans les gisements cités plus bas, elle n'existe que sous la forme terreuse (*mélaconite*).

Clivages. Clivages faciles suivant p (001), moins faciles suivant $d^{1/2}$ (111) (Cornwall), suivant e^1 (011) [$e^1\ e^1 = 72°39'$], dans les cristaux du Vésuve. Cassure conchoïdale à inégale.

Dureté. 3 à 4 (cristaux) ; la mélaconite est peu cohérente.

Densité. 5,825 (cristaux), 5,95 à 6,25 (mélaconite impure).

Coloration et éclat. Les cristaux sont gris d'acier à gris de fer et ont un éclat métallique ; la mélaconite est noire, terreuse, sans éclat.

Translucide en écailles minces (ténorite).

Propriétés optiques. M. Kalkowsky admet que le minerai est triclinique à cause de ses propriétés optiques. Les lamelles, limitées par les faces e^1, sont palmées et présentent d'une façon constante la macle suivant e^1 : l'extinction par rapport à la trace de celle-ci paraît dissymétrique (29° à 33°) ; la section est oblique sur un axe optique.

Pléochroïsme. Très pléochroïque dans les teintes brun foncé et jaune brunâtre : l'intensité de l'absorption des lamelles est comparable à celle d'une lame de tourmaline parallèle à l'axe.

Composition chimique. La composition chimique suivante correspond à la formule Cu O.

Cu.....	79,8
O.....	20,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau.

L'ammoniaque se colore en bleu au contact de la mélaconite qui est soluble dans les acides.

Diagnostic. Les lamelles de ténorite ressemblent à celles d'hématite, mais sont d'un noir plus foncé : elles s'en distinguent par la couleur de leur poussière, leurs propriétés optiques et chimiques. La mélaconite ne peut guère être confondue qu'avec la chalcosite qu'elle accompagne souvent, elle s'en distingue facilement par son défaut de sectilité et par l'absence de soufre : elle se différencie de la psilomélane par ses réactions pyrognostiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La ténorite cristallisée se rencontre au Vésuve comme produit de fumerolles volcaniques et plus rarement dans des gisements métalli-

fères; la mélaconite est un produit d'altération de quelques minerais de cuivre.

Plateau Central. — *Rhône.* La mélaconite massive ou terreuse constituait à Chessy un amas qui était exploité sous le nom de *mine noire* et de *mine grise* ; d'après les essais de Thibaud et de Berthier ce minerai était très impur, mélangé de pyrite, de chalcopyrite, d'oxyde de fer, de quartz, etc. ; il provenait de la décomposition de la chalcopyrite, sa richesse moyenne en cuivre était de 6 à 15 % environ.

J'ai rencontré la mélaconite sous forme de poudre noire, cryptocristalline à la surface de la panabase (fournétite) altérée de la mine de Montchonay en les Ardillats.

Maures. — *Var.* La mélaconite terreuse, mélangée à la chalcosite est l'un des minerais les plus abondants des poudingues cuprifères permiens de la mine de la Garonne près Toulon.

Nouvelle-Calédonie. — La mélaconite sous forme pulvérulente accompagne la chalcosite dans les micaschistes de la mine de Balade (voir à *chalcosite*).

MASSICOT

Pb O

Dimorphe : orthorhombique et quadratique.

Faciès. Le massicot naturel est compact, écailleux ou terreux et de couleur jaune comme l'oxyde obtenu en chauffant du plomb dans un courant d'air ; quand dans cette dernière opération la chaleur a été suffisante pour fondre l'oxyde, il cristallise en écailles d'un jaune rouge ; il est alors désigné sous le nom de *litharge*.

Dureté. 2.

Densité. 9,20 à 9,36, souvent 8,9 à 8 par suite d'impuretés.

Coloration et éclat. Jaune plus ou moins vif ; poussière de même couleur, souvent plus claire Terne, opaque.

Propriétés optiques. M. L. Michel a constaté que les cristaux quadratiques sont uniaxes et *négatifs* (n_p).

Composition chimique. La formule PbO correspond à la formule :

Pb.....	92,8
O.....	7,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Facilement fusible en un verre jaune ; peut recristalliser sous forme de litharge. Sur le charbon, est facilement réduit en plomb métallique.

Soluble dans l'acide azotique et dans l'acide chlorhydrique étendus.

Diagnostic. Les réactions au chalumeau permettent de distinguer aisément le massicot des autres oxydes jaunes pulvérulents ; les minéraux plombifères qu'il accompagne sont également un indice mettant sur la voie de la détermination.

Il se distingue de la stibiconite jaune par sa solubilité dans l'acide azotique étendu qui, par évaporation, fournit une cristallisation d'octaèdres d'azotate de plomb.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le massicot est un minéral rare ne se formant que dans un petit nombre de gisements naturels : il se produit par altération des minerais de plomb, et surtout de la cérusite et de la bleiniérite : il se forme aussi dans diverses opérations métallurgiques.

1° *Dans les filons métallifères.*

Cévennes. — *Gard.* Le massicot constitue des masses terreuses, jaunes, assez impures dans les gisements zincifères de Malines (voir à *smithsonite*), il paraît résulter de la décomposition de la cérusite à laquelle il est mélangé.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Depuis la publication du t. II, je dois à MM. Duplan et de Brun d'intéressants échantillons provenant du ravin de la Rodde près d'Ally. La gangue du minerai exploité (variété de boulangérite) est un quartz noir violacé. Aux affleurements, la boulangérite est profondément altérée, traversée par des veinules de bleiniérite noire, brune ou jaune citron à éclat gras et résineux ;

il existe aussi parfois un peu de cérusite. La décomposition de cette bleiniérite fournit du massicot ; elle devient d'abord terne, opaque, d'un jaune plus ou moins clair, tout en restant très cohérente, puis elle se fendille et prend alors la structure franchement terreuse.

En attaquant ces divers minéraux par l'acide chlorhydrique, on dissout à la fois de l'antimoine et du plomb dans la bleiniérite, puis des proportions de plomb croissantes dans les échantillons ternes, alors que le plomb subsiste à peu près seul dans les spécimens terreux.

J'ai eu connaissance de cette boulangérite depuis la publication du tome II dans lequel elle n'est par suite pas citée.

Rhône. J'ai rencontré des échantillons de massicot sur les haldes du filon de Montchonay en les Ardillats. Il remplit les cavités cariées du quartz, et y est associé à de la malachite, de la chessylite et de la cérusite. Ce minéral résulte de l'altération de la galène qui, dans ce gisement, est intimement mélangée avec de la panabase, ce qui l'avait autrefois fait prendre pour un cuivre gris plombifère (*fournétite*).

Vosges. — [*Lorraine*]. Le massicot a été signalé dans les mines de galène de la Croix-aux-Mines (Brochet. *Minéral.*, II 328.1802).

Alpes. — *Isère*. Ce minéral a été également indiqué sous forme d'enduits dans le filon aurifère de la Gardette où il se serait produit aux dépens de la galène.

2° *Dans les sources thermales.*

Des lamelles orangées d'oxyde de plomb ont été observées par Daubrée dans les fissures des tuyaux de plomb de l'époque romaine des sources thermales de Bourbonne-les-Bains et de Plombières ; elles y accompagnent la cérusite, l'anglésite, la phosgénite, étudiées plus loin.

3° *Dans les opérations métallurgiques.*

La litharge en masses écailleuses jaune rouge est produite dans les usines où se traitent des minerais de plomb. Elle se rencontre par suite dans les déblais de ces usines (Pontgibaud) d'où elle arrive parfois dans les collections avec la mention de produit naturel.

HYDROXYDES

MEYMACITE

WO^3, $n\,H^2O$

Amorphe.

Faciès. La meymacite constitue des épigénies de scheelite qui seront décrites plus loin, elle se trouve sous forme de masses résineuses ou terreuses.

Dureté.

Densité. 3,8 à 4,54.

Coloration et éclat. Jaune d'or, jaune brunâtre, brunâtre. Éclat vitreux, terne dans les variétés terreuses. Transparente en lames minces et alors jaune d'or.

Propriétés optiques. Monoréfringente ;

Composition chimique. Le minéral est généralement très impur, les analyses suivantes ont été faites par M. Carnot (*C. R.* LXXIX. 638. 1874) qui admet la formule $WO^3,2H^2O$, après déduction de la limonite et de la scheelite mélangées.

b et *c*) meymacite friable jaune, à poussière jaune de soufre.

d) meymacite pure, lamellaire, à poussière jaune.

	b)	*c)*	*d)*
WO^3	71,85	74,25	75,12
Ta^2O^5	1,00	1,05	0,70
CaO	2,50	4,65	7,00
Fe^2O^3	6,00	6,10	6,25
Mn^2O^3	0,75	0,65	0,32
H^2O	12,93	11,75	6,85
Gangue	4,50	1,85	2,55
	99,53	100,30	98,79
Densité	3,80		4,54

Bien que la matière analysée soit extrêmement impure, mélangée d'oxyde de fer et de scheelite non décomposée, il n'est pas douteux cependant que le minéral ne soit de l'acide tungstique hydraté et un corps existant bien réellement en tant qu'espèce distincte. On peut le considérer comme l'*opale* de la tungstite.

Propriétés pyrognostiques. Chauffée dans le tube, la meymacite devient jaune foncé, brun orangé, puis noircit et s'agglomère ; elle donne en même temps de l'eau.

Sur le charbon, elle noircit, puis se fritte. Avec le sel de phosphore, donne au feu oxydant une perle jaune à chaud, incolore à froid qui, au feu réducteur, devient violacée ou rouge (fer et tungstène).

Partiellement soluble dans l'ammoniaque, surtout à chaud. Avec l'acide azotique, devient d'un jaune franc et avec l'acide chlorhydrique d'un vert sale. L'addition de zinc dans la solution chlorhydrique donne la coloration bleu intense du tungstène.

Diagnostic. L'éclat résineux et l'eau donnée dans le tube distinguent la meymacite de la tungstite. Sa couleur et son éclat permettent aisément de la différencier de la scheelite qu'elle accompagne.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Corrèze.* La meymacite n'a été rencontrée encore qu'à Meymac ; elle y était assez abondante dans les filons bismuthifères (voir t. II, p. 387) ; elle s'y forme exclusivement aux affleurements, par décomposition sur place de la scheelite. Celle-ci, d'un gris verdâtre ou brunâtre, se fissure ; dans ses fentes se forme la meymacite résineuse qui, peu à peu, prend sa place ; le résultat complet de la transformation est une masse cloisonnée très fragile, s'émiettant parfois sous la simple pression du doigt. Elle renferme généralement de petits fragments de scheelite encore en partie intacts.

Quand la scheelite est associée au wolfram, ce qui est fréquent, la meymacite est souvent imprégnée d'oxyde de fer ; les échantillons sont alors plus solides, le minéral est de couleur plus foncé, mais nécessairement très impur.

OPALE

SiO^2, $n\,H^2O$.

Amorphe.

Formes et faciès. L'opale se présente sous forme massive ; elle constitue parfois des masses globuleuses, réniformes, stalactiformes, tuberculeuses ou terreuses. Ces diverses manières d'être, jointes à des colorations et à des textures différentes, donnent naissance à un grand nombre de variétés ayant reçu des noms différents ; les principales d'entre elles sont les suivantes :

1° *Opale sans forme caractéristique, en masses compactes* (opale proprement dite).

a) *Opale précieuse* transparente ou très translucide.

L'*opale noble* est incolore, elle présente des jeux de couleur souvent d'une grande beauté qui la font employer dans la joaillerie.

L'*opale de feu* a une couleur d'un rouge hyacinthe ou d'un jaune ambré, avec reflets rouges. Le *girasol* est translucide, d'un blanc bleuâtre avec reflets rougeâtres.

b) *Opale commune*, translucide (*semi-opale*) ou opaque.

L'*opale laiteuse* translucide est d'un blanc de lait bleuâtre. Le *cacholong*, d'un blanc de porcelaine (opaque) parfois un peu bleuâtre, happe souvent à la langue ; la *neslite* en est une variété (page 335).

L'*opale résinite* (quartz résinite des anciens auteurs) a un éclat gras ou résineux, ses colorations sont des plus variées dans les teintes jaunes, vertes, rouges, noires. *L'opale de bois* est une opale commune, épigénisant du bois dont la structure anatomique est souvent conservée.

L'*opale jaspeuse* est colorée par des oxydes de fer ou de l'argile et possède la couleur jaune, rouge, verte ou brune du jaspe avec l'éclat vitreux de l'opale. La *forchérite* est colorée en jaune vif par de l'orpiment (page 323).

L'*opale nectique* en rognons poreux, qui flottent pendant quelque temps sur l'eau est une pseudomorphose de gypse saccharoïde (page 334).

2° *Opale à formes concrétionnées.* La *hyalite*, incolore et transparente comme du verre, forme des concrétions ou des enduits globulaires, réniformes, botroydes ou stalactiformes.

La *ménilite* est une opale commune se présentant en masses réniformes ou tuberculeuses, grises ou brunes ; elle est colorée par une argile magnésienne.

La fiorite est une hyalite translucide ou opaque, grise ou blanchâtre, à éclat nacré (*perlsinter*), quelquefois poreuse et formée d'écailles successives. Elle résulte de l'altération des roches volcaniques sous l'action de fumerolles acides, alors que la *geyserite* (kieselsinter), en masses poreuses, spongieuses, filamenteuses, stalactiformes, à forme de choux-fleurs ou en masses pulvérulentes est une production geysérienne (souvent facilitée par des algues).

3° *Opale pulvérulente.* L'opale pulvérulente rappelant souvent par son aspect extérieur le kaolin peut avoir deux origines et deux structures différentes. Quand elle est d'origine chimique, elle est constituée par de petits globules concrétionnés, microscopiques (page 328) Lorsqu'elle est d'origine organique et constituée par des carapaces de diatomées (*randannite*), de radiolaires, ou des spicules de spongiaires, elle conserve tous les détails de structure de ceux-ci [1] (page 325).

Cohésion. Quelques variétés d'opale sont poreuses (*opale nectique*), happent à la langue (*cacholong*) et peuvent absorber une grande quantité d'eau en devenant transparentes ou translucides (*hydrophane*). Les opales sont souvent très fendillées. On vient de voir qu'il existe des variétés pulvérulentes d'opale.

Dureté. 5,5 à 6,5. Fragile.

1. Le terme de *tripoli* doit être abandonné comme terme scientifique, les produits siliceux auxquels il s'applique dans le commerce étant très différents. Il comprend notamment les diverses variétés d'opale pulvérulente, d'origine chimique ou organique.

De plus, le tripoli de Ménat (*Puy-de-Dôme*) est le produit de la calcination des schistes de la base de l'aquitanien. Ces schistes sont bruns ou noirs ; ils se délitent à l'air en lits minces et renferment des nodules de marcasite et de nombreuses empreintes de feuilles et de poissons ; ils contiennent environ 62 % de silice, 28 % de matière carburée, 9 % d'eau ammoniacale. On les calcine en vase clos pour fabriquer du noir de fumée, ou à l'air libre pour faire un tripoli un peu rougeâtre. D'après le frère Héribaud, cette roche ne renfermerait pas de diatomées.

Le tripoli de Poligné (*Ille-et-Vilaine*) provient de la combustion spontanée des ampélites siluriennes (gothlandiennes), à la fois pyriteuses et riches en matière carburée ; c'est une roche tendre, onctueuse au toucher, blanche ou rougeâtre. J'ai pu constater dans des échantillons que m'a communiqués M. Kerforne, qu'à l'inverse du tripoli de Menat, celui-ci est essentiellement constitué par de très menus grains de quartz.

Densité. 1,9 à 2,3. La densité est très variable par suite de l'existence fréquente de pigments colorés ou de diverses impuretés.

La propriété que possède l'opale nectique de flotter pendant quelque temps sur l'eau, tient à la texture spéciale qui est étudiée page 334 (fig. 3).

Coloration et éclat. Incolore, blanche et d'un blanc laiteux, jaune, rouge, rose fleur de pêcher, verte ou bleue, de diverses nuances. Les variétés foncées doivent généralement leur coloration et leur opacité à des inclusions. Les opales précieuses présentent des jeux de couleur variés. Transparente, translucide ou opaque.

Éclat vitreux, souvent résineux, nacré dans quelques variétés.

Propriétés optiques. Monoréfringente, mais présentant souvent des phénomènes de polarisation accidentelle dus à de la trempe. Les globules montrent en lumière polarisée parallèle une croix noire de signe *négatif*, comme les substances, analogues à la gélatine, qui se contractent en se solidifiant et sont par suite comprimées perpendiculairement à leur surface.

Des Cloizeaux a donné les indices suivants pour le rouge :

N = 1,450 (opale de feu), 1,442 à 1,446 (opale noble).
1,4374 à 1,4555 (hyalite), 1,406 (hydrophane sèche) à 1,446 (après absorption d'eau).

Les jeux de lumière des opales précieuses ont été attribués par Brewster à l'existence d'inclusions microscopiques. Behrends pense au contraire (*Berich. Akad. Wiss. Wien*, LXIV. 1871) qu'elles sont dues à la présence de lamelles courbes (de tridymite ?) d'indice différent de celui de l'opale qui, primitivement formées sur des plans parallèles, ont été ensuite disjointes par la solidification de celle-ci.

Composition chimique. L'opale est de la silice renfermant une quantité variable d'eau (3 à 9% environ, mais pouvant descendre à 2 ou dépasser 15%). Cette composition ne peut être représentée par une formule unique et il est probable qu'il existe, parmi ces corps divers, divers hydrates de l'anhydride silicique (voir à *propriétés pyrognostiques*).

L'hyalite ne renferme guère que 3 % d'eau, l'opale pulvérulente de Vierzon 4,7%, l'opale de feu du Mexique 6 à 8% ; l'opale noble de Hongrie 10%, la geyserite de 9 à 13%.

Quant aux autres variétés, les variations de teneur en eau sont souvent dues à l'existence de produits étrangers, tels que pigments ferrugineux et argileux.

Analyses.

a) de la *randannite* de Ceyssat par Fournet (déduction faite de 0,80% de sable).

b) de la *randannite* d'Oran par Salvétat (déduction faite de 12% de quartz et d'argile).

SiO^2.....	87,20	90,91
$Al^2O^3 + Fe^2O^3$...	2,00	»
$CaO + MgO$.....	traces	»
H^2O.....	10,00	9,09
	99,20	100,00

Salvétat a montré (*A. C. P.* XXIV. 348. 1848) que la randannite d'Algérie perd 4,50% d'eau de + 16° C. à 100° C. et 4,59% au rouge.

Essais pyrognostiques. Infusible. Donne de l'eau dans le tube ; les variétés transparentes ou translucides deviennent opaques, les variétés colorées par du fer rougissent. Plus soluble dans l'acide fluorhydrique que le quartz.

Soluble dans les alcalis, mais d'une façon très inégale ; l'hyalite l'est notablement moins que l'opale noble.

Altérations. L'opale en se déshydratant donne naissance aux diverses formes cristallines de silice anhydre, à des lamelles de tridymite et plus souvent à du quartz cristallisé ou aux types cryptocristallins de son groupe (quartzine, calcédonite, lutécite, pseudocalcédonite).

Diagnostic. La structure colloïde, la faible densité, la solubilité dans les alcalis constituent les caractères distinctifs de l'opale des types siliceux anhydres et des minéraux hydratés du groupe des argiles (allophane), des serpentines qui sont en outre plus tendres.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'opale se rencontre dans les roches les plus diverses, elle y est toujours formée par action secondaire et l'étude de ses gisements doit consister moins dans celle de sa distribution dans les diverses catégories de formations géologiques que dans celle des conditions particulières qui ont déterminé sa production. Je la considérerai successivement :

1° Comme produit d'altération de roches silicatées;

2° Dans les formations filoniennes ;

3° Comme produit d'origine organique ;
4° Comme produit de concrétion dans les roches sédimentaires.

1° *Comme produit d'altération des roches silicatées.*

a) *Produit d'altération atmosphérique ou de circulation d'eau.*

L'opale se produit parfois par altération des roches silicatées les plus diverses sous l'influence des agents atmosphériques ou par circulation d'eau plus ou moins profonde ; mais ce n'est guère que dans les serpentines dérivant des péridotites que ce minéral se présente avec quelque abondance et en échantillons macroscopiques. Il se produit au cours de la décomposition du péridot et du pyroxène : il est généralement accompagné de carbonate (*giobertite*), ou de silicates magnésiens (*magnésite*, etc.) et se présente surtout sous forme d'*opale résinite*.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. M. Baret a signalé (*op. cit.* 1898. 59) dans la serpentine de Bout-de-Bois en Héric, l'existence d'opale d'un blanc bleuâtre ou brune ; les variétés brunes sont translucides, avec jeux de lumière (jaune doré, jaune vert) ; le même minéral se rencontre au Boissier en Montbert.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. La lherzolite du Moun Caou en Louvie-Juzon renferme quelques variétés d'opale résinite blanche, souvent veinée ou tachetée de noir.

Haute-Garonne. C'est sous la même forme que l'opale se rencontre dans le massif lherzolitique de Moncaup-Arguénos et particulièrement au voisinage du village de Moncaup, où elle est parfois accompagnée de quartz.

Ariège. L'opale est au contraire très rare dans les lherzolites de l'Ariège (Lherz, Prades, etc.) ce qui s'explique du reste par la faible serpentinisation de ces roches. J'ai observé des échantillons de hyalite mamelonnée dans la lherzolite altérée de Castillon.

Nouvelle-Calédonie. — Les gisements serpentineux de la Nouvelle Calédonie fournissent en très grande abondance des opales résinites très variées de couleur (blanc-laiteux, jaunes de diverses nuances, brunes, noires, etc.) et riches en dendrites et enduits ferrugineux ou manganésifères. Des mamelons d'hyalite tapissent les fentes de la chromite de la même région.

b) *Produit d'altération des roches volcaniques sous l'influence de fumerolles acides.*

L'opale se présente dans les roches volcaniques sous deux formes distinctes. On la trouve : 1° en incrustations concrétionnées, constituées par de la *hyalite* transparente ou diverses formes de *fiorite*; ces variétés se rencontrent surtout à la surface de laves ou de scories basaltiques ou trachytiques; 2° en masses, sans formes distinctes, résultant de la transformation plus ou moins complète de toutes les roches volcaniques (et d'une façon générale de toutes les roches silicatées), sous l'influence de fumerolles acides et en particulier de fumerolles sulfureuses; l'examen microscopique et chimique permet seul en général de spécifier ce genre d'opale qui conserve la forme des minéraux aux dépens desquels elle s'est produite.

α) Basaltes.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les scories basaltiques de Royat (Gravenoire) sont fréquemment recouvertes de gouttelettes limpides de hyalite ou d'enduits globulaires de fiorite d'un blanc opaque, à éclat nacré; ils s'observent également à la surface des enclaves variées que renferment les tufs de cette même région.

On trouve ces mêmes minéraux dans presque tous les basaltes de la chaîne des Puys et notamment au puy Corent (au-dessus de Soulasse), à Anzat-le-Luguet (fiorite en petites fibres arborescentes), au cap de Prudelle, près Clermont, à Murols, etc.

J'ai signalé, tome I, page 59, les curieux cristaux d'augite du puy de Lassolas, transformés par des vapeurs sulfureuses en opale jaune, sans que leurs formes soient altérées; le basalte lui-même présente la même transformation et ne montre plus en lames minces qu'une masse homogène monoréfringente. M. Gonnard a désigné sous le nom de *lassolatite* (*op. cit.*, 9) des fibres blanches soyeuses d'opale produites par concrétion dans les cavités primaires des scories opalisées de ce gisement. Ce produit ne doit pas être distingué de la fiorite.

Cantal. La hyalite et la fiorite se rencontrent assez fréquemment dans les basaltes du Cantal, mais aucun gisement ne présente à ma connaissance ce minéral en échantillons remarquables.

Haute-Loire. Les basaltes de ce département renferment fréquemment des enduits ou des globules de fiorite ou de hyalite parfois

hyalins ; les gisements de Taulhac, de Denise, de Tareyre sont à citer.

Maures. — *Var*. A la surface du basalte de la Courtine en Ollioules (hyalite).

Madascagar. — Des masses d'opale colorées en vert par du cuivre, et associées à du quartz constituent l'une des gangues du cuivre natif dans le basalte zéolitisé très altéré des bords du Békiady, près du lac Kinkony ; elles sont accompagnées par de la chrysocole de même couleur.

b) Trachytes et andésites.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. La hyalite se rencontre dans les fissures de nombreux trachytes de la chaîne des Puys et notamment dans la dômite du Puy de Dôme, du puy de Sarcouy, du puy Chopine, du Mont-Dore (l'Ecorchade, le Sancy, le Capucin, les Egravats, etc.)

La cinérite trachytique du ravin de la Craie au Sancy (Mont-Dore) altérée par des fumerolles et chargée d'alunite et de soufre est très riche en opale qui épigénise tous les silicates originels, sans que leur forme ait été modifiée. L'opale se trouve sous la même forme, dans les cinérites et les trachytes (dômites) de la chaîne des Puys (notamment au Puy de Dôme), traversés par des fumerolles et particulièrement par celles ayant donné naissance à l'hématite.

Des houppes blanches de fiorite ont été signalées à la surface de cristaux d'hématite de la grande crevasse du sommet du Puy de Dôme (E. Laval, *Mém. Ac. Clermont-Ferrand*, XVI. 635. 1874), elles sont accompagnées de tridymite.

J'ai recueilli récemment de curieux échantillons de hyalite dans des blocs de gneiss à cordiérite enclavés dans l'andésite du puy de Pallaret, sur le chemin descendant à Vassivière. Cette hyalite forme de petits globules hyalins dans les cavités de résorption de ces enclaves : ils supportent ou recouvrent des cristaux d'hypersthène et jouent le même rôle que les cristaux de tridymite qui se trouvent dans les mêmes conditions au Capucin.

2° *Formations filoniennes.*

a) *Dans les sources thermales.*

Plateau Central. — Quelques sources thermales d'Auvergne déposent encore aujourd'hui de l'opale et montrent ainsi le mécanisme

probable de la formation des filons ou filonnets d'*opale résinite* qui se rencontrent dans d'assez nombreux gisements du Plateau Central et particulièrement dans la Limagne.

Puy-de-Dôme. Les eaux chlorurées sodiques arsénicales du Mont-Dore et particulièrement celles du Puits de César (44° C.) laissent déposer dans les conduites souterraines et aux griffons un dépôt visqueux, léger, jaune d'ocre, qui est en grande partie constitué par de la silice colorée par de l'oxyde de fer. Berthier a depuis longtemps signalé (*A. P. C.* XIX. t25, 1821) dans les conduites amenant l'eau à l'établissement, l'existence de rognons tuberculeux dépassant souvent 1 cm. de diamètre. Ils sont de couleur brune, noire ou blanche, leur cassure est résineuse ; c'est une opale résinite à texture lâche, s'égrenant sous le couteau et rayant le verre ; ces rognons renferment 82 % de SiO^2, avec 4 % d'oxyde de fer et 5 % d'eau et de matières organiques; il existe en outre 1 % de carbonate de chaux.

De l'opale résinite jaune, brune ou verte formait jadis, à l'émergence des sources, un dépôt de 6 à 7 mètres d'épaisseur renfermant des débris végétaux silicifiés, de la limonite et de la silice pulvérulente. Ce dépôt a été enlevé au moment de la construction de l'établissement thermal.

De l'opale concrétionnée a été trouvée lors d'un sondage de la source de la Compissade, entre le Mont-Dore et la Bourboule.

C'est au même genre de formation, mais plus ancien, qu'il y a lieu de rapporter les dépôts d'opale de Saint-Nectaire pour la description desquels je renvoie à la page 446 du tome II. Je rappellerai seulement ici que l'on trouve dans ce gisement deux catégories d'opale ; l'une d'un gris brunâtre englobe des roseaux (eux aussi opalisés) et de nombreuses diatomées, quelques grains de quartz et d'orpiment. L'autre remplit dans le granite des fentes généralement étroites, mais ayant souvent plusieurs mètres carrés (bord de la route, en sortant de Saint-Nectaire-le-bas pour aller à Saint-Nectaire-le-haut). Elle est tantôt blanche, translucide, et tantôt d'un jaune orange plus ou moins foncé et colorée par de l'orpiment ; cette variété est identique à la *forchérite* formée dans de semblables conditions à Knittenfeld en Styrie. Exposée à l'air, cette forchérite perd une partie de son eau et sa cassure devient terne, de résineuse qu'elle était à l'état frais. Ses cavités sont parfois remplies par de l'aragonite. Les dépôts actuels des sources de Saint-Nectaire sont calcaires.

Le gisement qui en Auvergne a fourni les plus beaux échantillons d'opale résinite est celui de la montagne de Gergovia ; ce minéral forme de petits filons au milieu des pépérites et des assises oligocènes, leur remplissage a des aspects assez différents ; dans les ravins au-dessous du domaine de Bonneval, se trouve une variété blanche; à l'Est et à la base de la montagne, l'opale est d'un vert d'eau, elle est noire au Sud, brune ou veinée au-dessus du village de Merdogne. Cette dernière variété est parfois translucide, ses cavités sont souvent tapissées d'opale incolore, transparente et mamelonnée (hyalite).

On trouve de l'opale résinite dans de semblables conditions au puy de Marman, au puy Giroux, à Vertaizon, etc.

Au voisinage de la Bourboule à Prégnoux, un filon d'opale résinite traverse la cinérite ; enfin M. Gonnard a signalé (*op. cit.*,II) dans le ravin de Lusclade des variétés d'un rouge-sang et d'autres jaune de chrome : des variétés rouges se trouvent au pays de la Tache au-dessus du gisement d'hématite.

Vosges. — *Vosges*. De l'opale concrétionnée, parfois accompagnée d'un peu de quartz a été trouvée dans les sources thermales de Plombières, elle incruste souvent les briques à zéolites dont il a été question tome II ; cette opale se présente aussi parfois sous la forme de hyalite.

Madagascar. — Des dépôts d'opale (probablement en partie quartzifiée) se rencontrent dans la région volcanique d'Ambohidratrimo : ils englobent de nombreux végétaux et paraissent analogues à ceux de Saint-Nectaire. M. Baron a signalé une sorte de geysérite à Analaroamaso au N. d'Ambatobé (N. d'Antsihakana) et à l'Est d'Andranomafana (entre Tananarive et la côte).

b) *Dans les filons métallifères.*

L'opale se produit dans quelques filons métallifères par la décomposition des silicates sous l'influence des eaux vitrioliques. Telle est le cas de la silice gélatineuse qui jadis obstruait presque complètement une ancienne galerie d'écoulement de la mine de cuivre de Chessy (*Rhône*). Par dessication, cette silice donnait une masse à aspect résineux.

Des enduits d'opale offrant parfois des reflets opalescents ont été rencontrés dans les mines de galène et de blende de Chatelaudren (*Côtes-du-Nord*).

3° *Dans les assises sédimentaires.*

a) *Opale d'origine organique.*

α) Origine animale.

Je rappellerai pour mémoire que les spicules d'un grand nombre d'éponges, de radiolaires qui fourmillent dans certaines formations sédimentaires sont constituées par de l'opale. Cette constatation est d'une grande importance pour l'explication du mode de formation des rognons d'opale dont il est question plus loin. Ces débris d'origine organique sont particulièrement abondants dans la craie.

Ardennes. M. Cayeux a décrit sous le nom de *spongolite* (*Mém. Soc. géol. Lille.* IV. 89. 1897) une roche du cénomanien de Bracquenies [*Belgique*] presque entièrement formée de débris de spongiaires (opale), en partie transformés et cimentés par de la calcédonite.

Algérie. — *Oran.* J'ai donné plus haut l'analyse d'une randannite, en masses blanches légères, décrite par Salvetat comme venant des environs d'Alger. Il est probable qu'il y a eu méprise de localité et que l'échantillon provient d'Oran où il existe dans le miocène supérieur des dépôts siliceux, riches en spicules d'éponges, de radiolaires, de diatomées : Oran, Arbal, Mascara et le littoral à l'Est d'Oran (Dahra). C'est ce produit qu'Ehrenberg a décrit sous le nom de *craie d'Oran.*

β) Origine végétale[1].

Les carapaces siliceuses des diatomées à structure absolument intacte (fig. 1) forment, presque à elles seules, de vastes dépôts exploités dans plusieurs gisements du Plateau Central, soit pour la fabrication de la dynamite, soit comme tripoli.

Le Plateau Central est particulièrement riche en dépôts d'opale ayant cette origine ; leur flore est étudiée dans les « *Diatomées*

1. Le nom de tabashir a été donné à une variété d'opale hydrophane, sans structure organisée, qui se rencontre dans les entre-nœuds de bambous de l'Inde, de l'Indo-Chine et du Tonkin. Les échantillons de la collection du Muséum proviennent du *Tonkin* ; ce sont des fragments blancs opaques à cassure terne se désagrégeant dans l'eau et devenant alors translucides, pour redevenir opaques par dessication.

d'Auvergne » (Clermont 1893) du Frère Héribaud Joseph qui m'a fourni des renseignements et m'a autorisé à reproduire sa pl. VI (fig. 1). Ces dépôts s'effectuent encore à l'époque actuelle, alors que d'autres remontent à l'oligocène.

Le dépôt en voie d'accroissement de l'étang de Saint-Loup près du lac d'Aydat permet d'étudier le mécanisme de production de ces formations. Par un temps chaud et humide, les diatomées se multiplient avec une telle rapidité qu'il se produit souvent, à la surface de l'eau et des particules végétales flottant sur elle, une pellicule, blanche à l'état sec, produite par le feutrage des carapaces des diatomées (*papier météorique*) ; elle tombe au fond de l'eau, quand elle a acquis une certaine épaisseur ; trois ou quatre jours suffisent souvent à la formation d'une nouvelle pellicule. Des espèces pélagiques se produisent aussi, mais en moindre abondance, dans toute la masse du liquide. Les feuilles et autres débris de phanérogames peuvent être entraînés en même temps que les diatomées et laissent ainsi leurs empreintes dans le dépôt, quand les conditions nécessaires à leur fossilisation sont favorables (Saint-Saturnin). Beaucoup de ces dépôts de randannite Auxillac (Varenne, la Bourboule, Ceyssat, Charay, Pourchères, le Ranc) ont été remaniés postérieurement à leur formation.

Le premier gisement trouvé en Auvergne est celui de Ceyssat. Fournet décrivit le minéral qui en provient sous le nom de *silice gélatineuse* (*A. M.* III. 492 1833) en attribuant son origine à l'action de sources thermales. Dufrénoy fit voir (*Minér.* III. 157. 1856) son analogie avec les infusoires de Billin que venait de faire connaître Ehrenberg. Salvetat le décrivit sous le nom de *randanite* (*A.C.P.*, XXIV. 348. 1848) qu'il faut écrire *randannite*, le gisement d'où est tiré ce nom étant le lieu-dit Randanne et non le village de Randan ; c'est la *ceyssatite* de M. Gonnard (*op. cit.* 14).

La randannite pure est terreuse, blanche ou jaunâtre, friable, traçante comme la craie, souvent douce au toucher comme le kaolin ; elle se réduit en poudre impalpable sous la pression, donnant une poudre légère qui polit l'argent. Elle est exploitée soit comme tripoli, soit comme absorbant pour la fabrication de la dynamite ; elle est désignée dans le commerce sous le nom de *tellurine*.

Drôme. Un dépôt assez abondant de randannite est exploité dans le miocène de Marsanne (quartier de Costerbouze), le type moyen ressemble à celui d'Auxillac, mais il est jaune chamois.

Ardèche. Des dépôts remaniés de randannite se trouvent à Charay, Pourchères et au Ranc.

Haute-Loire. Des dépôts de diatomées (pliocène moyen) tantôt purs et légers, tantôt impurs et schisteux se rencontrent à Ceyssat, à la Roche-Lambert ; ces gisements ont fourni de nombreuses empreintes de phanérogames.

Cantal. Le dépôt pliocène d'eau douce de randannite d'Auxillac en Virargues, sur la route de Murat à Allanches et à 4 kilomètres de Murat, est l'un des plus vastes d'Europe. Il a plusieurs hectares de superficie et une épaisseur moyenne de 12 mètres. La masse est traversée par des bancs d'humus mélangés de galets et renferme quelques nodules de marcasite. D'après les échantillons que je dois à M. Bouhard, cette randannite est d'une couleur variant du blanc pur au blanc jaunâtre ; les couches inférieures sont ordinairement verdâtres, la flore est très variable suivant les niveaux considérés (fig. 1). Des dépôts similaires se rencontrent à Neussargues et à Journac.

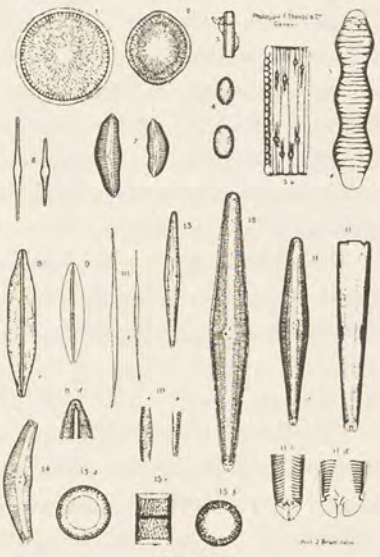


Fig. 1.
Quelques diatomées de la randannite d'Auxillac. — 1-4 Cyclotella. — 5. Tetracyclus. — 6. Synedra. — 8-14. Cymbella. — 8-9. Navicula. — 10. Nitzschia. — 11-13. Gomphonema. — 15. Melosira (*grossissement de 600 diamètres et de 1200 à 1800 pour les détails*).

Puy-de-Dôme. C'est dans ce département que se trouvent les plus nombreux gisements, tous sont d'eau douce à l'exception de celui du Puy de Mur.

Dépôts oligocènes. — Puy de Mur, ce gisement découvert par M. P. Gautier renferme un mélange d'espèces marines, saumâtres et d'eau douce dont quelques-unes sont spéciales à ce gisement, des grains de pollen de conifères, etc. et de nombreux débris minéraux.

Dépôts pliocènes. —Varennes, près le lac Chambon, randannite schisteuse riche en diatomées et en phanérogames; La Bourboule, gisement recouvert aujourd'hui par des constructions.

Dépôts quaternaires. — Les dépôts importants au point de vue minéralogique sont ceux de l'époque quaternaire, : Ceyssat en Allagnat, Randanne au pied du puy de Montchat (sous le sol d'une

vaste prairie), les Rouilhas et la Cassière près le lac d'Aydat, Vassivière entre le village et le lac Chauvet, le creux Mortier entre Saint-Saturnin et Ponteix (empreintes de phanérogames avec tiges transformées en vivianite). A Saint-Saturnin, le dépôt siliceux est coloré uniformément en grisâtre par des produits organiques, mais dans les autres gisements la randannite forme des masses farineuses d'un beau blanc parfois teinté de jaune par un mélange d'argile, de produits organiques ou ferrugineux.

La randannite a été exploitée à Ceyssat et à Rouilhas pour la fabrication de la dynamite.

Dépôts actuels — Les dépôts de randannite se forment actuellement encore sous les dépressions du sol volcanique qui s'étend entre le village de Ponteix, le lac d'Aydat et la Cassière[1].

b) *Opale d'origine chimique.*

L'opale d'origine chimique se rencontre dans les formations sédimentaires soit comme élément essentiel, soit comme minéral accessoire, constituant le ciment de grès ou des rognons concrétionnés au milieu des marnes ou des calcaires.

α) Comme élément essentiel.

Ardennes. — L'opale forme l'élément caractéristique des *gaizes*, roches jouant un rôle important dans la constitution géologique (albien et cénomanien) de l'Argonne (*Ardennes*).

Les gaizes sont des roches d'un gris jaunâtre sale, quand elles sont sèches ; verdâtres à l'état humide. Elles sont légères (densité 1,5 environ), absorbent facilement l'eau, enfin elles sont âpres au toucher. Elles renferment des taches blanches, sans contours nettement définis consistant en silex calcédonieux. M. Cayeux qui a étudié en détail ces roches (*Mém. Soc. géol.* Nord. IV. 14. 1897) propose de désigner sous le nom de *gaizes* toutes les roches sédimentaires siliceuses dans lesquelles la silice a une origine à la fois chimique et détritique.

1. On cite souvent Nice comme gisement de terres à diatomées. Je n'ai pu trouver la situation exacte de ce soi-disant gisement. Il résulte en outre des renseignements que m'ont fournis MM. Tempère et Peragallo, les diatomistes bien connus, que d'après sa flore la randannite blanche, désignée sous cette indication, vient probablement de Sicile ; elle aurait été importée il y a quelques années à Nice pour des essais de céramique.

La proportion de silice totale contenue par les gaizes varie en effet de 70 à 95 °/₀. La silice soluble dans les alcalis peut y atteindre 75°/₀, le quartz détritique allant de quelques °/₀ à plus de 50 °/₀. Souvent glauconieuses, les gaizes peuvent contenir un peu d'argile ou de calcaire; elles sont extrêmement riches en spicules (opale) d'éponges, en radiolaires ou en diatomées.

L'opale qui enveloppe les éléments clastiques et organiques est le plus souvent gélatinoïde, sans forme, mais elle se concrétionne aussi, formant des globules ou des sphérolites, présentant des phénomènes de biréfringence par trempe. C'est aux dépens de cette opale que se forme la calcédoine des silex. M. Cayeux admet que l'origine de ce ciment d'opale est dû 1° à une dissolution des débris organiques siliceux pendant et après la sédimentation; 2° à des apports *per descensum* effectués aux dépens des assises suprajacentes ; enfin il suppose que la décomposition de l'argile a pu fournir aussi une certaine quantité de silice.

Enfin, il existe dans les *Ardennes* (canton de Signy-l'Abbaye), au milieu de l'oxfordien, des roches se rapprochant des gaizes crétacées.

Berri. — *Cher* et *Indre*. La crétacé des environs de Vierzon (notamment à St. Genou, à Mennetou-sur-Cher) est recouvert par une formation, rappelant comme aspect l'argile à silex : riche comme elle en rognons de silex, en fossiles de divers niveaux du supra-crétacé, mais possédant une composition très différente ; elle est en effet essentiellement constituée par une variété pulvérulente d'opale. Elle est exploitée pour la céramique et pour la fabrication de la dynamite.

Dans l'Indre, il existe des gisements analogues (la Brenne), rapportés par M. de Grossouvre à l'oligocène.

L'opale de la Brenne est blanche, pulvérulente, douce au toucher; elle ressemble à de la farine. Au microscope, elle se montre constituée, dans les échantillons que j'ai examinés, par de petits grains, parfois régulièrement sphériques, offrant une structure concrétionnée. Ces grains ont de 8 à 12 μ de diamètre et sont eux-mêmes constitués par des granulations ayant en moyenne $0\mu,8$. La teneur en eau de cette opale (après dessication sur l'acide sulfurique) est de 4,7 °/₀ environ.

M. de Grossouvre a proposé récemment (*B. S. G.* I. 431. 1901) de distinguer nettement cette opale pulvérulente des véritables argiles à silex qui dérivent de la décalcification des assises crétacées et de la désigner sous le nom de *vierzonite*. Je ferai remarquer que ce nom

a été déjà employé par Bristow (*A Glossary of mineralogy*. 398. 1861), pour désigner une ocre exploitée dans le voisinage de Vierzon. C'est dans ce sens que j'ai cité ce nom p. 487 du tome I (voir à *limonite*).

En résumé, cette roche paraît être une gaize particulièrement pure qui serait presque exclusivement constituée par de l'opale pulvérulente. Peut-être doit-elle cette composition et cette structure spéciales à des altérations superficielles. Dans d'assez nombreux gisements du Cher (Vailly-sur-Audre, Allogny, Willegenou), de la *Nièvre* (Pierrefite, etc.), ces roches recouvrent de véritables gaizes cénomaniennes très analogues comme structure à celles des Ardennes.

Bourgogne. — *Yonne*. Des recherches sont faites actuellement (Peron. *Bull. Soc. Sc. Yonne*. LIV. 75. 1900) dans la Puisaye, notamment aux environs de Toucy sur des couches siliceuses analogues à celle de Vierzon. Elles se trouvent à la base du cénomanien et sont constituées par une matière blanche, farineuse renfermant environ 96 % de silice, dont près de la moitié est constituée par de l'opale : dans les échantillons que m'a communiqués M. Peron, j'ai constaté que malgré son apparente pureté, ce produit est riche en grains de glauconie et en débris de roches anciennes (tourmaline), qui accompagnent les grains de quartz et les globules d'opale.

β) Comme ciment des grès.

L'opale forme le ciment d'un grand nombre de grès ; l'attention n'est souvent attirée sur elle qu'aux affleurements dans lesquels elle est dissoute : elle met alors en liberté les fibres quartzeuses néogènes qu'elle renfermait, en même temps que les grains de quartz clastique qu'elle agglomérait (grès de l'argile à silex de la Grisière près Mâcon (*Saône-et-Loire*), par exemple). Dans d'autres cas, l'opale se concentre en nids ou amas comme dans le gisement suivant.

Plateau Central. — *Allier*. Les grès carbonifères traversés par la route de Noyant à Cosne, entre Bussière et Tortezais ont pour ciment une opale qui forme aussi des amas distincts. Elle est blanche ou d'un blanc plus ou moins jaunâtre à éclat résineux ; parfois elle est terreuse et ressemble à de l'opale nectique. Elle happe à la langue, se brise dans l'eau et d'après Guillemin (*A. M.* XIII. 321.1826) renferme normalement de 11 à 12 % d'eau et en absorbe 14 % par immersion. Sa densité est de 1,67 à sec et de 2,215 quand elle est imprégnée d'eau.

γ) Comme produit de concrétion dans les calcaires et les marnes.

L'opale est fréquente dans les formations calcaires et marneuses ; on a vu page 148 comment la concentration de cette opale, primitivement déposée sous forme de dépouilles organiques, donne naissance à des nodules qui, par cristallisation postérieure, fournissent les silex. Je n'ai donc plus ici à m'occuper que des cas dans lesquels cette quartzification secondaire ne s'est pas produite ; c'est ce qui arrive particulièrement dans les assises tertiaires et surtout dans les calcaires lagunaires ou lacustres de l'éocène et de l'oligocène.

Ces rognons siliceux amorphes se présentent sous deux aspects. Les uns ont des formes concrétionnées curieuses, leur cassure est unie, terne ou très luisante, ils sont assez impurs : c'est la *ménilite*. Les autres, souvent de plus grande taille, de forme moins régulière, constituent des variétés d'*opale résinite* qui sont extrêmement variées de couleur, et présentent parfois une structure zonaire, etc.

De même que les silex, les rognons de ménilite ou d'opale résinite peuvent renfermer des fossiles ; ils épigénisent parfois des cristaux isolés ou des agrégats de cristaux de gypse, comme cela a lieu dans les environs de Paris.

Je citerai quelques gisements caractéristiques de ces diverses formes d'opale.

Dans les assises secondaires.

Normandie. — *Orne*. La craie marneuse de la Mariette, en Saint-Jean-la-Forêt, par Courthiou à 6 km. de Bellême sur la route d'Alençon, renferme de petits nodules et des plaquettes, zonées de blanc de neige et de brun café, d'une opale légère et poreuse, très fragile. Elle est au plus haut point hydrophane (Desnoyers. *B. S. G.* 3. 424. 1832) ; une fois plongée dans l'eau ou la cire fondue, elle devient incolore et transparente. D'après un essai de Berthier, cette opale, dont je n'ai pu me procurer d'échantillon, renferme 5 % d'eau.

Dans les assises tertiaires.

Eocène.

Bassin de Paris. — *Seine. Seine-et-Oise.* L'opale se présente sous des formes variées dans les assises éocènes de cette région ; je l'ai

étudiée dans un mémoire antérieur (*Nouvelles Archives du Muséum*, IX. 201. 1897.)

La ménilite est une opale assez impure, constituant des concrétions à formes souvent bizarres et plus ou moins aplaties (fig. 2). Leur cassure a un éclat gras; leur couleur varie du brun (avec coloration violacée à la surface des rognons) au blanc. On les trouve à deux niveaux distincts, dans le bartonien (calcaire de Saint-Ouen), (Paris ; plaine Monceau, etc., ménilite brune) et dans le ludien (marnes feuilletées magnésiennes, situées entre la première et la deuxième masse du gypse). [Paris : Ménilmontant, Montmartre (ménilite brune). Argenteuil, Villejuif (variété blanche)].



Fig. 2.
Rognon de ménilite de Villejuif-près-Paris
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Les rognons de ménilite des calcaires de Saint-Ouen englobent souvent des fossiles (lymnées, etc.) et des pseudomorphoses de gypse. L'examen microscopique du minéral m'a montré qu'il est constitué essentiellement par de l'opale colloïde, renfermant des traînées d'argile ou de magnésite, qui expliquent la teneur en magnésie que décèlent les analyses suivantes dues à M. Damour (*B. S. M.* VII. 239. 1884).

Ménilite *a*) de Ménilmontant ; *b*) des Buttes Chaumont; *c*) de Villejuif ; *d*) d'Argenteuil ; *e*) du calcaire de Saint-Ouen ; *f*) de la plaine Monceau ; *g*) d'un échantillon trouvé dans les alluvions de la plaine d'Ablon.

SiO^2.....	76,00	59,19	78,25	74,50	75,47	67,09	83,08
Al^2O^3.....	1,10	1,40	0,60	1,55	0,15	»	»
Fe^2O^3.....	2,50	6,60	0,90	0,45	0,70	0,80	1,00
MgO.....	6,79	8,17	8,28	10,30	8,83	9,00	6,73
CaO.....	1,40	4,10	0,76	1,22	2,89	8,20	»
CO^2.....	11,70	3,22	3,22	0,59	2,30	»	»
H^2O.....		16,40	10,44	9,60	9,50	14,50	9,20
Perte.....	1,5	»	»	»	»	»	»
	99,49	99,53	99,82	98,56	99,84	99,59	100,00
Densité....	2,17	2,25	2,18	2,16	2,16	2,22	2,16 à 2,19

Dans le parc de Saint-Cloud, l'opale ne se rencontre pas seulement sous forme de rognons de ménilite, mais elle imprègne aussi des marnes riches en petits cristaux de gypse pseudomorphisés en lutécite. Ces marnes sont alors jaunes et possèdent la cassure esquilleuse de l'opale résinite.

A Ménilmontant, les rognons de ménilite se trouvent dans une argile papyracée à l'état sec, gluante à l'état humide ; une fois dégagés de leur gangue, ils présentent sur leur tranche des traces de la schistosité de celle-ci (fig. 3).

Les nodules de Villejuif sont parfois poreux à leur périphérie ; l'examen microscopique montre, que dans ce cas, ils sont originellement constitués par une interpénétration d'opale et de calcite ; celle-ci est dissoute aux affleurements plus rapidement que l'opale et laisse une sorte d'éponge siliceuse.



Fig. 3.
Rognon de ménilite de Ménilmontant (Paris), engagé dans la magnésite et offrant des traces de la schistosité de celle-ci. (*Photographie, grandeur naturelle.*)

La ménilite a été signalée pour la première fois en 1787 à Ménilmontant, par Delabre et Quinquet qui la décrivirent sous le nom de *pechstein de Mesnil-Montant* (J. P. XXXI. 219). C'est en 1797 que Delamétherie (*Théorie de la terre.* II 169) l'a désignée sous son nom actuel.

Les calcaires ludiens (équivalent lacustre du gypse parisien) renferment à Bry-sur-Marne, près Champigny (*Seine*) une autre variété d'opale étudiée par M. Jannettaz (*B. S. G.* XVIII. 673. 1861). Elle se trouve en poches ou en lits opaques, au milieu de silex. Elle se coupe au couteau tant qu'elle est dans la carrière ou dans l'eau ; par dessiccation, elle devient dure et cohérente, parfois pulvérulente à l'extérieur des échantillons. Maintenue dans l'atmosphère des laboratoires,

elle garde environ 5 °/₀ d'eau, mais peut être presque entièrement déshydratée sur l'acide sulfurique.

Les zones opaques que cette opale constitue dans les silex blonds, translucides, rappellent le *cacholong* des Féroë. Les échantillons que j'ai examinés sont tout à fait dépourvus de produits cristallisés. Ils sont faiblement hydrophanes.

Dans la région parisienne, l'opale forme plusieurs catégories de pseudomorphoses. Dans les rognons de ménilite de la plaine Monceau, j'ai rencontré des pseudomorphoses de gypse réduites à une cavité dans laquelle se trouvent de grandes lames translucides ou



Fig. 4.
Lame mince taillée dans un rognon d'*opale nectique* de Saint-Ouen et montrant la forme des lentilles de gypse épigénisé. (*Photographie, lumière naturelle : grossissement de 125 diamètres.*)

transparentes, constituées par de l'opale : les globules de celle-ci sont accolés et mélangés à de la calcédonite et à de la lutécite.

C'est encore à une pseudomorphose, non plus de cristaux, mais de lits de gypse qu'il faut rapporter l'*opale nectique* (*quartz, silex nectique* d'Haüy.) Elle se rencontre dans les calcaires bartoniens de St.-Ouen aux environs de Paris (St.-Ouen, etc.). Elle forme des rognons légers, flottant pendant quelque temps à la surface de l'eau. L'examen microscopique fait voir que ceux-ci sont constitués par l'accolement de petites lentilles de gypse, transformées en opale et laissant entre elles des vides (véritables flotteurs) correspondant à la calcite qui,

dans le gypse intact, moule les cristaux de gypse. Cette opale renferme 4,5 % d'eau. Au bout de quelque temps de séjour dans l'eau, l'air de ces vides est expulsé et l'échantillon cesse de flotter. La figure 4 empruntée à mon mémoire sur le gypse parisien (*Nouvelles Archives du Muséum*) représente une lame mince de l'opale nectique.

Sarthe. Des rognons de ménilite brune se rencontrent dans les marnes bartoniennes de Pruillé-le-Chétif, à 15 km. O. environ du Mans.

Oligocène.

Les calcaires saumâtres et lacustres de l'oligocène sont très riches en opale résinite et plus rarement en ménilite. L'opale résinite surtout s'y présente avec une grande variété de couleur et d'aspect qui depuis longtemps a frappé les collectionneurs de minéraux. Je dois, faute de place, me contenter de citer quelques localités caractéristiques.

Bassin de Paris. — Les calcaires de Brie (sannoisien) renferment fréquemment des rognons d'opale. On a vu plus haut que les meulières de cet âge proviennent de la décalcification de ces mêmes calcaires.

Champagne. — *Marne*. A Nesle-la-Reposte, les marnes vertes intercalées dans le calcaire de Brie, contiennent des variétés d'opale que Leymerie a désignées sous le nom de *neslite* (*Stat. min. de l'Aube*, 1846. 116). Les unes forment des rognons blancs, grisâtres, vert clair ou nankin, à cassure lisse et conchoide et à éclat un peu luisant, avec faible translucidité sur les bords ; les autres sont blanches, légères et happent à la langue ou sont même pulvérulentes. Ces diverses variétés se rencontrent dans le même échantillon, qui a ainsi du centre à la périphérie, l'aspect de la ménilite et du cacholong. J'ai examiné des échantillons originels de la collection de Leymerie (Faculté des Sciences de Toulouse), que m'a communiqués M. Caralp et d'autres offerts jadis au Muséum par Leymerie. Ils répondent bien à la description donnée par ce savant ; ils sont faiblement hydrophanes.

Les calcaires lacustres aquitaniens (calcaire de Beauce) sont en général siliceux et dans beaucoup de localités des environs de Paris, donnent des meulières par leur décalcification ; dans d'autres, ils renferment des rognons d'opale résinite, parfois semi-translucides, quelquefois zonés et offrant des couleurs très variées. Voici quelques autres localités françaises à citer à cet égard.

Loiret. La Chapelle St. Mesmin et Chaingy, près Orléans (opale résinite blanche, grise, verte, brune et hydrophane, etc.).

Loir-et-Cher. Chambord, etc.

Indre-et-Loire. La Chaume, etc.

Vienne. Chatellerault,etc.

Berry. — *Cher.* Les calcaires de Quincy, près Mehun sur Yèvre (*sannoisien*) sont, on l'a vu tome I, pl. 459, colorés en rose par une variété de magnésite qui a été appelée *quincyte* ; celle-ci est accompagnée de rognons d'une opale d'un rose carmin vif, d'une magnifique couleur, malheureusement distribuée d'une façon irrégulière ; c'est une véritable pierre précieuse.

Je citerai ici, bien que leur âge ne soit pas certainement oligocène, les gisements de limonite pisolitique du Berri. Les argiles qui leur servent de gangue sont souvent riches en opale. J'ai observé notamment des échantillons donnés comme silex nectique et provenant de Dun-le-Roi. Ils sont blancs, légers, happent à la langue. Au microscope, on voit qu'ils sont constitués par de l'opale renfermant de très nombreux petits grains de calcite.

Cévennes. — *Gard.* La magnésite de Salinelles renferme des rognons de ménilite.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Le petit bassin oligocène de l'Emblavès près le Puy renferme, surtout à sa partie moyenne, des concrétions d'opale affectant les formes bizarres et l'aspect de la ménilite ; elles sont surtout abondantes à Glavenas entre Mazères et Yssingeaux (*dragées de Glavenas*). Les nombreux échantillons que je dois à l'obligeance de M. Vernière sont blancs et leur aspect rappelle celui de la ménilite de Villejuif ; ces nodules sont distribués au milieu d'argiles blanches en trainées parallèles aux couches. Dans d'autres gisements (Saint-Pierre-Eynac (avec empreintes végétales), Recours), l'opale prend la forme résinite de diverses couleurs, alors qu'ailleurs (Alibert, Jabruzac), elle n'est pas aussi individualisée et reste distribuée inégalement dans des calcaires siliceux rubanés qui forment des lits minces au milieu d'argile. M. Termier a attribué la formation de ces opales résinites (*B. C. F.* II. 24 1890), à l'action des phonolites voisines, alors que M. Boule y voit une formation normale à comparer à celle des autres gisements cités plus haut.

L'opale résinite de Saint-Pierre Eynac mérite une mention spéciale :

j'y ai observé, au milieu d'une masse d'un gris jaunâtre opaque, des veinules d'un brun ambré, transparentes ou fortement translucides. rappelant les variétés les plus pures de Gergovia.

Cantal. L'oligocène du Cantal, et particulièrement celui du bassin d'Aurillac, renferme au milieu de bancs de calcaire marneux (tongrien à *Potamides Lamarcki*) des rognons de silex, de ménilite et d'une opale résinite qui présente une grande variété d'aspect ; à Thiézac, on rencontre des types noirs offrant une certaine analogie de caractères extérieurs avec des obsidiennes. A citer aussi le Puy Courny.

Puy-de-Dôme. Les concrétions de ménilite sont abondantes dans les calcaires à *hélix* de la Limagne. On peut citer : Gergovia, Gandaillat et les Côtes près de Clermont, le Puy-de-Mur près Mezel, Beauregard-l'Évêque, Pont-du-Château, Romagnat, le puy Saint-Romain, la butte de Montpensier près Aigueperse, etc. Au puy Pilaire près Vertaizon, des blocs d'opale brune, translucide, renferment des *helix Ramondi*, et parfois des *hydrobia Dubuissoni* transformés en opale. Les cavités de ces rognons sont tapissées d'enduits mamelonnés d'hyalite transparente, incolore et souvent opalescente.

Miocène.

Algérie. — *Oran.* M. Gentil m'a signalé des rognons de ménilite dans le miocène supérieur du Sahel d'Oran (dans argiles et dans couches à randannite, etc.).

δ) Comme épigénies de bois fossiles.

On a vu, page 154, que les troncs d'arbres silicifiés sont généralement constitués par du quartz ou par ses variétés cryptocristallines.

Il est probable que dans la plupart des cas, sinon dans tous, la silice a tout d'abord incrusté ces végétaux à l'état d'opale. Dans quelques gisements, la transformation de cette opale en quartz ne s'est pas effectuée ou n'est pas achevée ; tel est le cas des bois fossiles de la brèche andésitique du pliocène du *Cantal* (la Bastide en haut de la vallée de Fontanges, vallée du Falgoux, le Pas de la Magudo près de Vic-sur-Cère, environs de Murat, etc.), du crétacé du *Gard*, des formations récentes[1] de la *Martinique* et de la *Guadeloupe*, etc.

1. Ils sont associés à de belles opales jaspoïdes d'un rouge sanguin.

MALACON

$(Si,Zr)O^2$, n H^2O

Amorphe.

Parmi les produits de décomposition du zircon dont il a été question plus haut, il en est un, le malacon qui se rencontre dans quelques gisements français. C'est un minéral colloïde renfermant parfois des fragments intacts de zircon. Le malacon peut être considéré comme une sorte d'opale du zircon, mais toujours formée par décomposition de celui-ci.

Faciès. Le malacon possède la forme du zircon (fig. 1).

Dureté. 6,5.

Densité. 3,90 à 4,05, 4,047 (La Vilate).

Coloration et éclat. Gris, brun cannelle. Éclat vitreux, résineux ou terreux, poussière incolore ou rougeâtre. En lames minces, le malacon est translucide et présente une structure zonaire.

Composition chimique. Les analyses suivantes ont été faites par M. Damour sur le malacon de la Vilate (*A. C. P.* XXIV. 87. 1848).

SiO^2.....	31,23	30,87
ZrO^2.....	61,70	61,17
Fe^2O^3....	2,91	3,67
CaO.....	»	0,08
MnO	»	0,14
H^2O.....	3,29	3,09
	99,13	99,02

Essais pyrognostiques. Infusible; dans le tube, donne un peu d'eau avant calcination; est décomposé par l'acide sulfurique concentré et bouillant. Les autres réactions sont celles du zircon.

Diagnostic. Se distingue du zircon par l'eau qu'il renferme, par la facilité de son attaque par l'acide sulfurique; par sa monoréfringence; se différencie de la thorite par sa résistance à l'acide chlorhydrique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le malacon se forme aux dépens du zircon dans des roches granitiques; des minéraux analogues se rencontrent dans les syénites néphéli-

niques. Tous les gisements français du minéral se trouvent dans les premières de ces roches.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* C'est dans la carrière de la Vilate près Chanteloube (voir t. II, p. 80) qu'Alluaud a découvert les échantillons de malacon décrits par MM. Damour et Des Cloizeaux (*A. M.* XXIV. 87. 1848). Ce minéral forme de petites plaques d'un brun cannelle accolées à des cristaux de niobite ou enchevêtrées au milieu d'eux : elles ont rarement plus de 4^{mm} ; leur surface offre souvent des formes distinctes appartenant à des cristaux enchevêtrés dont les faces et les arêtes sont le plus généralement arrondies. La forme dominante est $b^{1/2}$ (111) avec de petites facettes h^1 (100) et a_3 (311) (fig. 1) : elle correspond donc aux types III du zircon. Les mesures sont difficiles par suite du mauvais état des faces.

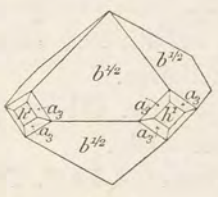


Fig. 1.
Malacon de la Vilate.

Le zircon intact ne se trouve pas en cristaux macroscopiques dans ce gisement.

J'ai observé le malacon en petits grains à cassure cireuse d'un jaune orangé dans la lépidolite de la carrière de la Chèze près Ambazac ; un cristal a pu être isolé et mesuré, il offre la forme $b^{1/2}$ (111), avec de petites facettes h^1 (100).

Corse. — J'ai rencontré dans la granulite à riebeckite du sentier allant d'Evisa à Ota (voir I, p. 696) des cristaux de malacon se montrant très zonés dans les lames minces.

GROUPE DU DIASPORE

Ce groupe renferme les minéraux suivants :

Diaspore	$AlO(OH) = Al^2O^3, H^2O$
Gœthite	$FeO(OH) = Fe^2O^3, H^2O$
Manganite . . .	$MnO(OH) = Mn^2O^3, H^2O$

Tous trois sont orthorhombiques et présentent des formes voisines.

DIASPORE

AlO (OH)

Orthorhombique : $m\,m = 93°43'$.

$b : h = 1000 : 440{,}608$. D $= 729{,}640$. $d = 683{,}833$.

$[a : b : c = 0{,}93722 : 1 : 0{,}60387$ (Kokscharoff)].

Formes et faciès. Le diaspore se trouve généralement en cristaux allongés suivant l'axe vertical et le plus souvent aplatis suivant g^1 (010). Dans l'unique gisement décrit plus loin, la forme des cristaux est indistincte ; ce minéral se présente le plus souvent en masses lamellaires.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait, net suivant h^3 (210). Cassure conchoïdale.

Dureté. 6,5 à 7. Très fragile.

Densité. 3,3 à 3,5.

Coloration et éclat. Coloration très variable. Incolore, blanc, gris, gris vert, jaune, brun violet, bleuâtre.

Éclat brillant, vitreux; sur les lames de clivage, éclat nacré. Transparent ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle au clivage g^1 (010), bissectrice aiguë *positive* (n_g) perpendiculaire à h^1 (100). Dispersion faible, avec $\rho < \nu$.

$$\begin{aligned} \mathbf{n}_g &= 1{,}750 \text{ (ML et Lx) Na} \\ \mathbf{n}_m &= 1{,}722 \\ \mathbf{n}_p &= 1{,}702 \\ \mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p &= 0{,}048 \\ 2V &= 84°20' \text{ (Dx) Na.} \end{aligned}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est faible dans les cristaux un peu épais.

Composition chimique. La formule AlO (OH) $= Al^2O^3, H^2O$ correspond à la composition :

Al^2O^3	85,0
H^2O.	15,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube décrépite et donne de petites écailles blanches opaques à éclat nacré; ne dégage de l'eau qu'à très haute température. Infusible au chalumeau, donne avec l'azotate de cobalt une coloration bleu foncé.

Inattaquable par les acides ; décomposé par l'acide sulfurique après calcination.

Diagnostic. De tous les minéraux lamelleux, le diaspore se distingue par sa résistance à l'action des acides, sa dureté, sa densité et les propriétés optiques de ses lames de clivage (notamment sa haute biréfringence et le parallélisme au plan des axes optiques).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le diaspore accompagne le corindon dans plusieurs de ses gisements et notamment dans ceux qui se trouvent au milieu des calcaires métamorphiques. On le trouve plus rarement dans des roches volcaniques associé à de l'alunite, dans les syénites néphéliniques et enfin dans les schistes cristallins ; c'est dans ces dernières roches qu'il existe en France.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* J'ai signalé (*B. S. M.* XII. 7. 1890) le diaspore dans les enclaves gneissiques des tufs de labradorite de Bournac, au N.-O. du Mézenc ; depuis lors, j'ai pu en étudier de nouveaux échantillons, grâce à l'obligeance de M. Vernière.

Le diaspore forme de petits cristaux atteignant 1mm,5 dans une leptynite grenatifère dont les blocs abondent au milieu des tufs volcaniques, notamment à l'Est du village (au pied du plateau coté 1178^{m} sur la carte d'État major). Ces enclaves de leptynites qui atteignent parfois 0^{m}50 de diamètre, ont une teneur en diaspore très variable. Ce sont des roches à grains fins, essentiellement formées de felspath (orthose, oligoclase) et de quartz, avec du grenat almandin rose clair ; celui-ci est très irrégulièrement distribué dans des lits parallèles. Des minéraux accessoires : diaspore, rutile aciculaire, graphite, sont généralement localisés dans quelques-uns d'entre eux et peuvent devenir très abondants. Quelques blocs très friables sont presque exclusivement composés par du grenat et du diaspore.

Le diaspore de Bournac constitue des cristaux sans formes nettes, allongés suivant l'axe vertical ; son clivage g^1 (010) éclatant se distingue nettement sur la cassure fraîche de la roche. La couleur du

minéral est d'un bleu très pâle ; des recherches attentives ne m'ont pas fait trouver de corindon dans cette leptynite qui, jusqu'à présent, n'a pas été rencontrée en place.

Les enclaves de leptynite englobées par la lave ont été fondues et le diaspore se rencontre parfois en cristaux décapés au milieu de la labradorite.

BAUXITE

Le nom de bauxite[1] a été donné à un hydrate d'alumine analysé par Berthier (*A. M.* VI. 531. 1821) et trouvé pour la première fois aux Baux près d'Arles. Depuis lors, cette substance a été rencontrée dans un grand nombre de gisements et elle a pris une valeur économique grâce à son emploi comme minerai d'aluminium.

La bauxite est considérée actuellement comme un minéral à composition définie auquel on attribue soit la formule $Al^2O^3, 2H^2O = Al^2O[OH]^4$, c'est-à-dire celle de la xanthosidérite, soit $Al^2O^3, H^2O = AlO[OH]$, c'est-à-dire celle du diaspore ; la composition d'une de ses variétés, la *wocheinite*, correspond à la formule de l'hydrargillite $Al^2O^3, 3H^2O = Al(OH)^3$, il en est de même pour une bauxite de la Guyane ; une proportion souvent considérable d'alumine peut être remplacée par du fer.

L'examen d'un très grand nombre d'analyses de bauxites françaises montre que ce minéral est très rarement pur. Quand il renferme son minimum d'impuretés, il se rapproche plus de la composition du diaspore que de toute autre. Mais dans le cas le plus général, il existe une quantité souvent considérable de silice, existant probablement à l'état de silicate d'alumine hydraté de composition inconnue, de telle sorte qu'il n'est pas possible de calculer la véritable formule du produit.

D'autre part, l'examen microscopique des bauxites françaises fait voir que ces substances sont absolument colloïdes. Aussi me semble-t-il difficile de considérer la bauxite comme un minéral défini, il est bien plus probable que les produits désignés sous ce nom sont constitués suivant les cas par divers hydroxydes d'alumine colloïdes, mélangés à des hydrates correspondants de fer et à diverses impuretés, argile, sable quartzeux, etc. C'est en réalité une véritable roche.

1. Berthier avait désigné le minéral sous le nom d'« *alumine hydratée des Beaux* ». Dufrénoy l'a appelé *beauxite* (*Minéral.* III. 799. 1837). L'orthographe correcte (*bauxite*) a été donnée par H. Sainte Claire Deville (*A. C. P.* LXI. 309. 1861).

Notons enfin qu'au point de vue chimique, la bauxite renferme une petite quantité de titane non individualisé sous forme minéralogique[1] et pouvant atteindre 4 %. H. Sainte Claire Deville y a signalé en outre des traces de vanadium (0,0009 de V^2O^5 dans la bauxite de Revest) et des traces de P^2O^5.

La bauxite a une valeur industrielle comme minerai d'aluminium, quand elle ne renferme pas trop d'impuretés (SiO^2 ou Fe^2O^3). Il en existe deux variétés commerciales, l'une blanche, l'autre rouge.

Les bauxites riches en fer passent à des minerais de fer en grains (limonite) sur lesquels des tentatives d'exploitation ont été faites ; les rognons ferrugineux de la latérite (voir p. 345) sont également exploités pour le même objet.

Formes et faciès. La bauxite constitue des masses compactes ou terreuses à faciès ordinairement argileux. Elle constitue aussi, surtout dans les variétés ferrifères, des pisolites parfois creux qui sont reliés entre eux par un ciment de même nature ou par de la calcite.

Des productions pisolitiques identiques se rencontrent dans la latérite, elles ont parfois comme ciment de l'hydrargillite (voir page 363).

Densité. 2,55 environ. La densité est nécessairement très variable suivant la teneur en fer et en impuretés.

Coloration et éclat. Rarement absolument blanche comme de la craie, ordinairement blanchâtre, grisâtre, rose et rouge de diverses nuances, rouge foncé dans les variétés ferrifères. Aspect terreux. Parfois éclat un peu résineux dans la cassure (Guyane).

Composition chimique. Comme confirmation de ce qui a été dit plus haut je donne ci-contre :

a) la composition du diaspore Al^2O^3,H^2O ; *b*) celle du composé $Al^2O^3,2H^2O$ et enfin diverses analyses de bauxites prises parmi les plus pures ; *c*) rouge de Villeveyrac (*Hérault*) par M. Augé ; *d*) blanche de Villeveyrac (*Hérault*) par M. Augé ; *e*) de Thovonet (*Var*) par le même (*B. S. G.* XVI. 345 1888) ; *f*) de Villeveyrac (*Hérault*) par le même (*B. S. G.* XVI. 345 1888) ; *g* et *h*) par Moitessier (in Collot *B. S. G.* XV. 331. 1887) ; *i*) d'Allauch par H. Sainte Claire Deville (*A. P. C.* LXI. 309. 1861), l'alumine renferme du TiO^2 ; *j*) du fer pisolitique alumineux du Paradou.

1. Deville a bien signalé un résidu de rutile et de corindon insoluble dans les acides ; mais je n'ai pas observé ces minéraux dans les échantillons titanifères que j'ai étudiés.

	a)	*b)*	*c)*	*d)*	*e)*	*f)*	*g)*	*h)*	*i)*	
Al^2O^3.....	85,0	73,9	65,00	66,50	69,30	76,90	78,10	43,20	55,40	18
Fe^2O^3.....	»	»	17,60	2,10	12,90	0,10	1,02	7,25	24,80	60
TiO^2.....	»	»	1,50	1,20	3.40	4,00	»	»	3,20	»
SiO^2.....	»	»	1,90	15,80	0,30	2,20	5,78	34,40	4,80	4
$CaCO^3$.....	»	»	»	»	»	»	»	»	0,20	»
H^2O.....	15,0	26,1	14,00	15,20	14,10	15,80	15,10	15,15	11,60	18
	100,0	100,0	100,00	100,80	100,00	99,00	100,00	100,00	100,00	100

Essais pyrognostiques. Dans le tube donne de l'eau ; les autres réactions sont celles du diaspore avec cependant les réactions du fer en plus. Attaquable par les alcalis.

Diagnostic. La bauxite se distingue des argiles en ce qu'elle ne se délaye pas et ne fait pas pâte avec l'eau et en ce que le résultat de son attaque par l'acide sulfurique, évaporé à sec et repris par de l'eau, ne laisse qu'un faible résidu insoluble de silice (dû à des impuretés) ; de plus elle est attaquée par les alcalis.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La bauxite forme de très vastes gisements pouvant en Provence se suivre sur plus de 40 kilomètres. De nombreuses discussions ont eu lieu sur l'âge et le mode de formation de la bauxite.

Au sujet de l'âge, M. Collot a établi (*B. S. G.* XV. 331. 1887) qu'en Provence la bauxite est intercalée entre les calcaires urgoniens et le cénomanien, occupant une lacune constituée par l'absence de l'aptien supérieur et de l'albien. A Villeveyrac (*Hérault*), elle se trouve sur les calcaires jurassiques supérieurs corrodés, elle est recouverte par l'albien. Dans l'Ariège, au Pech de Foix, on l'observe sur la dolomie jurassique et elle est recouverte par le calcaire à *Toucasia*. M. Collot a recueilli des galets de bauxite dans les couches superposées à la bauxite, celle-ci n'est donc pas postérieure au dépôt des couches.

Il est important de constater que partout où la bauxite a été rencontrée dans le Sud de la France, sa présence coïncide avec une lacune stratigraphique. Sa formation est contemporaine d'une période d'émersion.

Au sujet de l'origine de la bauxite, beaucoup d'auteurs ont admis une hypothèse hydrothermale (Coquand, *B. S. G.* XXVIII. 98. 1871), ou geysérienne (M. Augé). M. Stanislas Meunier notamment, frappé de l'association constante dans le midi de la France des calcaires et de la bauxite, regarde celle-ci comme produite par l'action sur les premiers

de sources riches en chlorure d'aluminium et de fer : la réaction donnerait d'une part des hydrates de ces métaux et d'une autre du chlorure de calcium enlevé grâce à sa grande solubilité.

Toute autre est l'explication de Dieulafait (*C. R.* XCIII. 804.1881). Il considère la bauxite comme produite par la décomposition de roches granitiques : elle représenterait la partie légère et facilement transportable produite par cette décomposition, alors que les éléments plus gros et intacts seraient restés à grande distance.

L'argument capital qui a été opposé autrefois à cette théorie, à savoir que la décomposition du granite donne des argiles et non des hydrates d'alumine, a perdu de sa portée depuis que l'on connaît la constitution de la *latérite*. On sait que ce nom est donné à la terre rouge qui, sous les climats tropicaux, prend naissance par la décomposition sur place des roches les plus diverses, granites, diorites, basaltes, gneiss, etc. Comme la bauxite, elle se présente tantôt sous une forme terreuse, tantôt sous une forme compacte ou pisolitique et contient de fréquentes concrétions ferrugineuses.

Il y a fort longtemps Berthier, dans sa première description de la bauxite, a comparé ce produit avec une latérite ferrugineuse du Fouta-Djalon. Tout récemment, M. Max Bauer a repris l'étude de la latérite des Seychelles (*N. J.* 163. 1898) et montré qu'elle est toujours constituée par un hydrate d'alumine et de fer, quelle que soit sa roche originelle ; elle est donc comparable à la bauxite. Quand on a soin d'éliminer les minéraux inattaqués (quartz, etc.), la composition de cet hydrate est celle de l'hydrargillite, mélangée parfois à du diaspore et toujours à des concrétions de limonite et d'hématite.

La possibilité de la formation de la bauxite par une simple décomposition atmosphérique, sans l'intervention nécessaire de phénomènes d'origine profonde, concorde bien avec les données géologiques, indiquant que les gisements de bauxite ont pris naissance dans des périodes d'émersion. Ils rapprochent le mode de formation de cette roche de celui des minerais de fer en grains auxquels elle passe si souvent.

Il reste, il est vrai, à trouver dans le midi de la France des restes de la roche originelle aux dépens de laquelle s'est formée la bauxite, mais cette difficulté n'existe pas, comme on le verra plus loin, pour les bauxites (latérites) d'Auvergne qui ont cependant servi autrefois d'arguments pour la défense de la théorie geysérienne.

Je m'occupe dans ce paragraphe des gisements de bauxite et de ceux de la latérite constitués par des produits colloïdes, et je renvoie à l'article *hydrargillite* pour les minéraux cristallisés que j'ai rencontrés dans quelques gisements de latérite.



Fig. 1.
Pisolites de bauxite englobés dans de grandes plages de calcite (structure pœcilitique) des Baux (*Bouches-du-Rhône*) (*Photographie réduite de moitié.*)

Je réserve le nom de *bauxite* (*stricto sensu*) aux roches du type de celles de le Provence et aux accidents très alumineux et souvent pisolitiques de la latérite.

J'emploie le mot de *latérite* dans son sens habituel, défini plus haut et je l'applique en outre aux roches de même composition, telles que celles du Puy-de-Dôme (altération de gneiss) et de la Hesse (altération de basaltes), dont on peut démontrer la formation aux dépens de roches silicatées en place.

a) *Bauxite.*

Les gisements français de bauxite qui sont ou ont été exploités comme minerai d'aluminium ou qui ont été seulement explorés se trouvent dans les Pyrénées, les Corbières et la Provence. Voici les principaux d'entre eux.

Pyrénées. — *Ariège.* Pereille, Payreau, Roquefixade, Le Pech de Foix (type ferrugineux avec beaux pisolites), Le Pech Saint-Sauveur, Coumetorte, Terrefort, Cadarcet, Coumeloup, Unjat, Suzan (beaux pisolites) Aillères, Clermont, La Barte, Loubersenac, Touron et Saint-Jean-de-Lescure (beaux pisolites ferrugineux), Tauregnan et le col de Bouich, etc.

Corbières. — *Hérault.* Villeneuve, Villeveyrac, (*analyses c, d* et *f*) Loupian, Balaruc, Cazouls, Pierrerac près Saint-Chinian, environs de Bédarieux (Braunhe et Boutegrosse), Argelliès, etc.

Provence. — *Bouches-du-Rhône.* Les Baux, Paradou, Fontvieille,

Maussanne, Aureilles, Eygalières et Orgon, Allauch près Marseille (*analyse i*). Aux Baux se rencontre une variété de bauxite ferrugineuse (30 °/° d'Al^2O^3) en pisolites bien calibrés, réunis par de grandes plages de calcite et constituant ainsi une belle structure pœcilitique représentée par la figure 1.

Var. Revest près Toulon, Le Luc, Thovonet, (*analyse e*) Cabasse, Vins, Brignoles, Rougiers, Mazaugues, Pourcieux, Ollières, Pourrières, le Val, Aups, Sillans, Ampas.

M. Augé m'a signalé l'existence, au milieu des bauxites rouges de ce département, de nids de bauxite blanche particulièrement pure et ayant la composition du diaspore (85 °/₀ d'alumine et 15 °/₀ d'eau.

Saintonge. — *Charente*. Au voisinage de Chasseneuil, entre les Quatre-Vents et le Petit-Madieu, Coquand a signalé (*Descr. géol. Charente*, II. 20. 1860) l'existence d'une bauxite rappelant celle des Baux ($Al^2O^2 = 49,00$, $Fe^2O^2 = 22,12$. $H^2O = 18,20$, quartz $= 10,68$). Elle est rouge et assez résistante pour former des moellons ; elle fait partie de la formation ferrugineuse dont il est question à *limonite*.

Berri. — *Cher*, *Indre*. On a vu plus haut que la bauxite des Baux passe à un véritable minerai de fer ; inversement certains minerais de fer en grains, et notamment ceux du Berri sont souvent riches en alumine, pouvant atteindre 23 °/₀, avec 11 °/₀ de silice, ce qui implique l'existence d'alumine libre et un passage à la bauxite.

b) *Latérite*.

J'ai examiné un assez grand nombre d'échantillons de latérite provenant de *Madagascar*, du *Sénégal*, du *Soudan*, du *Congo*. Ils se présentent sous la forme classique, tantôt en masses compactes et terreuses, rouges ou jaunes, tantôt en concrétions rouges, souvent pisolitiques et renfermant parfois (Guinée française) de petites poches de bauxite blanche, des rognons de limonite fibreuse. Dans quelques gisements, il existe aussi des roches à structure concrétionnée renfermant des enduits d'hydrargillite. Ces latérites sont parfois remaniées par les eaux : celles-ci classent les éléments non altérés et donnent des roches rappelant plus la bauxite que la latérite restée *in situ* qui montre parfois encore la structure de la roche originelle. (Pour les analyses de latérite de Madagascar, voir Müntz. *C. R.* CXXXII. 1203. 1901).

Guyane. — La latérite de la Guyane renferme assez fréquemment

comme accident une variété de bauxite rappelant celle de Provence. Elle consiste en pisolites, pressés les uns contre les autres et réunis par un ciment d'un rouge plus pâle ; ils ont une cassure un peu résineuse. La roche présente une grande dureté.

La bauxite a été signalée pour la première fois par M. Stanislas Meunier (*C. R.* LXXIV. 633, 1872) à la pointe du Diamant. M. Jannettaz a décrit depuis (*B. S. M.* 1. 70. 1878) une bauxite blanche, constituant des masses globulaires qui dépassent la grosseur du poing ; elles sont en partie pisolitiques et en partie compactes. Ces échantillons étaient accompagnés d'autres très ferrugineux, renfermant 68 °/₀ de fer et seulement 12 °/₀ d'alumine. Tous ces produits que j'ai examinés en lames minces sont colloïdes, mais renferment parfois dans leurs cavités de l'hydrargillite dont il sera question plus loin.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* La bauxite indiquée par M. Augé (*B. S. G.* XVI. 345. 1887) dans les environs de Madriat doit être tout à fait identifiée avec la bauxite. Elle s'observe notamment sur le pourtour du plateau basaltique d'Apchat, entre Saghat et Saint-Gervozy et autour du plateau basaltique de Mareuges, du Fromental, jusqu'à Bard, par Letz, Madriat, La Brugère. A l'inverse de ce qui a lieu pour les gisements de bauxite du Midi de la France, cette roche ne se trouve pas sur des calcaires, mais sur un substratum de gneiss, et ce fait a conduit M. Augé à combattre la théorie chimique de M. Stan. Meunier qui nécessite l'existence de calcaires. Il admet que la bauxite est le résultat d'une action geysérienne et il appuie sa théorie sur une soi-disante production de bauxite dans les geysers du Yellowstone Park. M. R. L. Packard, en rappelant cette observation (*Min. Ress. of the Unit. States.* 1898. 148), a fait remarquer que l'analogie supposée entre les geysers et la production de la bauxite repose sur une méprise, la bauxite n'existant point parmi les produits geysériens du Yellowstone Park. Il suggère la probabilité d'une origine analogue à celle de la bauxite de la Hesse, c'est-à-dire une production par l'altération des basaltes qui entourent le gisement de Madriat.

L'examen de la question me conduit à rejeter cette dernière opinion, tout comme la précédente. La latérite de Madriat, qui renferme 47 °/₀ d'alumine soluble dans les alcalis (essai fait par M. Bouhard), est une roche rouge poreuse, produite par l'altération sur place du gneiss qu'elle recouvre. Il est facile en effet de suivre au microscope tous les stades possibles d'altération, depuis le gneiss intact jusqu'à la roche

colloïde, ne renfermant plus, comme minéral ancien, que des grains de quartz non roulés. Il n'existe aucun produit néogène cristallisé. La silice éliminée des silicates s'est concentrée en rognons d'opale rouge.

L'existence au milieu de cette bauxite de poches et de filonnets d'alunite montre que des phénomènes solfatariens ont existé dans cette région, mais ils ne me semblent pas être la cause efficiente du phénomène de latéritisation, ils s'y sont seulement superposés. Quant au basalte, il n'est pour rien dans cette formation minérale.

Dans un travail en cours de publication, M. Giraud montre (*B. C. F.* XIII. 1902) que cette formation, là où elle n'a pas été remaniée par ruissellement superficiel, est recouverte par les argiles sableuses de l'oligocène, qui en renferment du reste (Letz) des galets : c'est là une nouvelle preuve de l'indépendance de cette bauxite et des basaltes.

GŒTHITE

FeO (OH)

Orthorhombique. $mm = 94°52'$.

$b : h = 1000 : 446{,}877$. D $= 736{,}448$. $d = 676{,}427$.
[$a : b : c = 0{,}9185 : 1 : 0{,}6068$. Phillipps].

Formes observées. m (110), g^1 (010), h^3 (210) ; e^1 (011) ; $b^{1/2}$ (111) ; $z = (b^{1/7}b^{1/3}g^{1/2})$ (252).

Les mesures suivantes ont été prises sur un cristal de Chaillac.

	Angles calculés.	mesurés.
mm	94°52′	
mh^3	162°6′	
$*h^3h^3$	130°40′	130°41′ Lx.
mg^1	132°34′	
$*e^1e^1$ sur p	117°30′	
e^1g^1	121°15′	
$mb^{1/2}$	131°53′30″	

	Angles calculés.	mesurés.
$b^{1/2}e^1$	150°32′30″	
$b^{1/2}b^{1/2}$ sur e^1	121°5′	
$g^1b^{1/2}$	116°51′	
$b^{1/2}b^{1/2}$ sur a^1	126°18′	
g^1z adj.	141°41′	
h^1z	109°59′	110°47′
zz	140°2′	139° env.

Faciès. Les cristaux de gœthite sont prismatiques suivant l'axe vertical et très striés parallèlement à celui-ci ; ils sont quelquefois

écailleux et alors aplatis suivant le clivage g^1 (010), plus rarement suivant h^1 (100) : ce minéral se présente aussi en masses fibreuses, fibrolamellaires ou compactes.

Le nom d'*onégite* a été donné à une gœthite très aciculaire engagée dans des cristaux de quartz. (Voir page 390, *lépidocrocite*.)

Clivages. Clivages, parfait suivant g^1 (010), difficile suivant h^1 (100) Cassure inégale.

Dureté. 5 à 5,5. Fragile.

Densité. 4 à 4,4.

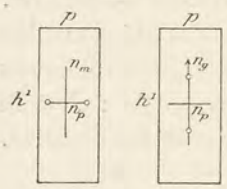


Fig. 1 et 2.
Plan des axes optiques parallèle à p (001) (rayons jaunes et verts). (fig. 1), à h^1 (100) (rayons rouges).

Coloration. Les cristaux épais sont noirs, à éclat adamantin, les autres variétés ont des couleurs variées ; les fibres ont quelquefois un éclat velouté. Poussière jaune à jaune d'ocre. Translucide en lames minces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001), pour le jaune et le vert, parallèle à h^1 (100) pour le rouge. Bissectrice aigue *négative*[1] (n_p), perpendiculaire au clivage g^1 (010). Dispersion intense $\rho < v$, rappelant celle de la brookite, mais de sens inverse.

	rouge	vert	jaune	
2 E =	58°31′	67°42′	36°46′	(Pelikan).

N = 2,5 environ. $n_g - n_p = 0{,}134$ (Pelikan)

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense : $n_m > n_p > n_g$.

c = jaune orangé clair
a = brun
b = jaune brunâtre.

Composition chimique. La formule FeO (OH) ou Fe^2O^3,H^2O correspond à la composition *a*. Il existe souvent une petite quantité de manganèse, des traces d'acide phosphorique ; *b*. Analyse de la gœthite de Rancié, par Dufrénoy (*Minér.* II. 584. 1856).

	a)[2]	*b*)
Fe^2O^3.....	89,9	89,40
H^2O.....	10,1	9,10
SiO^2:.....	»	1,20
	100,00	99,70

1. Dans les *Minéraux des roches*, nous avons inexactement indiqué, d'après Palla, la bissectrice comme étant positive.

2. Fe = 62,9.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau en se transformant en Fe^2O^3 rouge. Pour les autres réactions, voir à *hématite.* Donne parfois les réactions de l'acide phosphorique. Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Voir à *limonite* et à *hématite.*

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La gœthite se rencontre dans les gisements des autres oxydes de fer et tout particulièrement dans ceux de la limonite et de l'hématite.

1° *Dans les gisements ferrugineux.*

Pyrénées. — *Ariège.* La gœthite a été signalée par Dufrénoy dans la mine de limonite de Rancié (Voir à *lépidocrocite*).

Plateau Central. — *Tarn.* J'ai observé des cristaux de gœthite tapissant des géodes de limonite d'Alban le Fraysse, ils sont trop petits pour pouvoir être mesurés avec précision ; les formes $b^{1/2}$ (111), e^1 (011), m (110) et g^1 (010) sont cependant parfois distinctes.

Des houppes noires de gœthite se trouvent à la surface du quartz de la mine de galène de Peyrebrune près Réalmont.

Berri. — *Indre.* J'ai étudié un très bel échantillon de gœthite provenant de La Forêt Chenier à Chaillac que m'a procuré M. Stuer. Il est constitué par un groupe divergeant de cristaux fibrolamellaires de 3 cm. 5 de longueur ; il est implanté sur une géode de cristaux de quartz reposant eux-mêmes sur un calcaire. Les aiguilles se terminent à l'intérieur de la géode par quelques pointements aciculaires rappelant par leur forme les cristaux d'acmite de Norvège. Tous ces cristaux sont aplatis suivant h^1 (010), présentent le prisme h^3 très brillant et sont terminés par une pyramide qui paraît être z (252).

Dauphiné. — *Isère.* Les couches de limonite de la Verpillière ont fourni de beaux échantillons de gœthite en aiguilles bacillaires de 3 centimètres de longueur ou en lames associées à des cristaux de quartz et de calcite : ils se rencontrent dans les cloisons d'ammonites.

Vosges — [*Alsace*]. La gœthite cristallisée a été signalée dans les gisements d'hématite de Framont.

2° *En inclusions dans des cristaux de quartz.*

Les cristaux de quartz des gisements les plus divers (filons métalli-

fères, roches sédimentaires, etc.) renferment assez souvent des inclusions microscopiques ou macroscopiques de gœthite dont les lames ou les aiguilles d'un jaune brun sont parfois extrêmement jolies et tout à fait identiques à l'*onégite* du lac Onéga.

Dordogne. Dans l'améthyste de Saint-Martin de Fressingeas (Michel : *B. S. M.* XV. 195. 1892).

Isère. Dans le quartz hyalin des filons de sidérite d'Allevard.

Gard. Des lames de gœthite se trouvent dans ou sur les cristaux de quartz du trias d'Alzon que m'a communiqués M. de Brun.

MANGANITE

(*ACERDÈSE* [1])

MnO(OH)

Orthorhombique. $m\,m = 99°40'$.

$b : h = 1000 : 416{,}353$. D. 764,174. $d = 645{,}029$.

$[a : b : c = 0{,}84407 : 1 : 0{,}54484$ (Haidinger)].

Formes observées, p (001) ; m (110), h^1 (100), h^3 (210), g^3 (120) ; $a^{5/2}$ (205) ; $b^{1/2}$ (111).

Macles. Macles suivant e^1 (011) produites par entrecroisement ou par contact ; dans ce dernier cas, elles sont souvent plusieurs fois répétées et s'effectuent suivant l'une ou l'autre des faces e^1, de façon à donner des groupements rappelant ceux du rutile.

J'ai mesuré les angles suivants sur les cristaux d'Adervielle.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
*mm	99°40′	
mh^1	139°50′	
mg^1	131°40′	
g^1h^3	112°53′	113°9′ Lx
h^3h^3 (sur g^1)	134°14′	
h^1g^3	149°21′30″	
*e^1 e	121°50′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$pa^{5/2}$	165°31′30″	165°38′ Lx
$a^{5/2}a^{5/2}$ sur p	151°3′	151°16′ Lx
$pb^{1/2}$	139°49′	
pm	90°	
$b^{1/2}b^{1/2}$ sur p	99°38′	
$b^{1/2}b^{1/2}$ sur a^1	130°48′30″	
$b^{1/2}b^{5/2}$ côté	120°54′30″	

1. Je reviens au nom de *manganite* proposé par Haidinger en 1827, et adopté à l'étranger, au lieu de celui d'*acerdèse* que Beudant n'a employé qu'en 1832.

Faciès des cristaux. Les faces de la zone verticale sont très striées parallèlement à leurs intersections mutuelles ; les cristaux sont souvent groupés en grand nombre à axes parallèles ou réunis sous forme de gerbes, de buisson ; ils constituent aussi des masses columnaires fibreuses, grenues, stalactiformes.

Clivages. Clivages parfaits suivant g^1 (010) et m (110). Cassure irrégulière.

Dureté. 4. Fragile.

Densité. 4,2 à 4,4.

Coloration et éclat. Noir de fer à noir gris d'acier. Éclat presque métallique. Poussière brun rougeâtre, inclinant vers le noir. Opaque, sauf en lames très minces qui, vues à travers g^1, se montrent brunes.

Propriétés optiques. En étudiant des lames de clivage obtenues par choc et ayant moins d'un centième de millimètre d'épaisseur, j'ai pu constater des propriétés optiques semblables à celles de la gœthite ; Plan des axes optiques parallèles à p (001), bissectrice aiguë négative (n_p) perpendiculaire au clivage g^1 (010). Dispersion très forte, $\rho > \nu$. 2 E est petit. Les plages sont de trop faible dimension pour se prêter à une mesure précise. La biréfringence est élevée.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net, mais difficile à préciser, les lames orientées étant toujours parallèles au clivage g^1 et par suite peu pléochroïques ; il semble que le pléochroïsme suive la même loi que dans la gœthite avec prédominance de la couleur brune.

Composition chimique. La formule MnO(OH) ou Mn^2O^3, H^2O correspond à la composition suivante :

Mn.....	62,4
O.....	27,3
H^2O.....	10,3
	100,0

1. Thomson a décrit (*Outlines Mineralogy*. I. 509. 1836) sous le nom de *newkirchite* un minéral ayant les caractères extérieurs de la manganite (densité 3,824), mais renfermant d'après une analyse de Muir : MnO^2 56,30, Fe^2O^3 40,35, H^2O 6,70 = 103.35 : le minéral recouvrait une psilomélane. Je n'ai pu trouver la place en Alsace du Neukirchen d'où proviendrait ce minéral qui me paraît être un mélange physique de manganite et d'un oxyde de fer, plutôt qu'un mélange isomorphe en partie déshydraté de manganite et de gœthite. Tous les échantillons que j'ai vus dans les collections sous ce nom sont constitués par de la manganite normale.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau ; calcinée au contact de l'air, se transforme en MnO^2 (polianite) ; pour les autres propriétés, voir à *polianite.*

Altérations. La manganite se déshydrate fréquemment sans perdre ni sa forme, ni l'éclat de ses faces ; elle se transforme alors en MnO^2 ; on a vu page 235 que ces pseudomorphoses sont désignées sous le nom de *pyrolusite.*

Diagnostic. Parmi les minerais de manganèse, la manganite se distingue par sa forme cristalline, son clivage facile, la fréquence des agrégats fibreux ou des lamelles qu'elle constitue, la couleur de sa poussière quand elle n'est pas transformée en pyrolusite. La couleur et le dégagement de chlore par l'action de l'acide chlorhydrique et les réactions du manganèse ne permettent pas de confondre la manganite avec la gœthite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La manganite est un minéral abondant, qui cependant se rencontre assez rarement en grandes masses. Elle est, dans la plupart des gisements français qui vont être décrits, plus ou moins complètement déshydratée (*pyrolusite*) et transformée en polianite.

Je la considérerai successivement :

1° Dans les gisements métallifères.

2° Dans les roches sédimentaires.

1° *Dans les gisements métallifères.*

a) *Dans les gites exclusivement manganésifères.*

La manganite constitue à elle seule quelques filons où elle semble être le minéral primordial, mais elle résulte le plus souvent de la décomposition d'autres minéraux manganésifères moins oxydés, dialogite ou rhodonite.

J'ai joint à ces filons quelques gisements sur l'origine desquels je n'ai pas de documents suffisants et qui ne sont peut-être pas d'origine filonienne.

La manganite est parfois accompagnée de psilomélane compacte ou terreuse.

Bretagne. — *Morbihan.* Je n'ai pas de renseignements précis sur les conditions de gisements de la manganite qui remplit les fentes des micaschistes au Bec Melen à l'île de Groix. Elle constitue des masses

concrétionnées, tuberculeuses, hérissées de petits cristaux brillants, mais indéterminables. Ces cristaux sont presque complètement déshydratés (pyrolusite) et ont une poussière noire.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. La manganite en partie déshydratée abonde aux affleurements des gites manganésifères silicatés et carbonatés des vallées du Louron et d'Aure. Elle se présente le plus souvent sous forme de masses terreuses, sillonnées de filets à éclat métallique. J'ai cependant observé de petits cristaux distincts à la mine de Nabias à Adervielle ; ils tapissent des géodes au milieu du même minéral à structure terreuse. Il existe deux types de cristaux se trouvant dans des géodes distinctes. Les premiers, en individus de 0 cm. 5, offrent les formes h^3 (210), g^1 (010) et p (fig. 1) ; les faces g^1 sont parfois très petites, les faces h^3 striées verticalement.

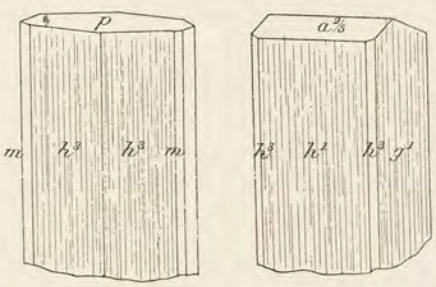


Fig. 1 et 2.
Manganite de la mine de Nabias.

Les cristaux du second type sont aplatis suivant h^1 (100) ; cette face est très cannelée verticalement et accompagnée de g^1 et de h^3 ; les cristaux sont terminés par de très petites faces brillantes $a^{5/2}$ (205) (fig. 2) et parfois p (001). Le plus souvent les cristaux de ce type ne présentent pas de terminaison distincte, ils sont arrondis et groupés en grand nombre pour constituer des croûtes fibreuses. Ces cristaux sont extrêmement fragiles et difficiles à isoler, à cause de la grande facilité du clivage g^1, perpendiculaire à leur aplatissement.

Ariège. Les parties superficielles du gisement de dialogite de las Cabesses près Riverenert (voir à *dialogite*) renferment des oxydes de manganèse qui sont ou bien de la manganite, ou bien de la pyrolusite résultant de la déshydratation de celle-ci. Parmi les échantillons que j'ai étudiés se trouvent des masses stalactiformes à structure fibro-lamellaire. Les cavités de celles-ci sont parfois hérissées de lames cristallines. Elles sont très aplaties, tranchantes, à contours arrondis, très fragiles. Leur détermination cristallographique est impossible, elles sont aplaties suivant h^1 (100) et ressemblent beaucoup aux échantillons qui, depuis quelque temps, se trouvent dans les mines de Negaunee dans le Michigan.

J'ai recueilli de petites masses cristallines fibreuses ou sphérolitiques de manganite dans le calcaire jurassique de la montée de Caussou entre le bois du Fajou et le signal de Caussou. Des recherches infructueuses ont été faites sur ce gisement qui se trouve à proximité de la lherzolite.

Corbières. — *Aude*. La mine de la Ferronnière près Arques fournit une manganite en partie déshydratée et même de la pyrolusite typique. Ces minéraux forment des masses concrétionnées à clivages fibro-lamellaires ; il est souvent possible d'en détacher les zones successives, les unes assez dures, les autres tendres, à poussière très noire, mais possédant les unes et les autres un éclat métallique très vif.

Des masses mamelonnées de manganite ont été signalées à Davejean.

Vosges. — [*Alsace*]. Les fentes des grès bigarrés de Soulz-les-Bains près Strasbourg ont fourni des agrégats de petits cristaux d'un noir bleuâtre de manganite plus ou moins transformée en pyrolusite; ils sont très fragiles et se mettent en miettes sous la simple pression du doigt. Ce minéral est associé à de la psilomélane. Il existe dans les mêmes conditions à la base du Dreyspitze près de Greisswiller, ainsi qu'à Vieux-Thann, Bergheim, Westhalten, etc. (Voir la note page 353 concernant la *newkirchite*.)

Vosges. La collection du Muséum possède un bel échantillon indiqué comme provenant des environs de Saint-Dié et faisant partie de la collection Gillet de Laumont qui date du commencement du siècle dernier. Il est constitué par de gros cristaux cannelés et basés de manganite, associés à de la barytine ; c'est un fragment d'un nodule arrondi dépourvu de gangue, il ressemble d'une façon frappante à la manganite d'Ilefeld. Si l'indication portée sur l'étiquette est exacte, ce minéral provient sans doute de Laveline où il existe de la psilomélane.

Algérie. — *Constantine*. Des veinules de manganite en partie déshydratée se rencontrent à Gastu, à l'Est de Jemmapes, dans les schistes liguriens, à Kef-el-Aguel (au N.-N.-O. de Souk-Ahras) dans les calcaires sénoniens et enfin à la Voile Noire, au Nord-Ouest de Bône, dans les gneiss; ces gisements ne paraissent pas avoir d'importance économique.

b) *Dans des gisements métallifères divers et en particulier dans les gisements ferrifères.*

Les gisements de manganite, de beaucoup les plus nombreux sont

les filons ferrifères oxydés résultant de la transformation de carbonates. La sidérite renferme très fréquemment, comme on le verra plus loin, du manganèse en proportion plus ou moins grande; celui-ci s'isole, sous forme de manganite, au moment de la transformation de la sidérite en limonite. De l'examen que j'ai fait d'un très grand nombre de minerais de fer manganésés, il résulte pour moi la conviction que le manganèse n'y existe pas, au moins dans la plus grande partie d'entre eux, à l'état de mélange isomorphe avec le fer dans la limonite, mais qu'il constitue de la manganite mélangée physiquement à ce minéral. Ce mélange est parfois microscopique, mais il est fort souvent facilement étudiable à l'œil nu, surtout dans les échantillons de limonite concrétionnée. D'ordinaire, on voit la limonite fibreuse implantée dans les fentes de la limonite compacte ou caverneuse et séparée d'elle par une zone de manganite à éclat métallique; les stalactites de limonite ont souvent un axe de manganite. Il n'est pas rare de rencontrer des alternances des zones de limonite et de manganite, enfin celle-ci constitue souvent aussi à la surface externe de la limonite une croûte vernissée brillante ou enfin des houppes de cristaux distincts qui viennent tapisser l'intérieur des géodes.

La manganite forme aussi dans les mêmes gisements des amas ou des filonnets indépendants, atteignant quelquefois une notable épaisseur; elle est souvent associée à de la psilomélane.

Le fait que la manganite provient bien de la sidérite est attesté non seulement par la fréquence de ce minéral dans les gîtes de fer originellement constitués par des carbonates, mais encore par son absence (au moins dans les gisements français) dans les filons de limonite résultant exclusivement de l'oxydation de sulfures.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. La manganite a été trouvée autrefois dans les filons de sidérite et de panabase de Baigorry.

Ariège. La manganite plus ou moins transformée en pyrolusite se rencontre fréquemment dans la mine d'hématite de Rancié; elle s'y trouve soit intimement mélangée à la limonite, soit en filonnets ou en géodes indépendantes; les cristaux sont très lamelleux, aplatis suivant h^1 (100); leurs arêtes sont courbes et ne se prêtent pas à des mesures précises.

Pyrénées-Orientales. La manganite se présente dans les mines de fer du Canigou sous les mêmes formes qu'à Rancié (mines de Casteil, de Fillol, de Thuès); dans la concession de Fillol on a trouvé des

masses fibrolamellaires de manganite rappelant celles d'Ilefeld, elles se trouvent parfois comprises entre une gangue de limonite fibreuse et une cavité tapissée de calcite.

A Corneilla de Conflent, la manganite se trouve dans les calcaires dévoniens (griotte) en masses terreuses traversées par des veinules du même minéral à éclat métallique.

Plateau Central. — *Tarn*. De fort beaux échantillons de manganite se trouvent dans les gîtes de limonite de las Costes près Alban-le-Fraysse. Ce minéral forme des nodules concrétionnés fibro-lamellaires plutôt que fibreux ; dans des géodes se rencontrent parfois des cristaux nets présentant dans la zone verticale des faces m, h^1, g^4, h^3, cannelées, mais brillantes. Ces cristaux sont basés, ils ont une structure polysynthétique, leur pointement est formé par l'extrémité irrégulière des nombreux individus constituant l'assemblage.

Le même minéral forme des masses grenues ou lamellaires dans la psilomélane au roc Saint-Michel près du Fraysse.

La collection du Muséum possède un échantillon de quartz ferrugineux dans les géodes duquel se trouvent de beaux cristaux basés de manganite rappelant ceux d'Ilefed et provenant de Pomarède-en-Pont-de-Larn, près Mazamet.

Ardèche. La manganite a été signalée dans les gisements ferrifères de la Voulte.

Vosges. — [*Alsace*.] La manganite terreuse à éclat métallique plus ou moins déshydratée a été trouvée autrefois à Framont (Noire-Maison) ; on l'a signalée aussi en petites écailles nacrées à Sainte-Marie-aux-Mines (mines des Trois Rois et de Fluss Grube).

Alpes. — *Isère*. Les filons de sidérite de la région d'Allevard contiennent de la manganite, je n'ai vu aucun cristal déterminable dans les échantillons provenant de cette région.

Algérie. — *Oran*. La manganite se rencontre dans les gîtes de limonite du Djebel Bou-Kerou et de Bab-M'teurba (Rar-el-Maden près de Nemours). Dans ce dernier gisement, elle forme de jolies houppes de lames, non déterminables au point de vue cristallographique, dans l'intérieur de grandes géodes de limonite : cette limonite est elle-même mélangée de manganite fibrolamellaire.

Constantine. Je signalerai la manganite dans les limonites de

Mesallas à l'Ouest de Philippeville, du Djebel Soud au N.-N.-O. d'Aïn Beida, dans l'hématite de Tartara à l'Est de Guelma.

Enfin les mines de magnétite d'Aïn Mokra (Mokta-el-Hadid) ont fourni parfois des tubes creux à forme bizarre, entièrement formés de manganite parfois translucide en lames minces ; pas plus que dans les gisements similaires des Pyrénées, je n'ai pu y trouver de cristaux mesurables.

2° *Dans les roches sédimentaires.*

Les dendrites manganésifères qui s'observent dans les fentes de presque toutes les roches sont attribuées par la plupart des auteurs à la manganite. Je ne pense pas toutefois que cette opinion doive être acceptée sans les plus expresses réserves. Dans aucun des nombreux échantillons des gisements les plus divers que j'ai examinés, il ne m'a été possible de trouver d'évidence des formes cristallines à rapporter à celles de la manganite ; de plus, ces dendrites renferment fréquemment des quantités notables de fer, des traces de cobalt, parfois de baryum et il est bien plus probable qu'elles sont constituées par des manganites complexes du groupe de la psilomélane. La question peut du reste être presque démontrée par l'étude du gypse ludien de Paris. On y trouve en effet des dendrites, parfois associées à de petits nodules manganésifères ; ceux-ci sont formés non par de la manganite, mais par de la psilomélane. Je dis presque démontrée, parce que les deux minéraux coexistent parfois dans d'autres gisements, mais ici il paraît impossible d'établir de distinction entre les dendrites et leurs renflements.

La seule démonstration définitive devrait consister dans une analyse quantitative rigoureuse de ces dendrites, elles sont si minces qu'il ne faut pas y songer.

Maine. — *Mayenne*. Je dois à l'obligeance de M. Œhlert des échantillons de manganite provenant de la Gandonnière près Laval ; ce sont des nodules finement grenus renfermant des parties fibro-lamellaires à éléments plus gros, souvent disposés à la périphérie des blocs. Ce minerai se rencontre au milieu d'une terre manganésifère remplissant des poches du calcaire carbonifère dont les assises sont presque verticales ; il est en partie déshydraté (pyrolusite). L'origine de ce minerai n'est probablement pas filonienne.

3° *Gisements incertains.*

Périgord. — *Dordogne.* J'ai vu dans plusieurs collections des échantillons de manganite portant la mention « Périgueux ». On sait que dans le commerce les minerais de manganèse des environs de Nontron et de Confolens ont été autrefois désignés sous le nom de minerais de Périgueux[1]. Il est donc possible que les échantillons en question proviennent de l'un de ces gisements, cependant tous les minéraux manganésifère de cette région, de provenance certaine, que j'ai pu étudier, sont constitués par de la *psilomélane.*

LÉPIDOCROCITE

Von Kobell a proposé de réunir, sous le nom de gœthite, les divers hydroxydes de fer cristallisés et il a été suivi par tous les minéralogistes. En étudiant les propriétés optiques de ces minéraux, j'ai constaté que les lamelles rouges de la région de Siegen, désignées sous le nom de *rubinglimmer* et les écailles rouges en groupes palmés, appelées *lépidocrocite*, possèdent des propriétés optiques différentes de celles de la gœthite, telles qu'elles sont exposées plus haut. On peut remarquer d'autre part que les analyses du rubinglimmer et de la lépidocrocite montrent en général une teneur en eau supérieure à celle exigée par la formule de la gœthite. Il me semble donc légitime de réunir tous ces minéraux en une espèce distincte que je désignerai sous le vieux nom de *lépidocrocite.* L'application des strictes règles de la nomenclature conduirait à réserver le nom de gœthite pour ces minéraux, car c'est pour la variété rubinglimmer d'Eiserfeld que Lenz, en 1806, a créé le nom de *gœthite* ; mais celui-ci est si universellement adopté aujourd'hui par tout le monde pour désigner le composé FeO(OH), dont les cristaux du Cornwall présentent les propriétés caractéristiques, qu'il me semble préférable de ne pas le détourner de son sens actuel.

1. Dans un lot de minéraux de la collection de Vibraye acheté par le Muséum, se trouve un échantillon de manganite cristallisée, avec l'indication suivante de localité : Mirambeau entre Saintes et Blaye. Cette indication est des plus douteuses, Mirambeau (*Charente-Inférieure*) se trouve dans des calcaires sédimentaires où à ma connaissance il n'a pas été rencontré de minerai de manganèse.

Orthorhombique. Formes voisines de la gœthite.

Faciès. Les cristaux d'Eiserfeld se présentent sous forme de petites écailles micacées suivant g^1 (010), bordées par les faces h^1 (100) ou m (110), $a^{1/4}$ (401) (arrondies) et $e^{1/4}$ (041). Cette variété n'existe pas en France, où ne se trouve que la lépidocrocite, fibreuse ou constituant des agrégats à structure palmée qui rappellent ceux de la muscovite palmée.

Clivages. Clivage micacé suivant g^1 (010) et clivages moins faciles suivant p (001) et h^1 (100).

Densité. 3.55 à 3.63.

Coloration et éclat. Rouge-sang, rouge cochenille, brun rouge. Poussière brun rouge. Éclat adamantin ou métallique.

Propriétés optiques. Les propriétés optiques se rapprochent beaucoup de celles de la limonite, pour se différencier nettement de celles de la gœthite. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë, négative, normale au clivage g^1 (010), avec très grand écartement des axes optiques, sans dispersion anormale.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est plus intense que celui de la limonite : il se produit dans les teintes suivantes, qui se distinguent nettement de celles de la limonite quand les deux minéraux sont associés. Dans les lames un peu épaisses, on observe

$\mathbf{n}_g$ = jaune brun.
$\mathbf{n}_m$ = jaune orangé.
$\mathbf{n}_p$ = jaune clair.

avec $n_g > n_m > n_p$. Le maximum d'absorption a lieu suivant l'allongement des cristaux (différence avec la gœthite et la limonite).

Composition chimique. Le tableau suivant donne la composition centésimale correspondant aux hydrates :

a) Fe^2O^3, H^2O (gœthite) ; *b*) $5Fe^2O^3$, $6H^2O$; *c*) $4Fe^2O^3$, $5H^2O$; *d*) $3Fe^2O^3$, $4H^2O$; *e*) $2Fe^2O^3$, $3H^2O$ (limonite).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)
Fe^2O^3.....	89,9	88,1	87,67	86,96	85,56
H^2O.....	10,1	11,9	12,33	13,04	14,44

Les analyses du *rubinglimmer* de Siegen et de la lépidocrocite publiées par von Kobell, Rammelsberg (*Miner. Chem.*) indiquent des teneurs en eau oscillant entre 11,35 et 12,68. Ces deux extrêmes cor-

respondent par conséquent aux deux analyses *b* et *c* données ci-dessus. Rammelsberg a expliqué ces différences avec la composition théorique de la gœthite par des mélanges de gœthite et de limonite. L'étude des propriétés optiques ne permet pas d'admettre cette hypothèse et il est évident qu'il existe là une espèce minérale distincte; on ne peut guère en effet, considérer ces minéraux si transparents et à propriétés si constantes comme des limonites en partie déshydratées.

Je n'ai pas à ma disposition de matériaux, provenant de gisements français, assez dépourvus de mélange avec de la limonite pour qu'il soit possible d'en faire une analyse permettant de décider entre ces deux formules, mais j'ai pu purifier environ 0 gr. 5 de lamelles du rubinglimmer d'Eiserfeld. Mon collègue, M. Maquenne, a bien voulu y doser l'eau d'une façon précise et a obtenu 11 °/₀ d'eau recueillie, ce qui rapprocherait la composition de celle de la gœthite : de nouvelles analyses du minéral seraient désirables.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La lépidocrocite se rencontre comme la gœthite dans des gisements ferrifères où elle accompagne toujours la limonite.

Maine. — *Mayenne.* La lépidocrocite sous forme de paillettes rouges, palmées, est associée à la limonite de Saint-Pierre-la-Cour.

Pyrénées. — *Ariège.* La lépidocrocite abonde dans la limonite de la mine de Rancié en Sem, près Vicdessos; elle y constitue de petites masses ou des lits alternant avec ceux de limonite; elle possède dans les échantillons que j'ai recueillis une belle couleur rouge métal lique et la structure palmée typique.

Pyrénées-Orientales. La lépidocrocite se trouve mélangée à la limonite des mines du Canigou sous la même forme qu'à Rancié.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* La lépidocrocite a été trouvée dans la mine de limonite de Chizeuil en Chalmoux sous des formes variées que j'ai signalées autrefois (*B. S. M.* VIII. 41. 1885) en la décrivant sous le nom de gœthite. Elle y constitue des croûtes fibreuses d'un beau rouge à éclat cuivreux ou jaune vif (avec zones successives de teintes un peu différentes) de 2 ou 3 cm. d'épaisseur. On la trouve aussi sous forme concrétionnée un peu coralloïde dont les sections montrent une structure finement fibreuse et une coloration très diffé-

rente de celle de la limonite brune du même gisement. C'est sur cette variété que sont implantés les cristaux de barytine de la variété *volnyne* décrits plus loin.

HYDRARGILLITE

$Al(OH)^3$

Monoclinique $mm = 60°50'$.

$b : h = 1000 : 968{,}890$. D $= 505{,}055$ $d = 863{,}089$.

$[a : b : c = 1{,}70890 : 1 : 1{,}91843$ (Brögger). $xy = 85°26'.]$

Formes observées. p (001), h^1 (100) m (110).

Macles. De nombreuses macles ont été signalées dans l'hydrargillite.

1° Macles suivant p (001).

2° Macles fort communes suivant un plan normal à p, faisant un angle de $119°9'30''$ avec l'arête $p\ h^1$ et de $0°31'30''$ avec l'arête $p\ m$ (Brögger) ; les faces p et $\bar{p}$ coïncident, la zone $p\ m$ de l'un des cristaux coïncide avec la zone $p\ h^1$ de l'autre.

3° Macles plus rares suivant m $(10\bar{1}0)$ $(c\bar{c} = 175°26')$ et suivant h^1 (100) $(c\bar{c} = 171°58')$.

Ces macles se combinent entre elles à la façon des macles de la péricline et de l'albite des plagioclases.

Faciès. L'hydrargillite forme rarement des cristaux distincts qui du reste n'existent pas dans les gisements décrits plus loin ; ce sont le plus souvent de petites lamelles hexagonales microscopiques. Elle constitue aussi des concrétions, des stalactites ou des enduits à structure fibro-lamellaire ; elle épigénise des feldspaths qui conservent les formes ordinaires.

Clivages. Clivage micacé suivant p (001), donnant des lames un peu flexibles ; figures de percussion semblables à celles des micas, produisant des stries perpendiculaires aux côtés de l'hexagone.

Dureté. 2,5 à 3,5 2,397 (Nouvelle-Calédonie).

Densité. 2,3 à 2,4.

Coloration et éclat. Blanche, grise, verte, jaune rougeâtre; parfois colorée en rouge par mélange avec des oxydes de fer. Éclat nacré sur les lames de clivage p (001), vitreux sur les autres faces. Aspect terreux dans quelques variétés [1]. Transparente, translucide ou opaque.

Propriétés optiques. Les propriétés optiques sont variables avec les gisements. La bissectrice est *positive*. Le plan des axes est perpendiculaire à g^1 (010) à la température ordinaire, n_p coïncide avec l'orthodiagonale, n_g fait dans g^1 (010) un angle de 58°34′ avec la trace de p (rouge) $\rho > v$. Des Cloizeaux a montré les variations apportées dans ces propriétés par la chaleur ; n_g reste dans g^1, mais à partir de 56°C, le plan des axes optiques devient parallèle à g^1, avec $\rho > v$. A 26°5, le minéral est uniaxe pour les rayons bleus. Dans quelques cristaux, le plan des axes optiques est, à la température ordinaire, parallèle à g^1.

Les cristaux de Norwège sont sensiblement uniaxes. n_g fait avec l'axe vertical un angle de 69° dans l'angle obtus de $p\ h^1$ (Brögger).

M. Brögger a donné les indices suivants pour l'hydrargillite de Norvège

$$\mathbf{n}_g = 1{,}55769$$
$$\mathbf{n}_m = \mathbf{n}_p = 1{,}53476$$

La biréfringence que l'on déduit de ce nombre est $n_g - n_p = 0{,}02298$. Les mesures directes que nous avons faites, M. Michel Lévy et moi sur l'hydrargillite du Brésil donnent une valeur plus faible 0,019.

Composition chimique. La formule $Al(OH)^3 = Al^2O^3,3H^2O$ correspond à la composition *a*). *b*) analyse de l'hydrargillite terreuse (bauxite) de la crique Boulanger par Jannettaz (*B. S. M.* I. 70. 1878).

	a)	*b*)
Al^2O^3.....	65,4	64,4
Fe^2O^3.....	»	1,5
MgO.....	»	1,0
H^2O	34,6	33,5
	100,0	100,4

Essais pyrognostiques. Le minéral donne de l'eau dans le tube en devenant opaque et blanc. Infusible au chalumeau. Donne avec la solution de cobalt la couleur bleue de l'alumine. Soluble dans l'acide sulfurique.

Diagnostic. L'hydrargillite fibreuse peut être comparée à la wawellite dont elle se distingue par l'absence des réactions de l'acide phos-

1. L'hydrargillite répand une odeur argileuse sous l'haleine.

phorique (pas de coloration de la flamme au chalumeau, pas de précipité jaune par la solution molybdique).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'hydrargillite est un minéral secondaire que l'on trouve en cristaux distincts dans la syénite néphélinique et en masses concrétionnées dans les fentes de diverses roches décomposées, dans la latérite.

Je ne l'ai observée que dans les gisements coloniaux suivants.

1° *Dans les fentes de roches éruptives altérées.*

Nouvelle-Calédonie. Des masses concrétionnées d'hydrargillite à surface mamelonnée et à structure fibro-lamellaire, se rencontrent dans les gisements manganésifères résultant de l'altération des serpentines de l'île. De beaux échantillons pouvant rivaliser avec ceux du Brésil proviennent notamment des mines Persévérance à Monéo ; ceux que j'ai examinés sont d'un jaune ambré et intimement associés à de l'asbolite. La structure concrétionnée des deux minéraux est comparable ; ils sont constitués par des écailles concentriques, mais avec en plus, pour l'hydrargillite, une structure fibro-lamellaire. La production de ces deux espèces minérales a été souvent alternante bien que dans quelques spécimens, on les voie s'interpénétrer.

2° *Dans la latérite.*

Je n'ai rencontré l'hydrargillite dans la latérite (voir page 345) que dans les gisements suivants.

Guinée. — La latérite de la Guinée et notamment du mont Kakoulima renferme des fragments de roches, dont la structure originelle est encore distincte, bien que tous les minéraux normaux aient été transformés. Des échantillons de ce genre provenant de l'altération de gabbros et de norites, que je dois à l'obligeance du capitaine Salesses, présentent des cristaux enchevêtrés blancs, laiteux, ayant encore l'apparence de feldspaths intacts. Ceux-ci cependant sont entièrement transformés en paillettes maclées d'hydrargillite, rappelant celles décrites par M. Max Bauer dans la latérite des Seychelles et celles des basaltes du Vogelsberg et du Westerwald.

Guyane. — On a vu page 349 que d'après une analyse de M. Jannettaz, la bauxite de la latérite de la crique Boulanger (Rivière

Comté) a la composition chimique de l'hydrargillite ; les échantillons analysés que j'ai examinés sont absolument monoréfringents, mais dans quelques spécimens très ferrugineux de la même région, provenant de l'Exposition de 1900, j'ai constaté dans les fentes de bauxite pisolitique de petites géodes mamelonnées et des enduits fibreux d'hydrargillite. Dans les lames minces, ils se montrent constitués par des lamelles transparentes, présentant les macles caractéristiques de ce minéral.

GROUPE DE LA LIMONITE

Je range dans ce groupe l'hydrate de fer :

Limonite . . . . . $Fe^4O^3[OH]^6 = 2Fe^2O^3, 3H^2O.$

auquel il faut peut-être ajouter un autre hydrate, la xanthosidérite et un troisième dont cependant l'existence n'est pas établie d'une façon certaine et qui serait à comparer à l'hydrargillite,

Xanthosidérite . $Fe^2O[OH]^4 = Fe^2O^3, 2H^2O.$
Limnite . . . . . $Fe(OH)^3 = Fe^2O^3, 3H^2O.$

Je désignerai en outre sous le nom de *stilpnosidérite* les variétés colloïdes à éclat de poix qui ont souvent la même teneur en eau que la limonite, mais qui sont riches en acide phosphorique d'origine organique, en silice soluble, etc.

La limonite possède des propriétés optiques qui en font une espèce minérale parfaitement définie. La limnite est colloïde et doit être considérée sans doute comme la bauxite de la limonite : il est probable du reste que comme pour les hydrates d'alumine, il existe des types variés d'hydrates de fer colloïdes.

LIMONITE

Fe^4O^3 $(OH)^6$

Orthorhombique.

Formes et faciès. La limonite n'est pas connue en cristaux distincts, mais seulement en fibres, constituant des masses concrétion-

nées (fig. 3), mamelonnées, botroydes, stalactiformes (fig. 1) d'une infinie variété de formes. Les fibres sont allongées suivant l'axe vertical et dirigées dans les stalactites normalement à leur axe morphologique (fig. 5). Elle forme aussi des masses scoriacées (fig. 4), poreuses ou compactes, parfois terreuses. Enfin, il y a lieu de signaler la fréquence des concrétions pisolitiques ou oolitiques, dont la structure microscopique est étudiée plus loin.

La structure cristalline de la limonite ne se montre, grâce aux propriétés optiques, que dans les variétés fibreuses et concrétionnées.

Clivages. Clivage h^1 (100).

Densité. 3,6 à 4.

Dureté. 5 à 5,5.

Coloration et éclat. La limonite concrétionnée et fibreuse est d'un brun plus ou moins foncé, les concrétions sont souvent extérieurement noires, à surface vernissée surtout dans les types manganésifères.

Les variétés compactes et amorphes sont quelquefois brunes ou noires à éclat de poix (*stilpnosidérite*). Certaines variétés concrétionnées et terreuses sont d'un brun jaune ou jaune d'ocre[1]. Poussière brun jaune.

Les fibres ont un éclat soyeux et métalloïde.



Fig. 1.
Limonite stalactiforme.

Transparente seulement en lames minces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle au clivage h^1. Bissectrice aiguë *négative*, perpendiculaire à g^1 (010). La dispersion $\rho > \nu$ est grande, mais non anormale comme celle de la gœthite. L'angle 2 V est grand.

$$N = 2{,}5 \text{ environ.}$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}048 \text{ (Pelikan).}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense, avec $n_m > n_g > n_p$.

1. Les *ocres jaunes* sont des argiles riches en limonite finement divisée; par leur calcination, on obtient les ocres rouges (v. page 389).

n_g = jaune orangé
n_m = jaune brun
n_p = jaune plus clair.

Composition chimique. La formule de la limonite $2Fe^2O^3, 3H^2O$ correspond à la composition donnée en *a*), la formule $Fe^2O^3, 2H^2O$ (*xanthosidérite*) à la composition *b*) et la formule $Fe^2O^3, 3H^2O^3$ *limnite* à la composition *c*) [1].

d) *Analyse de la limonite de Rancié par Rivot.*

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
Fe^2O^3....	85,5	81,6	74,7	85,0
H^2O.....	14,5	18,4	25.3	13,5
SiO^2....	»	»	»	1,5
	100,0	100,0	100,0	100,0

La limonite renferme de nombreuses impuretés quand elle ne se présente pas en fibres homogènes; elle contient alors de l'alumine, de l'acide phosphorique, des acides organiques (acide humique, etc.), de la silice (notamment dans la variété stilpnosidérite) des traces d'acide vanadique etc., sans compter les impuretés dues à des mélanges physiques avec divers minéraux (manganite, quartz), avec de l'argile, etc.

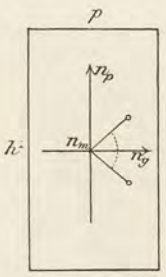


Fig. 2.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Les minerais de fer pisolitiques et oolitiques traités par l'acide chlorhydrique se dissolvent en laissant un résidu de silice gélatineuse qui conserve exactement la forme de l'échantillon attaqué.

On verra plus loin que les minerais de fer hydratés manganésifères sont constitués par des mélanges physiques de limonite et de manganite.

De nombreuses analyses de limonites françaises considérées, comme minerai, et ayant par suite un grand intérêt industriel ont été publiées par Berthier et par M. Carnot au mémoire duquel je renvoie (*A. M.* LXVIII, 5 à 163. 1890).

Essais pyrognostiques. Comme pour la *gœthite*.

Altérations. La limonite se transforme en hématite rouge par perte d'eau. Cette transformation s'observe dans des gisements nombreux, soit filoniens, soit plus souvent sédimentaires (limonite oolitique ou pisolitique). La couleur rouge intense de la poussière n'est pas une preuve de transformation complète; on trouve en effet tous les stades

1. *a.* Fe = 59,8 *b.* Fe = 57,1 *c.* Fe = 52,3.

de la déshydratation et l'on peut se demander si le minéral appelé *turgite*, *hydrohématite*) n'est pas un de ceux-là.

La formule adoptée pour la turgite par les minéralogistes qui la considèrent comme une espèce minérale distincte est $Fe^4O^5(OH)^2 = 2Fe^2O^3, H^2O$. Tous les hydrates à poudre rouge provenant des gisements français que j'ai essayés au point de vue de l'hydratation renferment plus ou moins que 5,3 % d'eau, quantité théorique exigée par la formule précitée. J'emploierai donc le mot *turgite* dans le sens d'hématite en voie de déshydratation, avec poudre rouge sans lui attribuer l'importance d'une espèce définie. La turgite décrépite violemment quand on la chauffe dans le tube.

Inversement la limonite constitue des épigénies d'un grand nombre de minéraux, soit ferrugineux (par oxydation et hydratation) (*sidérite*, *hématite*, *magnétite*, *pyroxènes*, *amphiboles*), soit dépourvus de fer (par moulage ou remplissage) (*calcite*, *barytine*, etc.).

Diagnostic. La limonite se distingue assez aisément de la gœthite, non seulement par l'absence de forme géométrique, par sa couleur et sa teneur en eau, mais encore par ses propriétés optiques : grand écartement des axes autour de la bissectrice aiguë dans la limonite, et absence de la dispersion anormale caractéristique de la gœthite, dont en outre les axes optiques sont peu écartés (voir à *lépidocrocite*).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La limonite est le minéral secondaire par excellence, se formant partout où un produit ferrugineux solide ou dissout peut s'oxyder. Aussi, est-ce un minéral banal qu'il n'y a lieu de suivre que dans ses gisements principaux.

Je la considérerai successivement :

1° Dans les roches éruptives et métamorphiques,

2° Dans les sources thermales et les filons,

3° Dans les roches sédimentaires.

4° Comme produit d'oxydation d'objets en fer.

1° *Dans les roches éruptives et métamorphiques.*

La limonite se rencontre dans les roches éruptives et métamorphiques comme produit secondaire formé aux dépens des sulfures (eux-mêmes généralement d'origine secondaire) que renferment ces roches, ou encore comme produit d'altération ultime de leurs éléments silicatés ferrugineux.

Les roches basiques fournissent nécessairement une quantité plus grande de limonite que les roches acides. Aucun des gisements de ce genre n'a d'intérêt minéralogique ni économique, aussi je n'insisterai pas, me contentant de signaler la fréquence des rognons de limonite parfois creux (*ætite*) dans les argiles résultant de la décomposition des basaltes et de leurs tufs et les pseudomorphoses en limonite manganésifère des mamelons de *sphérosidérite*, si fréquents dans les cavités des basaltes du Plateau Central [notamment les environs du Puy (*Haute-Loire*), au Mont-Dore, etc.].

Nouvelle-Calédonie. — Des quantités considérables de limonite, mélangée d'hématite et contenant généralement une quantité plus ou moins grande de chromite (jusqu'à 5,5 % de Cr^2O^3) se trouvent dans la région méridionale de l'île : elles proviennent de la décomposition sur place des serpentines de péridotites. Placés souvent à proximité de la mer, ces gisements peuvent avoir un intérêt économique.

Dans la latérite.

On a vu page 345 que la latérite, provenant de la décomposition atmosphérique sur place dans les pays tropicaux, de toutes les roches silicatées, quelles qu'elles soient (granite, gneiss, diorite, basalte, etc.), est essentiellement constituée par un mélange d'hydroxyde d'alumine et de fer. La limonite s'y concentre très fréquemment sous forme concrétionnée, globulaire, pisolitique, tantôt assez pure (type Rancié), tantôt alumineuse, englobant fréquemment des fragments non altérés (quartz etc.) des roches originelles. Cette limonite souvent en partie déshydratée et rouge (*turgite*) constitue le minerai de fer exploité par les indigènes des régions où on la rencontre. Toutes nos colonies des pays tropicaux (*Guyane*, *Congo*, *Guinée*, *Sénégal*, *Madagascar*, etc.) présentent ce genre de minerai de fer qui n'a pas d'autre intérêt minéralogique.

Berthier a depuis longtemps appelé l'attention sur ce minerai ; dans une analyse de celui du Fouta-Djalon (*A. M.* V. 129.1820), il a montré sa richesse en alumine et son analogie chimique avec celui qui accompagne la bauxite de la Provence.

2° *Dans les produits de sources thermales et dans les filons.*

a) *Dans les produits de sources thermales.*

La limonite plus ou moins impure se rencontre aux affleurements

de toutes les sources thermales ferrugineuses où elle résulte de l'oxydation des sels de protoxyde de fer. Elle se dépose sous forme de masses terreuses ou concrétionnées, parfois irisées qui ne présentent guère d'intérêt minéralogique et que je ne cite que pour mémoire.

b) *Dans les filons.*

α) Oxydation de gîtes de sidérite.

Dans presque tous les gisements, filoniens ou non, de sidérite dont il est question plus loin, au-dessus du niveau hydrostatique, ce minéral est transformé plus ou moins complètement en limonite, souvent mélangée d'un peu de gœthite, d'hématite, etc. L'altération se propage en profondeur, suivant les salbandes des filons ou la périphérie des amas; elle gagne de proche en proche le long des fentes et peut même être assez complète pour que le minéral originel ne se voie plus que sous forme de nodules ayant échappé à la transformation : souvent aussi on ne rencontre plus que des pseudomorphoses ayant gardé encore la forme rhomboédrique ou la structure de la sidérite. Mais d'ordinaire la limonite ainsi produite constitue des masses plus ou moins caverneuses ou terreuses, dans les cavités desquelles le minéral bien individualisé se présente sous forme mamelonnée et fibreuse.

Quand la sidérite originelle était manganésifère, ce qui est fréquent, le minerai oxydé est par places lui-même manganésifère. Il renferme alors de la psilomélane, de la manganite, de la ranciéite : ces minéraux sont souvent de formation entièrement postérieure à celle de la limonite fibreuse dont ils recouvrent les mamelons. Dans d'autres cas, il y a alternance dans la production de ces divers minéraux. Quant à la magnésie du carbonate, elle est d'ordinaire éliminée. Enfin des cristaux de calcite se forment comme dernier élément dans l'intérieur des géodes.

Dans un grand nombre de mines françaises, les limonites manganésifères se distinguent de celles qui ne le sont pas, en ce que la surface de leurs mamelons est noire, brillante et vernissée, alors que celle de la limonite normale est brunâtre et terne.

La lépidocrocite est parfois intimement mélangée à la limonite, surtout au voisinage de la surface des échantillons mamelonnés. L'hématite écailleuse se présente souvent aussi en petits amas au milieu de la limonite de ce genre de gisement.

Bretagne. — *Morbihan.* Un filon ferrifère traverse les schistes précambriens de la Solais près Beganne, presque normalement à leur direction ; le seul échantillon que j'ai vu est constitué par une limonite concrétionnée fibreuse du type de celle de Rancié. D'après une indication que m'a fournie M. Davy, il semble probable que le minerai de ce gisement, provient de l'oxydation de sidérite, plutôt que de pyrite ; aucun de ces deux minéraux à l'état intact n'a cependant été recueilli dans les recherches aujourd'hui abandonnées.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* La limonite compacte, scoriacée ou concrétionnée et fibreuse, existe aux affleurements des filons de sidérite, signalés plus loin dans l'étude de ce minéral. De beaux échantillons ont été en particulier trouvés jadis dans les mines de Baigorry.

Ariège. La célèbre mine de Rancié se trouve sur les communes de Sem et de Lercoul près de Vicdessos ; c'est un gîte filonien de substitution, intercalé dans les calcaires dévoniens (et non liasiques qui reposent sur eux). Ce gîte est dans son ensemble constitué par un chapelet de lentilles, souvent reliées entre elles par de minces filonnets de minerai ou de terre argileuse. Les minerais se composent essentiellement de nombreuses variétés de limonite, mélangées à de l'hématite et à de la sidérite (avec galène, blende, greenokite), plus ou moins décomposée, qui constitue le minéral originel du gisement.

Au contact du minerai et du calcaire, on observe que celui-ci est corrodé profondément ; il existe généralement une salbande argileuse, et dans le calcaire une zone d'autant moins ferrugineuse que l'on se rapproche davantage du calcaire normal.

Le gisement de Rancié offre une grande analogie avec ceux d'Eisenerz en Styrie et de Hüttenberg en Carinthie, non seulement à cause de son mode de formation, mais encore par la nature des minéraux essentiels ou accessoires que l'on y rencontre.

Le type moyen de la limonite de Rancié est creusé de nombreuses cavités. Les géodes de limonite concrétionnée fibreuse de couleur brune sont fréquentes. Du côté de la limonite compacte on observe souvent une zone de manganite noire fibreuse ou de lépidocrocite, rouge palmée, à laquelle succède la limonite fibreuse, parfois elle-même recouverte par un enduit de manganite fibreuse ou de ranciéite brune à structure micacée. Plus rarement, on voit apparaître des stalactites

de psilomélane. Le dernier élément formé dans les géodes est la calcite ou plus rarement l'aragonite.

La limonite et la sidérite se trouvent aussi à Puymorens dans le gisement de magnétite dont il sera question plus loin.

Les gisements de fer de la vallée de l'Ariège (filon Saint-Pierre près les Cabanes, Urs, Luzenac, Lassur, Gudanes) sont constitués par de la limonite et par de l'hématite provenant de l'oxydation de filons de sidérite.

Pyrénées-Orientales. Les mines de fer exploitées dans le massif du Canigou sont nombreuses; elles se rencontrent dans deux districts distincts, l'un et le plus important se trouve sur le revers Nord du massif, non loin de Prades et de Villefranche de Conflent (vallée de la Tet), l'autre sur le revers Sud du Canigou (vallée du Tech) (Batère).

Dans le district de Prades, les mines sont comprises entre Nyer et Taurinya; elles se trouvent dans les schistes et les calcaires paléozoïques, non loin de la frontière du granite et des schistes métamorphiques qui constituent le haut massif du Canigou. Le minerai forme des filons d'épaisseur variable suivant l'épaisseur des couches traversées, constituant, à la rencontre des calcaires, des amas importants qui se ramifient au milieu d'eux.

Le minerai exploité est surtout constitué par diverses variétés de limonite, renfermant parfois des nodules non transformés de sidérite manganésifère qui paraît au contraire dominer en profondeur. De la magnétite, de l'hématite micacée, de la galène, etc., se rencontrent aussi dans ces gisements. On verra plus loin que ces mines fournissent aussi de la calcite et de l'aragonite. Les principales concessions sont celles d'Escaro, d'Aytra, de Torrent, de Sahorre, du Vernet et surtout de Fillols.

On retrouve tous les types signalés à Rancié : limonite compacte scoriacée, avec belles irisations superficielles, limonite fibreuse mamelonnée ou stalactiforme, offrant les aspects les plus curieux et souvent mélangée de lépidocrocite, de manganite, etc. C'est particulièrement dans les géodes de limonite mamelonnée que se trouvent les enduits ou les masses de ranciéite.

Le district de Batère a une constitution analogue, mais la sidérite manganésifère y domine (concessions de Ballestan, de la Pinouse et de Sarrat-Mayre, de las Indis et de Rogues-Nègres, de la Tour de Batère).

Corbières. — *Aude.* Des filons de limonite ont été exploités à la

Caunette ; ils ne renferment plus que de la sidérite en profondeur. Les minerais de Salsigne ont la même origine.

Cévennes. — *Gard et Ardèche.* La limonite résultant de l'altération de la sidérite constitue une partie importante et souvent exclusive des minerais exploités dans les gisements de Bordezac, du Travers près Bessèges, de Blannaves et de Saint-Florent (*Gard*) ; de Merzelet, de Montgros, Ailhon, etc. (*Ardèche*), qui sont situés dans les calcaires dolomitiques du trias.

Plateau Central. — *Tarn.* Les mines de las Costes, près d'Alban-le-Fraysse, sont exploitées pour la limonite compacte ou poreuse, résultant de l'oxydation de sidérite un peu manganésifère, dont on rencontre fréquemment des géodes de rhomboèdres plus ou moins arrondis, entièrement transformés en limonite. Au milieu de la limonite compacte, se rencontrent des poches tapissées de limonite concrétionnée fibreuse, à surface mamelonnée et vernissée ; il existe aussi un peu de gœthite et des rognons de manganite, ainsi que de la turgite résultant de la déshydratation partielle de la limonite.

Alpes. — *Isère.* On verra plus loin que dans les filons de sidérite des environs d'Allevard, ce minéral est altéré aux affleurements et transformé soit en limonite, soit en hématite manganésifère ; l'altération s'est effectuée aussi suivant les salbandes des filons ou le long des fissures irrégulières traversant les filons eux-mêmes. Cette limonite appelée « *mine douce* » était seule exploitée dans les vieux travaux dont on trouve à chaque pas les traces dans cette région.

Algérie. — *Oran.* D'assez nombreux gisements de limonite, se trouvant au milieu des calcaires jurassiques, doivent être rapportés ici : Djebel Bou-Kerou (avec manganite) à l'Ouest de Nemours, Sidi-Yacoub au Sud de Lalla-Maghnia ; Bab-M' teurba (Rar-el-Maden) (belles géodes avec manganite) à l'Est de Nemours ; Dar-Rih, Ténikrent, Camerata, Sidi-Safi à l'Ouest de Aïn-Temouchent, etc.

Les échantillons de ces gisements que j'ai examinés se rapportent au type commun à Rancié.

Alger. Parmi les gisements ferrifères de cette région, on peut citer le Djebel Hadid, à 45 kilomètres S.-O. de Ténès (dans les calcaires tertiaires et crétacés), Gouraya et Ain-Sadouna (gangue argileuse avec sidérite en profondeur) ; Messelmoun à l'Ouest de Cherchell ; Zaccar-

R'arbi au N.-E. de Milianah (dans le néocomien) ; Bouïnan à l'Est de Blidah.

Constantine. Les gîtes de limonite sont moins nombreux dans ce département que ceux de magnétite et d'hématite ; mais dans ces derniers, la limonite existe souvent aux affleurements (Aïn-Mokra par exemple) ; on peut citer toutefois la limonite comme élément principal à Timezrit, au Sud-Ouest de Bougie dans des calcaires secondaires ; à Masallas (avec manganite), dans le gneiss ; et à Filfila, à l'Est de Philippeville (amas d'hématite, de limonite (mamelonnée fibreuse) avec magnétite dans les schistes (liguriens?) ; Fendeck dans la même région et dans les mêmes conditions ; Djebel-Soud au N.-N.-O. d'Aïn-Beida (avec manganite), etc.

Cambodge. — C'est probablement à cette catégorie de gisement qu'il y a lieu de rapporter la limonite concrétionnée fibreuse de Phnom dek (prov. de Kompong thom) ; elle affecte la forme de celle de Rancié ; elle est accompagnée de sidérite spathique.

β) Oxydation de gîtes de sulfures.

Tous les filons renfermant des sulfures ferrugineux sont, au-dessus de leur niveau hydrostatique, transformés plus ou moins complètement en limonite ; aussi serait-il oiseux de donner la liste de tous les gisements dans lesquels se rencontre ce minéral, d'autant plus que cette limonite ne présente qu'un intérêt minéralogique médiocre. Je renvoie pour cela aux articles : pyrite, marcasite, chalcopyrite, calcite. Je ne m'occuperai ici que de quelques gisements pris pour exemples et présentant quelque particularité intéressante.

α) Gîtes à sulfures ferrugineux dominants.

L'oxydation des gîtes de pyrite offre un intérêt économique, car elle fournit des minerais de fer exploités. Les travaux sont du reste assez rapidement arrêtés en profondeur par la rencontre du gisement intact et l'apparition progressive des pyrites non altérées.

Cévennes. —*Gard et Ardèche.* Dans cette région il y a lieu de signaler les chapeaux d'oxydation des gîtes de pyrite de Saint-Julien de Valgalgues, du Soulier, (*Gard*) et de Soyons (*Ardèche*).

Plateau Central. — *Aveyron.* C'est peut-être à cette catégorie

de gisement qu'il faut rapporter la mine de Kaymar près Lunel qui fournit de nombreuses variétés de limonite, rappelant celles d'Alban-le-Fraysse, et particulièrement les types stalactiformes et concrétionnés, à structure fibreuse ; ce minéral est accompagné de magnétite dans une gangue de quartz, avec barytine et fluorine.

Rhône. Un filon de pyrrhotite situé à Claveysolle, est superficiellement transformé en limonite caverneuse dans les cavités desquelles on rencontre souvent encore de petits fragments du minéral originel non transformé ; la limonite s'y présente aussi sous forme résineuse.

Saône-et-Loire. La mine de limonite de Chizeuil en Chalmoux, près Bourbon-Lancy exploitée il y a quelques années, est formée par le chapeau de fer d'un filon de pyrite. La limonite s'y présente avec les formes les plus variées ; les types extrêmement scoriacés ressemblant souvent à de véritables scories volcaniques (fig. 4) y étaient fréquents, souvent magnifiquement irisés.



Fig. 3.
Limonite concrétionnée fibreuse de la mine de Chizeuil (*Saône-et-Loire*). (*Photographie réduite de moitié*).

On y trouve aussi les variétés concrétionnées columnaires et fibreuses, représentées par la figure 3 (teneur en eau 14, 4%). La lépidocrocite fibreuse accompagne ces variétés de limonite.

Enfin la limonite scoriacée renferme de beaux cristaux de barytine qui sont parfois transformés en périmorphoses creuses de limonite.

Nièvre. Des filons, semblables à ceux de Chizeuil et ayant fourni des variétés analogues de limonite, ont été exploités à Champ-Robert en Chidde, à Arleuf, la Rochemillay ; la rencontre en profondeur de la pyrite a arrêté les travaux.

Vosges. — *Alsace.* On a vu plus haut que les filons de Framont paraissent être le résultat de l'oxydation superficielle de pyrite ; le minerai dominant est l'hématite, mais la limonite y était autrefois

exploitée à la *mine jaune*. C'est dans celle-ci que se trouvait la phénacite englobée par la limonite. Toutes les variétés habituelles stalactiformes, mamelonnées et fibreuses, compactes de limonite y ont été rencontrées.

β) Gîtes plombifères, zincifères et cuprifères.

Les gisements plombifères, zincifères et cuprifères qui sont tous plus ou moins pyriteux sont généralement très oxydés à leur partie superficielle ; il s'y développe en abondance de la limonite, dont la présence est assez constante pour que les mineurs aient depuis longtemps désigné cette zone d'oxydation sous le nom de *chapeau de fer*. La limonite formée dans ces conditions, n'a pas d'intérêt minéralogique ; elle tire son importance au point de vue où je me place ici, de ce fait qu'elle sert fréquemment de gangue à d'innombrables minéraux métalliques carbonatés (*cérusite*, *malachite*, *chessylite*), sulfatés (*anglésite*, *linarite*, etc.) arséniatés (*mimétite*, etc.), phosphatés (*pyromorphite*, etc.) formés en même temps qu'elle et dans certains cas à des minéraux tels que l'*argent* et le *cuivre natifs*, l'*embolite*, la *cérargyrite*, la *cuprite*, etc. qui ont pris naissance par des réductions plus ou moins complètes, postérieures à l'oxydation de la pyrite. La limonite de ces gisements est généralement caverneuse.

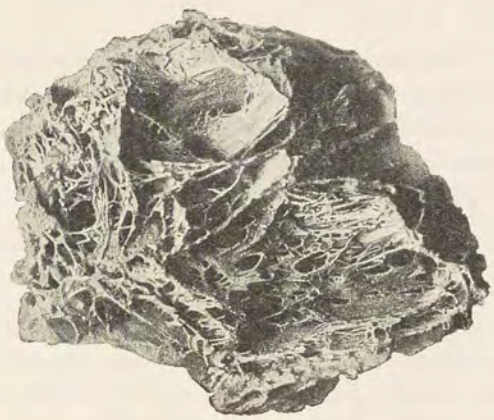


Fig. 4.
Limonite scoriacée de la mine de Chizeuil (*Photographie réduite au 1/3 environ*).

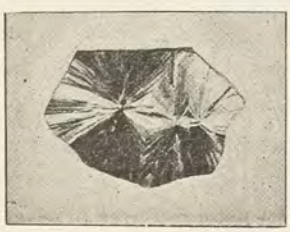


Fig. 5.
Limonite fibreuse. Section transversale d'une stalactite du type de la fig. 1.

Dans quelques mines, la limonite continue à se former dans les galeries où elle constitue des enduits ou des stalactites. Voici quelques gisements cités comme exemple :

Bretagne. — *Finistère*. Les mines de Huelgoat et de Poullaouen

présentaient dans leurs niveaux supérieurs des masses de limonite caverneuses dans lesquelles se trouvaient de l'argent natif, de l'embolite et de la cérargyrite. D'énormes stalactites de limonite, formées d'écailles concentriques peu cohérentes ont été rencontrées aussi dans les mines de Huelgoat.

Corbières. — *Aude*. De la limonite scoriacée et concrétionnée, à irisations remarquables, a été trouvée avec chalcopyrite et calcite dans la mine de las Cabardès.

Cévennes. — *Gard*. De belles stalactites de limonite écailleuse, recouvertes de malachite et de brochantite ont été rencontrées dans la mine de zinc d'Arrigas, par M. de Brun qui a bien voulu me les communiquer.

Algérie. — *Alger*. J'ai observé de belles variétés de limonite fibreuse concrétionnée, provenant des filons cuprifères de Mouzaïa ; elles renferment dans leurs cavités des octaèdres nets de cuprite.

Nouvelle-Calédonie. — Je signalerai la limonite ocreuse jaune et scoriacée du chapeau de fer de la mine de galène Mérétrice à cause des enduits d'argent natif et surtout des magnifiques cristaux de cérusite et d'anglésite qu'elle renferme.

γ) Dans des filons ne renfermant ni carbonates, ni sulfures.

La limonite se rencontre plus rarement comme produit primaire dans des filons ne renfermant ni carbonates, ni sulfures, tel est le cas du gisement suivant :

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. On verra à l'article *romanéchite* que les filons manganésifères de Romanèche, constitués par ce minéral aux affleurements, s'appauvrissent en profondeur où bientôt ils ne sont plus constitués que par de la gœthite, de l'hématite et de la limonite. Celle-ci est soit scoriacée, soit concrétionnée, à cassure mate ou brillante. L'arséniosidérite lui est fréquemment associée, il en est de même de cristaux cubiques déformés de fluorine qui abondent surtout dans ses variétés scoriacées.

Gîtes de nature indéterminée.

Tonkin. — M. Dupouy m'a envoyé une série d'échantillons sur le

gisement desquels je n'ai pas de renseignements précis : les plus beaux d'entre eux sont concrétionnés et fibreux (type Rancié), ils proviennent de Molinham au N.-E. de Thaï-Nguyen et de Giang-Tien, au N.-O de la même localité (type manganésifère).

3° *Dans les roches sédimentaires.*

a) *Comme élément essentiel.*

Les minerais de fer sédimentaires sont principalement constitués par de la magnétite, de l'hématite, ou de la sidérite dans les terrains paléozoïques; la limonite s'y trouve d'ordinaire comme produit d'altération de ces oxydes. Il est probable que cette plus grande abondance des oxydes anhydres dans les terrains anciens tient à ce que la limonite qui a pu s'y produire originellement a subi postérieurement à son dépôt un métamorphisme contemporain de celui qui a modifié les couches sédimentaires au milieu desquelles on la rencontre.

Dans les formations secondaires et tertiaires, au contraire, le minerai ferrugineux dominant est la limonite.

α) Dans les assises paléozoïques.

Silurien.

Normandie, Bretagne, Anjou. — Le niveau ferrifère exploité en Normandie entre les grès armoricains et les schistes à *Calymene* dont il a été question page 278 est quelquefois constitué par de la limonite [Bourberouge, près Mortain (*Manche*)]. Il est souvent possible de démontrer que celle-ci est le résultat de la décomposition d'hématite, de bavalite et peut-être parfois de sidérite (*Orne*, environs de la Ferrière-aux-Étangs, *Calvados*, Jucques, etc, etc. : *Morbihan*, Sainte-Brigitte, près les Salles de Rohan). Les limonites de ce niveau sont souvent phosphoreuses, riches en silice et en alumine.

Les gisements de magnétite du *Maine-et-Loire* situés dans les grès à bilobites, qui sont décrits plus loin, sont d'ordinaire superficiellement transformés en hématite, puis en limonite.

De même, il existe dans les *Côtes-du-Nord*, l'*Ille-et-Vilaine*, la *Mayenne* et la *Loire-Inférieure*, un assez grand nombre de dépôts superficiels de limonite, formant des poches dans les assises siluriennes

et paraissant résulter du remaniement postérieur de dépôts ferrifères contenus dans ces formations anciennes. La limonite est d'ordinaire schisteuse, formant parfois des rognons polis et brillants (riches en fer) dont les dimensions varient depuis celle d'un pois jusqu'à celle de la tête. Voici quelques gisements qui ont été exploités à diverses reprises et dont M. Davy nous a communiqué des échantillons :

Dans le *Morbihan*, aux environs de Fougerets (étang de Vaulaurent. et la Ville-Macé), une limonite phosphoreuse forme des lentilles, interstratifiées dans les schistes de l'étage des grès armoricains ; elle se transforme en profondeur en pyrite. Sur le prolongement de ces gisements vers le Sud-Est, se trouvent dans les mêmes conditions, les exploitations du Haut-Soudéac en Glénac, du Tertre et de la Chouannière ; le minerai originel y a été la sidérite renfermant des mouches de galène, pyrite, etc. Les mêmes particularités caractérisent le gisement de limonite, situé entre l'Oust et la Vilaine (Moulin-Bréhan, la Ferrière, Trobert, la Haillerais, etc. Ces gisements renferment au milieu de la limonite compacte terreuse ou scoriacée des géodes fibreuses du type Rancié, renfermant parfois [Saint-Pierre-la-Cour (*Mayenne*)] de la lépidocrocite.

Dans la *Loire-Inférieure*. Rougé, à 10 km. de Chateaubriant.

Dans le *Maine-et-Loire*. Les gisements de limonite situés entre Loiré et Augué sont identiques aux précédents (avec sidérite).

Dévonien.

Bretagne. — *Finistère*. Des couches de limonite compacte ou concrétionnée ont été exploitées autrefois à la base des grès blancs dévoniens de Landévennec (Kervalac-Lei, Saint-Maudez au Sud de Huelgoat, le Poulmic, Penform, Rosnoën, Tregarvan).

β) Dans les assises secondaires.

Les minerais de limonite oolitique se rencontrent particulièrement dans les assises secondaires ; les plus importants des gisements exploités en France se trouvent dans le lias supérieur, mais d'autres qui ne sont pas sans intérêt économique, sont dans l'infra-lias, le médio-jurassique, le supra-jurassique et dans l'infra-crétacé.

Ces minerais sont essentiellement constitués par des oolites de limonite ayant en moyenne la grosseur d'un grain de millet. Ils sont

jaunes ou bruns, globuleux, ovoïdes ou aplatis. Ils sont disséminés soit dans des calcaires, soit dans des marnes calcaires.

Dans quelques gisements, les oolites sont d'un noir bleuâtre, ou vertes (*Meurthe-et-Moselle*) [*Lorraine*] et sont constituées par de la *berthiérine*; elles sont plus rarement noires, brillantes et contiennent de la titanomagnétite qui leur donne la propriété d'être magnétiques. Dans les gisements (Hayanges [*Lorraine*], Aumetz, Narcy) où se rencontrent ces grains noirs ou bleuâtres, on trouve leur passage aux oolites jaunes; ce fait que j'ai signalé déjà (tome I, page 402), au sujet de la berthiérine, me paraît avoir une importance capitale au sujet de l'origine de la limonite de ces gisements.

Si, en effet, on examine des lames minces taillées dans les minerais de limonite oolitique ou de berthiérine, on constate la même structure. Dans les deux cas, ces oolites sont constituées par des couches concentriques de limonite ou de berthiérine verte ; la structure rappelle celle des grains d'amidon (voir tome I, p. 402, fig. 2). Les oolites se sont formées autour d'un grain de quartz, d'un fragment d'origine organique (bryozoaire, spongiaire, débris de coquilles, etc.). Quand on traite par l'acide chlorhydrique l'une ou l'autre de ces catégories d'oolites, le minéral s'attaque et laisse un squelette de silice gélatineuse conservant la forme de l'oolite. M. Bleicher y a signalé en outre de la matière organique.

Les minerais oolitiques renferment non seulement de la silice, mais de l'alumine, existant parfois en plus grande quantité que celle-ci. Ils sont souvent en outre un peu manganésifères et phosphoreux; ils peuvent contenir des traces de vanadium (Mazenay), de chrome, de zinc, etc.

Des hypothèses nombreuses ont été proposées pour expliquer la formation des minerais de fer oolitiques.

D'après les unes, les oolites ferrugineuses seraient contemporaines des couches ; mais les procédés imaginés pour expliquer leur genèse sont variés. L'idée la plus simple, et qui paraît la plus vraisemblable, tient compte du caractère littoral des assises renfermant la limonite oolitique, et consiste à regarder celle-ci comme formée par sédimentation, grâce à la précipitation dans les eaux de la mer des sels solubles de fer venant de la terre ferme. M. Rolland a récemment défendu cette théorie au sujet des minerais de la Lorraine (*C. R.* CXXXII, 444, 1901) : elle est en opposition avec celle de M. Villain (*Bull. Soc. indus. de l'Est*, 1900), qui considère le fer comme ayant été apporté (à l'état de carbonate)

dans les mers secondaires par des sources thermales ; celles-ci auraient cheminé dans des failles nourricières dont il a cherché à tracer les directions, failles que M. Rolland considère comme postérieures au dépôt des couches ferrifères et ne pouvant par suite servir à les expliquer.

La seconde catégorie de théories attribue une origine secondaire aux dépôts ferrifères ; ceux-ci seraient le résultat d'un phénomène d'épigénie. Cette origine admise par plusieurs géologues allemands pour expliquer les gisements de la Lorraine et du Luxembourg a été récemment attribuée à quelques-uns de ceux qui vont être passés en revue plus loin.

M. Stanislas Meunier (*C. R.* CXXXII. 1008. 1901) regarde le minerai de fer de Lorraine comme le résultat de la transformation sur place, sans altération de structure, de couches antérieurement calcaires. Des solutions ferrugineuses auraient imbibé ces calcaires et transformé des oolites calcaires, (formées par concrétion) en sidérite, plus tard oxydée et changée en limonite : l'aplatissement fréquent des oolites serait le résultat d'une contraction due à la densité de la sidérite, plus forte que celle de la calcite. M. Camusat qui a surtout étudié le gisement de Mazenay (*Saône-et-Loire*). (*C. R. Congrès soc. scient. Nancy*, 1901. 190) considère aussi le minerai de ce gisement comme d'origine métamorphique. Il serait dû, d'après lui, à une dissolution souterraine qui aurait concentré le fer existant normalement dans le sédiment et apporté en outre du fer enlevé aux roches de couverture.

Je suis surtout frappé de l'identité de structure que présentent (oolites mises à part), dans une même localité, les calcaires extrêmement riches en oolites ferrugineuses et ceux qui en renferment peu et qui passent à des calcaires n'en renfermant pas : cette identité me semble incompatible avec une transformation aussi radicale que celle qui devrait être la conséquence de l'apport postérieur, par un procédé quelconque, de la quantité de fer nécessaire à la production des minerais oolitiques. On comprend très bien que des calcaires puissent être épigénisés en bloc en produits ferrugineux (voir à *romanéchite*) ; mais l'élection du fer dans une partie seulement des éléments de la roche est plus difficile à concevoir.

Il n'est pas nécessaire, du reste, d'admettre l'existence d'eau tourbillonnante pour expliquer la forme des oolites ferrugineuses dans un sédiment en voie de formation. M. Bleicher a en effet signalé leur existence dans les fines cavités d'ossements fossiles, ce qui implique une concrétion sur place, sans mouvement ; celle-ci peut être contemporaine de la consolidation du sédiment.

J'accepte donc volontiers la contemporanéité de la formation des oolites ferrugineuses et des calcaires qui les renferment, et l'origine continentale du fer, mais je ne pense pas comme M. Bleicher (*Bull. Soc. industr. Est.* 1894) que la limonite et la silice aient été concrétionnées directement sous leur forme actuelle. En effet, la production, par oxydation de la berthiérine, d'oolites de limonite ne différant par aucun caractère de ceux des régions où l'on n'a pas observé d'oolites de silico-aluminate de fer, la constance de l'alumine associée à la silice dans les fers oolitiques, me paraissent démontrer que la limonite de ces oolites n'est pas primaire et qu'elle provient dans un grand nombre de cas, sinon dans tous, de la décomposition d'un silico-aluminate basique qui, dans les mers jurassiques et infracrétacées, aurait pris naissance par un mécanisme analogue à celui de la glauconie dans tant d'autres sédiments. On a vu à l'article *hématite* que les hématites oolitiques du silurien de la Normandie et de la Bretagne proviennent, d'une façon évidente, de la décomposition de la bavalite, silicate de fer, analogue, sinon identique à la berthiérine.

Trias.

Berri. — *Cher.* Des rognons de limonite, associés à de l'opale ont été trouvés dans les grès triasiques de la forêt de Bornay près de Sauxais-le-Potier.

Jurassique.

Infra-lias.

Bourgogne. — *Côte-d'Or.* Une couche de limonite oolitique, atteignant 1 m. 25 d'épaisseur, a été exploitée dans l'hettangien inférieur, à Thostes et à Beauregard ; dans cette dernière localité, des fossiles et notamment des bivalves sont transformés en hématite lamellaire.

Saône-et-Loire. De grands gisements de limonite oolitique à gangue calcaire, récemment étudiés par M. Camusat, sont exploités à Mazenay et à Changes par les usines du Creusot ; ils se trouvent dans l'hettangien supérieur (dit foie de veau). Les couches minéralisées atteignent une épaisseur de 2 m. 50 et ont été suivies sur 8 km. de long et 1 km. de large : la limonite de Mazenay renferme une proportion notable de vanadium. On y rencontre de la marcasite en nodules rayonnés.

Lias.

De nombreux gisements de limonite oolitique se trouvent dans le lias supérieur (toarcien) ; elle est généralement phosphoreuse et vanadifère, et paraît dans la plupart des cas, consister en une formation littorale.

Les gisements qui vont être passés en revue ont une importance très inégale au point de vue économique.

Plateau Central. — *Ardèche.* Les minerais de fer oxfordiens et calloviens de l'Ardèche sont constitués par de l'hématite, mais ceux du toarcien qui ont été exploités à Saint-Priest sont formés par de la limonite ; celle-ci renferme des géodes de quartz que tapissent de jolis cristaux de calcite et de sidérite.

Aveyron. Un gisement intéressant étudié par Coquand (*B. S. G.* VI. 328. 1849) se trouve à Veuzac ; la limonite oolitique est accompagnée de rognons d'hématite et de magnétite ; ces trois minéraux épigénisent des fossiles. La limonite a été exploitée autrefois à Mondalazac, Memers, etc.

Nièvre. Le minerai dit « du Guétin » a été exploité à Gimouille près Saincaize, à Lurcy et en divers points de la Nièvre ; il consiste en un calcaire pétri d'oolites de limonite.

Champagne. — *Haute-Marne.* Les couches de limonite oolitique de Nogent, aujourd'hui abandonnées, ont été la cause originelle de l'industrie de la coutellerie de cette localité.

Ardennes. — *Ardennes.* Dans les marnes du lias supérieur, quelques lits de limonite oolitique ont été exploités à Villers-sur-Bar.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle.* Des gisements ferrifères considérables alimentant de nombreuses usines, se trouvent à la frontière de la France (*Meurthe-et-Moselle*), de la Lorraine et du Luxembourg.

Ils forment dans le toarcien, une série de couches souvent lenticulaires dont l'ensemble dépasse parfois 30 mètres. Quelques-unes d'entre elles sont riches en fossiles : en profondeur, ces gisements contiennent, paraît-il, de la sidérite.

La limonite se présente sous la forme d'oolites souvent aplaties, dont le diamètre est en moyenne de 0 mm. 25 à 1 mm. environ ; l'existence

de grosses oolites est d'ordinaire un signe de pauvreté du minerai. Leur surface est brillante et lisse ; leur couleur varie du jaune au brun rougeâtre. Elles sont cimentées par de la calcite, de l'argile ferrugineuse, qui prennent des couleurs variables, blanc, jaune ou vert suivant leur richesse en fer et le degré d'oxydation de celui-ci. Le minerai oolitique passe au calcaire normal par diminution progressive des oolites. La limonite de cette région est toujours phosphoreuse. Dans plusieurs exploitations, on trouve en profondeur un minerai vert ou d'un noir bleuâtre dans lequel les oolites de limonite sont remplacées par des oolites de *berthiérine*, qui représentent très probablement la forme originelle du minerai. Cette berthiérine existe aussi dans la masse du calcaire sous forme de lamelles, indépendantes des oolites.

La formation est constituée par une alternance de couches riches et de bancs calcaires stériles. Dans le bassin de Nancy, elle n'a pas plus de 10 mètres, dans celui de Briey, elle a de 30 à 50 mètres d'épaisseur.

Voici les principales mines exploitées :

Meurthe-et-Moselle. Aux alentours de Nancy, de Pont-St.-Vincent à Marbache nombreuses exploitations souterraines (Chavigny, Marbache, Ludres, la Fontaine-des-Roches, le Val-de-Fer, Boudonville, l'Avant-Garde, Bouxières-aux-Dames, Maxéville, Laxon, Champigneulles, la Grande-Goutte et Frouard). Aux environs de Longwy, de nombreuses mines sont exploitées à ciel ouvert à Herserange, Saulnes, Hussigny et Villerupt, etc. Enfin, il existe plusieurs exploitations souterraines, découvertes par sondages, dans la région de Briey (Conflans, Batilly, Jœuf, Homécourt, etc.).

On verra page 395 que dans cette même région, se trouve un autre type de limonite, pisolitique, à rapporter au tertiaire ou au quaternaire.

[*Lorraine*]. — Dans la Lorraine annexée, les gisements de Moyeuvre et d'Hayanges sont surtout à signaler : c'est dans ce dernier qu'a été pour la première fois trouvée la *berthiérine* (oolites vertes magnétiques).

[*Luxembourg*]. Les minières de Dudelange, etc.

Vosges. — *Haute-Saône*. Il existe des niveaux oolitiques autrefois exploités à Conflans, Velleminfroy.

Jura. — *Jura*. Des oolites ferrugineuses, accompagnées de limonite concrétionnée ont été exploitées à Ougney, Saligney, etc.

Ain. Le minerai oolitique de Villebois se trouve dans les mêmes conditions géologiques que celui de la Verpillière.

Dauphiné. *Isère*. — D'importantes couches de limonite oolitique ont été exploitées à la Verpillière, Saint-Quentin, Panossas, Frontonas, Saint-Marcel (dans la zone à *Hildoc. bifrons*) ; elles sont particulièrement riches en fossiles ; le même minéral se trouve dans les couches à *Harpoc. opalinus* qui recouvrent les précédentes, mais il n'y est pas exploitable. Les cloisons des ammonites de ce gisement renferment parfois des cristaux de gœthite, associés à du quartz et de la calcite.

Médiojurassique.

L'existence d'oolites de limonite est très fréquente dans les assises médiojurassiques et particulièrement dans le bajocien, désigné pour cela sous le nom d'*oolite ferrugineuse* (Bayeux, *Calvados*) ; néanmoins il n'existe en France qu'un petit nombre de gisements dans lesquels cette limonite oolitique ait pu être exploitée. Ce sont les suivants :

Berri. — *Cher*. Tendron-en-Ignol (bajocien).

Nivernais. — *Nièvre*. Les oolites ferrugineuses d'Isenay sont engagées dans une argile ; elles appartiennent au bathonien, souvent extrêmement riche en fossiles.

Jura. — *Doubs*. Les calcaires ferrugineux de la base du bajocien (zone à *Harp. Murchisonæ*) renferment dans quelques localités et notamment à Laissey, des couches assez riches en limonite pour avoir pu être exploitées.

Vosges. — *Haute-Saône*. De nombreuses exploitations ont été autrefois ouvertes dans l'oolite ferrugineuse à Calmoutiers, Fleurey-lès-Faverney, Oppenans, Jusey, Levruy, Vellefaux, etc. Les oolites de limonite (un peu manganésifères), bien sphériques, sont réunies par un ciment argilo- calcaire.

Suprajurassique.

Callovien.

Bassin du Rhône. — *Ardèche*. On a vu, page 281, que le gisement callovien d'hématite de la Voulte renferme à sa partie supérieure, des couches de limonite compacte; peu épaisses d'ailleurs.

Ardennes. — *Ardennes*. Des exploitations minières ont été ouvertes autrefois à Poix, Montigny, Villers-sur-le-Mont, etc. ; le

minerai est une limonite en très petites oolites brunes, disséminées dans une argile souvent pyriteuse.

Les calcaires à chailles de l'oxfordien supérieur de Belval, Tailly Nouart, les marnes calcaires de Villers-le-Tourneur, Neuvizy, Launois, etc. renferment des oolites jaunes de limonite, à aspect doré qui ont fait l'objet de fructueuses exploitations : elles ont un ciment argilo-calcaire ou calcaire.

Bourgogne. — *Côte-d'Or* et *Yonne*. Les marnes à *A. plicatilis* renferment des oolites ferrugineuses qui ont été exploitées à Ancy-le-Franc, Etivey, Châtel-Gérard, Val-de-Jully (dépôt remanié), etc., et aux environs de Châtillon-sur-Seine (*Côte-d'Or*). Ces minerais sont souvent constitués non par de la limonite pure, mais par de la berthiérine renfermant des octaèdres de magnétite et même d'après Berthier (*A. C. P.* XXXV. 247. 1828) de titanomagnétite (Gland près Ancy-le-Franc et Châtillon). Aux affleurements, la gangue de ces minerais est souvent décalcifiée et ceux-ci transformés en hématite.

Infracrétacé.

Les couches ferrifères sont peu importantes dans l'infracrétacé, mais elles présentent une particularité géologique intéressante ; tandis que la plupart des formations ferrifères du jurassique sont marines ou littorales, quelques-unes de celles qui vont être passées en revue sont d'eau douce.

Picardie. — *Pas-de-Calais*. Des couches de limonite se rencontrent dans le wealdien d'eau douce du Bas-Boulonnais (Pellat. *B. S. G.* III. 642. 1873).

Bassin de Paris. — *Oise*. La limonite du néocomien moyen du pays de Bray est le résultat de la transformation de sidérite qu'on trouve à l'état intact au-dessous du niveau hydrostatique (voir à *sidérite*).

Vosges. — *Haute-Saône*. La limonite oolitique a été exploitée autrefois dans une seule localité de ce département, à Percey-le-Grand; ses grains sont parfois magnétiques, ils sont fréquemment déshydratés aux affleurements.

Pyrénées. Corbières. Provence. — J'ai indiqué page 345 que la bauxite de ces régions passe à un véritable minerai de fer pisoli-

tique, alumineux et siliceux, qui a été dans certaines localités exploité pour l'extraction du fer (les Baux). Ce minerai toujours hydraté est constitué soit par de la limonite, soit par de la turgite, très impure, à poudre rouge.

Berri. — *Cher.* Des minerais de fer étaient, il y a peu d'années encore, exploités dans l'infracrétacé (barrémien) du haut Berri. Ils constituent une bande presque continue de l'Ouest à l'Est, depuis Massay jusqu'à Sancerre ; leur niveau correspond à celui de Wassy. Le minerai est constitué par des oolites de limonite (englobées par un calcaire jaune) et par des géodes de limonite (Argile à huîtres de Menetou-Ratel) : il est associé à des argiles fines, blanches, exploitées pour l'industrie de la porcelaine. On l'a recueilli aux Fontaines en Allouis, à Bourgneuf en Saint-Éloy-de-Gy, à Boucard; ce minerai facile à fondre, peu alumineux, mais phosphoreux est désigné sous le nom de *mine chaude* par opposition au minerai en grains de la même région, appelé : *mine froide* (voir page 393).

Champagne. — *Haute-Marne.* Des couches riches en limonite géodique et cloisonnée se trouvent dans les sables de la base du néocomien de cette région (Brousseval).

La limonite oolitique barrémienne des environs de Wassy et de Bailly-aux Forges renferme des fossiles d'eau douce; son ciment est argilo-siliceux. Elle est recouverte par des argiles marines rouges contenant de l'hématite et constituant la partie supérieure du barrémien (couches rouges de Wassy). Enfin à la base de l'aptien de Wassy, se trouve aussi un minerai de limonite en très petites oolites (minerai milliolitique). Les oolites de limonite de Narcy, près Saint-Dizier renferment fréquemment un petit grain ou un cristal de magnétite ; la limonite de Lotrecey et celle de plusieurs autres gisements est superficiellement déshydratée et transformée en hématite.

Aube. De la limonite oolitique disséminée dans une argile barrémienne a été exploitée à Vendeuvre-sur-Barse ; les oolites fort petites peuvent être facilement dégagées par un débourbage ; elles sont parfois déshydratées. A l'inverse des minerais de Wassy, ceux de cette région sont exclusivement marins.

Jura. — *Doubs.* A Métabief (valanginien).

Ardennes. — *Ardennes.* De nombreuses mines ont été ouvertes

dans le gault de l'arrondissement de Vouziers ; bois de Loges, Grandpré, Chevières, Marey, Champigneulle, etc. ; les grains oolitiques de limonite sont englobés dans une argile sableuse. La couche ferrugineuse atteint jusqu'à 3 m. d'épaisseur ; ces minerais sont faiblement chromifères et contiennent des traces de zinc qui se retrouvent dans les cadmies des hauts fourneaux où on les traite.

Bassin du Rhône. — *Vaucluse.* Des minerais de fer et de l'ocre jaune se trouvent dans les sables bariolés du sommet du gault de la plaine d'Apt : l'ocre est exploitée aux Tamisiers.

Supracrétacé.

Bourgogne et Nivernais. — *Yonne. Nièvre.* Les argiles de la base du cénomanien de la Puisaye [Pourrain, Parly, Diges et Sauilly (*Yonne*), Saint-Amand-en-Puisaye (*Nièvre*)], se chargent de limonite et sont depuis deux siècles, exploitées pour la fabrication des *ocres.* Les couches ocreuses ont une épaisseur variant de 0 m. 5 à 2 m. ; elles débutent à la base par un niveau constitué par de la limonite concrétionnée, avec géodes remplies de limonite pulvérulente. On observe ensuite une couche de quelques centimètres, constituée par des grains et des rognons de limonite, réunis par un peu d'argile, puis vient une couche d'un jaune foncé, très riche en limonite faisant difficilement pâte avec l'eau, c'est l'*ocre fine.* Enfin la formation se termine par une zone plus épaisse, jaune pâle (*ocre commune*), faisant pâte avec l'eau, mais moins liante que l'argile normale.

L'ocre commune et l'ocre fine sont desséchées, broyées, puis lavées et soumises à certains traitements pour obtenir les différentes qualités d'ocre jaune. Par calcination à l'air, le produit est déshydraté et transformé en ocre rouge (hématite) dite, « *minium de fer* ».

L'industrie de l'ocre très florissante à Auxerre (12 à 13.000 tonnes par an) utilise en outre, d'après les documents qui m'ont été fournis par M. Lechiche, divers autres produits ferrifères, résultant de la calcination de sidérite lithoïde, soit en vase clos (ocre noire formée essentiellement de magnétite) soit à l'air libre (ocre constituant des terres de Sienne ou des terres d'ombre). La combinaison de ces produits avec une argile blanche, permet d'obtenir des nuances variées de couleur utilisées pour la peinture à la détrempe ou à l'huile.

Berri. — *Cher.* L'ocre jaune était exploitée dans la première par-

tie du siècle dernier aux environs de Vierzon, ou plus exactement à Saint-Georges-sur-Cher ; elle se trouve à la base du cénomanien. Cette ocre a été désignée sous le nom de *vierzonite* par Bristow (*A glossary of mineralogy*. 398. 1861.), elle est constituée, elle aussi, par de la limonite mélangée à de l'argile, c'est à ce titre que je l'ai citée t. I, p. 488.

γ) Dans les assises tertiaires.

La formation du minerai de fer en grains occupe de vastes espaces dans plusieurs régions de la France. Elle consiste en poches généralement superficielles, plus ou moins profondément creusées dans les calcaires d'âge varié (particulièrement jurassique), mais toujours antérieurs à l'éocène. Elles sont remplies par une argile ferrugineuse, riche en grains, plaquettes, ou nodules de limonite. On trouve tous les passages entre les concentrations irrégulières de limonite et les pisolites bien formés. Ceux-ci sont plus ou moins sphériques, concrétionnés, à surface lisse ; leur couleur est le brun ou le jaune. Parfois creux, ils renferment alors à leur centre de l'argile. Ils ont en moyenne de 6 à 8 millimètres de diamètre, mais atteignent parfois 1 centimètre et on trouve parmi eux des nodules plus gros, véritables *ætites*. Ils sont fréquemment réunis en grand nombre par un ciment ferrugineux et constituent alors des nodules de plus grande dimension.

Dans cette formation, on trouve aussi des masses cloisonnées, des rognons tuberculeux, géodiques, à surface interne mamelonnée et à structure fibreuse (limonite, type Rancié).

On rencontre dans certaines régions (Franche-Comté), aux affleurements, et particulièrement dans les parties décalcifiées, des pisolites déshydratés et transformés en hématite. Souvent aussi, ils sont magnétiques et l'on y constate la composition des oolites vertes des terrains secondaires (berthiérine + magnétite) (Berri, Franche-Comté).

Enfin, les grains de limonite sont souvent mélangés de grains noirs plus légers, souvent creux, riches en manganèse (*mine brûlée*), avec parfois des traces de cobalt, des grains de pyrite (mines soi-disant cuivreuses). Il semble qu'en moyenne, les pisolites soient d'autant plus riches en fer qu'ils sont plus réguliers ; ils sont parfois assez alumineux et passent à la bauxite. Ils contiennent de l'acide phosphorique, des traces d'acide vanadique, etc.

L'examen microscopique fait voir que les pisolites de limonite ont

une structure très analogue ou identique à celle des oolites ferrugineuses. Il existe un ou plusieurs corps centraux, constitués par un fragment minéral (quartz, feldspath), ou organique (débris de foraminifères, de spongiaires, de coquilles), entourés par des zones concentriques de limonite.

L'attaque par un acide laisse un squelette de silice comme pour les oolites et l'on vient de voir que parmi les oolites de beaucoup de gisements, il s'en trouve qui renferment de la berthiérine et de la magnétite. Il est donc légitime de se demander si, dans bien des cas, le pisolite n'a pas été originellement constitué par un silicoaluminate de fer.

Les opinions les plus diverses ont été émises sur l'origine et l'âge de ces minerais ; ils ont été décrits comme minerais d'alluvions, puis rattachés comme âge au jurassique et enfin au tertiaire. Quelques géologues les considèrent encore comme d'un âge uniforme (sidérolitique-oligocène). Il semble bien démontré cependant aujourd'hui qu'ils sont, suivant les gisements, d'âge très varié, s'échelonnant depuis l'éocène jusqu'au quaternaire.

Au point de vue de l'origine, des opinions non moins contradictoires ont été émises. L'origine hydrothermale émise en 1828 par Alex. Brongniart et pendant longtemps admise sans contestation, a été récemment exposée à nouveau par M. de Grossouvre[1] (*A. M.* 1886. 55, et *B. S. G.* XVI. 287. 1888) qui admet que les cavités coniques, renfermant le minerai dans le Berri ont été creusées per *ascensum*.

Des observations récentes tendent à faire adopter la théorie, exposée par M. Van den Broek[2] ; d'après celle-ci, la limonite pisolitique serait le résultat du concrétionnement du fer dans le résidu de la décal-

1. L'existence de traces de zinc, de plomb, de cobalt, de manganèse a été invoquée comme argument en faveur de l'hypothèse hydrothermale; on ne saurait en tirer une semblable conclusion ; ces corps existent à l'état de traces dans tous les sédiments. On a vu au cours de cet ouvrage, des exemples de galène, de blende, etc., constituant des mouches au milieu de terrains sédimentaires, dans des conditions telles, qu'il n'est pas possible de songer pour eux à une origine profonde.

2. Dans le compte rendu d'une excursion dans le Berri (*C. Rendu Congrès géol.* 1900. 929. 1901), M. de Launay admet bien que le fer provient d'une attaque superficielle des sédiments, mais il considère le concrétionnement de la limonite comme produit dans des bassins lacustres au milieu desquels débouchaient des sources bicarbonatées ayant facilité la formation de l'argile d'origine chimique qui englobe le minerai.

cification de sédiments ayant, à un moment donné, recouvert les formations calcaires sur lesquelles reposent les gisements sidérolitiques ; les poches auraient donc été remplies *per descensum*. Certains gisements de limonite pisolitique, tels que ceux qui sont associés aux meulières de Brie des environs de Paris, ont incontestablement cette origine. On a vu du reste plus haut (voir à *bauxite-latérite*), que des pisolites ferrugineux ayant la structure de ceux qu'il s'agit d'expliquer et souvent une composition voisine peuvent se concrétionner sur place, sans qu'il y ait eu intervention soit de mouvement, soit de sources thermales. La fréquence de produits siliceux (opale, etc.) dans les argiles sidérolitiques n'est pas une objection à la théorie qui vient d'être exposée.

Je donne ci-après l'indication de quelques gisements de minerais en grains pris parmi les *principales* régions françaises où ils ont été exploités, j'y ai joint l'indication de quelques gisements bretons de limonite :

Normandie et **Bretagne, Maine** et **Anjou**. — Il existe dans ces régions de très nombreux gisements superficiels de limonite qui doivent être considérés comme résultant du remaniement des dépôts ferrifères du genre de ceux qui ont été décrits dans ce livre à divers niveaux paléozoïques. La limonite plus ou moins concrétionnée est généralement engagée dans une argile ferrugineuse renfermant des fragments imparfaitement altérés et très imprégnés de la roche originelle.

Ces gisements ont été exploités pendant plusieurs siècles. On peut citer comme type les gisements suivants :

Côtes-du-Nord : Menez.

Morbihan : Elven.

Ille-et-Vilaine : Montauban-de-Bretagne, la forêt de Paimpont, les environs de Redon.

Loire-Inférieure : environs de Nozay, de la Meilleraie, etc.

Mayenne. Les gisements analogues de l'Embuche, de Feu-Vilaine, etc., se trouvent à la surface de calcaires dévoniens.

Sarthe. Parmi les nombreux gisements superficiels de limonite, jadis exploités dans ce département, il y a lieu de citer l'ancienne minière des Bérions à Montreuil-le-Chétif, qui était très riche en petites ætites aplaties, remplies de limonite terreuse jaune ; la limonite pisolitique, cimentée par une argile brun verdâtre se trouve en Milesse et Aigné, à 7 km. au Nord-Ouest du Mans.

C'est de ce même genre de gisement que proviennent de beaux échantillons de stilpnosidérite que possède la collection du Muséum, avec l'indication « environs du Mans ». A citer encore les bois de la Pannelière, Saint-Calais (variété pisolitique), etc.

Touraine. — *Indre-et-Loire.* La Pâquerie en Villiers, La Reignière en Luzillé, Chambray, Chesnaye en Athée, Azay-sur-Cher, Reignac, Pinçon, la Bégonnière en Cangy, la Ferrière en Neuillé, Brèches, Laferrière, Grand Pressigny, Nouans, la Forêt de Saint-Aignan, etc.

Loir-et-Cher. Autainville, Couffy, Noyers, Châteauvieux, Danzay, Santenay, Mondoubleau, Châtillon-sur-Cher, etc.

Berri. — *Cher.* Les gisements sidérolitiques qui ont eu la plus grande importance économique sont ceux du Berri ; ils sont exploités depuis la période romaine. Les principales localités à citer sont les suivantes : Groupe de l'Est ou de l'Aubois : Menetou-Couture, Le Chautay, Torteron et la Guerche ; dans les minières de Bernay, on trouve en outre du gypse. Groupe de l'Ouest : La Chapelle Saint-Ursin (traces de cobalt), Bordes, Ignou, Dun-le-Roi, dans la vallée de l'Auron ; Saint-Florent, Chanteloup, dans la vallée du Cher ; divers gisements dans les vallées de l'Yèvre (Saint-Doulchard et Allouis, etc.), et enfin dans la vallée de l'Arnon, ceux de Massay, Poisieux, Mareuil, etc.

M. de Grossouvre qui a étudié en détail ces gisements (*A. M.* X. 311. 1886) les décrit comme des poches en forme de cônes renversés, communiquant à l'extérieur par leur base ou bien des poches ou des pseudofilons à renflements et étranglements, se trouvant dans les calcaires, s'y développant horizontalement ou verticalement et pouvant dans bien des cas, être recouverts par le calcaire du Berri qui serait par suite postérieur à la production du gisement.

Le calcaire dans lequel se trouvent ces poches est jurassique. Le remplissage est formé par une argile plastique ferrugineuse, veinée de blanc (terrage) qui englobe les grains pisolitiques de limonite. Entre les parois de la poche et le calcaire normal, se trouve tout d'abord une zone (castillard) de calcite spathique de moins en moins riche en grains de minerai, puis des marnes blanches renfermant des noyaux de calcaire corrodés, une zone de calcaire saccharoïde, puis des calcaires lithographiques.

La limonite pisolitique de cette région est très alumineuse (jusqu'à 23 % d'Al^2O^3) avec en moyenne 11 % de SiO^2, ce qui indique un passage à la bauxite ; la teneur en phosphore ne dépasse pas 0,40 % ; il

existe des traces de cobalt, de zinc, de plomb et des proportions plus importantes de manganèse.

Allier. Région de Montluçon.

Indre. Luçay-le-Mâle, Faverolles et Saint-Sournin près Châtillon-sur-Indre, Sainte-Fauste (beaux nodules de la grosseur du poing, formés par des pisolites réunis par de la limonite compacte).

Poitou et Périgord. — *Vienne.* De nombreux gisements se trouvent sur le prolongement de ceux de l'Indre et de ceux dont il va être question plus loin dans la Charente ; ils se trouvent particulièrement dans l'arrondissement de Montmorillon (La Rivière, Journet, Coulonges, Martreuil, environs de Lupchapt, de Verrières, etc).

Charente. De nombreux gisements ferrifères et manganésifères se rencontrent dans divers points de ce département. Ils sont associés à des silex et à des opales jaspeuses dans des argiles bariolées. Le minerai est de la limonite en pisolites ou en rognons souvent creux, ceux-ci sont alors fréquemment mamelonnés et fibreux, à surface parfois irisée (Bonnes). Les gisements à citer sont : le Bouchage, Moutardon et les Adjots dans l'arrondissement de Ruffec ; Lussac, Suaux, Taponnat, Vitrac, Saint-Adjutory dans l'arrondissement de Confolens ; Sauffignac, Mainxac, Charras, Combiers dans celui d'Angoulême et Montmoreau dans celui de Barbézieux. C'est dans ces mêmes argiles, que se rencontrent la *confolensite*, la *bauxite* et la *psilomélane*.

Dordogne. Beaumont, Excideuil (voir à *psilomélane*), etc.

Quercy. — *Lot.* De nombreux gisements de minerai de fer, en poches dans les calcaires secondaires, ont été exploités dans le Lot. On peut citer les suivants qui ont fourni d'intéressantes variétés de limonite : Montbrun (rognons tuberculeux de limonite à structure fibreuse, formés parfois autour d'un nodule de quartz), Vers (géodes de limonite fibreuse), Saint-Cirq, les Arques et Goujounac, roc des Ferrières au Sud de Montcléra (énormes rognons de limonite), Calassou au Nord de Cazes (nombreuses et belles ætites, à enveloppes concentriques).

Tarn-et-Garonne et Lot-et-Garonne. Les gisements de phosphorite qui se trouvent à la limite de ces départements et particulièrement aux environs de Caylus et de Saint-Antonin (*Tarn-et-Garonne*) renferment en abondance dans des argiles ferrugineuses phosphatées (voir à *phosphorite*), de la limonite pisolitique, parfois agglomérée par de la phos-

phorite. Cette association de phosphorite et de limonite pisolitique identique à celle des gisements du Berri et du même âge, a une grande importance théorique en montrant la connexité des phénomènes qui ont donné naissance à ces deux catégories de minéraux. Les bords de la Lémance près de Fumel, ont fourni un minerai de fer pisolitique renommé, etc.

Bassin de Paris. — Dans les environs de Paris : Sèvres, Meudon, Plessis-Piquet près Fontenay-aux-Roses (*Seine*), Vilbon (*Seine-et-Oise*) (limonite pisolitique ou concrétionnée, associée à de la psilomélane ferrifère), Ferrières, Ozouer-la-Ferrière (*Seine-et-Marne*), etc. Ces gisements résultent de la décalcification des calcaires de Brie et de Beauce, la limonite y accompagne les meulières. On la trouve entre les argiles à meulières qu'elle pénètre et le limon superficiel. M. de Lapparent qui a trouvé le même minéral cimentant des poudingues, non plus sur des plateaux, mais à une faible altitude dans le pays de Bray, les considère comme de formation récente, postérieure au creusement des vallées.

Ardennes. — *Ardennes*. De nombreux gisements de limonite, tantôt stalactiformes (petits tubes accolés, minerai en clous), tantôt en grains à surface luisante ont été exploités à la surface des calcaires jurassiques [Harancourt (avec nodules d'halloysite blanche ou blonde), Bulson, etc.], et aussi au voisinage de la limite du lias et des assises paléozoïques (Signy-le-Petit, la Ferté, etc.)

Champagne. — *Haute-Marne*. Les calcaires portlandiens des environs de Wassy sont creusés de poches, remplies de limonite géodique, qui provient du remaniement à l'époque quaternaire des limonites néocomiennes de la région : Poissons, etc.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. Les calcaires de l'oolite inférieure des environs de Briey et de Thionville (Chavigny, Saint-Pancré, Ville-Hendlemont) sont creusés de poches (avec ramifications souterraines) que remplit une argile riche en pisolites et en rognons caverneux de limonite à gangue quartzeuse (cristaux de quartz dans les cavités) et en fragments de quartz. Cette limonite (*minerai fort*) est peu phosphoreuse et a été longtemps exploitée.

Enfin, dans quelques localités (Russange, Florange), on a exploité dans le diluvium, au pied d'escarpements jurassiques, des amas de petits fragments roulés de limonite, engagés dans du sable et provenant du remaniement par les eaux de limonite liasique.

Belfort. Roppe, Pérouse, Chévremont.

Franche-Comté. — *Haute-Saône*. Autray, Gray, Pesmes, Marnay, Montbozon, etc. Il existe souvent jusqu'à 1/10 des grains attirables à l'aimant (voir Thirria. *A. M.* XIX. 49. 1851).

Jura. — *Doubs*. Environs de Montbéliard.

Jura. Petit-Mercey, Louvatange, Echevannes, Jancigny, Étrépigney, etc.

Bourgogne. — *Yonne*. Yrouère et Sambourg, etc.

Côte-d'Or. Magny, Saint-Médard, Beire-le-Châtel, etc.

ε) Quaternaire et période actuelle.

Minerai des marais, des tourbières, des lacs.

Des dépôts souvent considérables de limonite s'observent dans les pays bas et marécageux. Ils se forment actuellement à une faible distance de la surface et il est, dans bien des cas, possible de suivre les diverses phases de leur formation ; leur production est assez rapide, car on connaît des régions où des dépôts exploités se sont reproduits au bout d'une trentaine d'années.

Ces gisements de limonite se trouvent au voisinage de cours d'eau peu rapides et marécageux ou dans les lacs où débouchent ces derniers. Le minerai gît d'ordinaire à 2 ou 4 centimètres, rarement à 1 mètre de la surface ; il est recouvert de bruyère, de gazon, de tourbe. On l'observe au milieu du sable, en rognons ou en nodules, parfois isolés, souvent réunis en couches plus ou moins irrégulières. Dans les lacs, ces nodules présentent parfois une structure concentrique rappelant celle du fer pisolitique.

Cette limonite appartient souvent à la variété *stilpnosidérite* ; elle est alors amorphe, d'un brun jaune ou d'un brun foncé ; sa cassure est résineuse, à aspect de poix ; elle est fragile. Dans d'autres cas elle offre l'aspect habituel de la limonite compacte, concrétionnée et terreuse. Elle renferme de nombreuses impuretés : acides siliciques,

phosphorique, acides organiques, etc. ; elle contient fréquemment des nids de vivianite et des inclusions de quartz.

L'origine du fer transporté par les eaux, qui donne naissance à cette formation de limonite, doit être recherchée dans le substratum (roches altérées sur place, limon, etc.). Le fer à l'état de sesquioxyde est réduit par les matières organiques en décomposition et transformé en sels d'acides organiques et en carbonate ferreux. Ceux-ci, dissous dans l'eau, sont oxydés par l'oxygène de l'air, à leur arrivée au jour, ou bien sont décomposés, même à l'abri de l'air, par des *ferrobactéries* en cellules cylindriques, associées à des filaments (*Leptothrix ochracea*, *Crenothrix polyspora*), qui ont besoin pour vivre d'absorber dans leur protoplasma des sels ferreux. Ceux-ci s'y oxydent et se transforment en sels ferriques que secrètent les cellules ; le Fe^2O^3 imprègne alors leurs membranes et leur gaine gélatineuse. Le rôle physiologique de ces ferrobactéries comparable à celui des sulfobactéries (Tome II, p. 373), a été bien mis en lumière par M. Winogradsky (*Botan. Zeit.* 1888. 260), qui a montré la facilité avec laquelle on peut en faire des cultures dans les laboratoires.

Dans les marais et partout où les eaux sont stagnantes, l'évaporation est particulièrement rapide et détermine un dépôt ferrugineux. La surface de l'eau se couvre souvent d'un enduit irisé, le fond se tache d'une rouille ocreuse, et l'on trouve à peu de distance de la surface, des rognons ou des gâteaux de limonite, encroûtant des grains de sable et des débris organiques ; ceux-ci peu à peu se transforment eux-mêmes en limonite et sont souvent mélangés de vivianite.

Dans les tourbières, le minerai se dépose par le même mécanisme, soit à la base de la couche de tourbe, soit au milieu de celle-ci. Dans une étude récente des tourbières de Hollande, M. van Bemmelen signale (*Arch. néerl. sc.* IV. 19. 1900) au milieu de la limonite de la base de quelques tourbières, l'existence de carbonate de fer amorphe, de cristaux de vivianite et de sidérite s'oxydant pour donner de la limonite. Quant au minerai déposé dans la tourbe elle-même, il est constitué exclusivement par du carbonate amorphe, de la sidérite et un peu de vivianite. Il n'est pas douteux, d'après cet auteur, que le minerai des marais ne se soit fait de bas en haut par ascension des eaux ferrugineuses du sous-sol qui est constitué par un sable aquifère amenant les eaux des terrains sablonneux plus élevés. C'est aussi la conclusion à laquelle m'a conduit l'étude de la formation de la limonite dans le

petit étang marécageux de Saint-Laurent-lès-Mâcon (*Ain*).

La précipitation du Fe^2O^3 dans les marais et les lacs a été aussi attribuée à des diatomées, à des characées, mais le fait demande confirmation.

Landes. C'est à un mode de formation analogue à celui qui vient d'être décrit qu'il faut rapporter la limonite autrefois exploitée dans le sable des Landes, au voisinage de Dax et à l'Ouest de cette ville. Cette limonite était traitée dans les hauts fourneaux au bois de Labouheyre, Baglose, Uza, Castet, Ponteaux, etc. Elle se trouve parfois dans les collections avec l'indication de l'une de ces localités ; les dernières minières (à ciel ouvert) exploitées se trouvent à Péchicot et à Hardy, non loin de Saint-Paul-lès-Dax.

Les gisements se rencontrent dans des dépressions du sol, à quelques décimètres de la surface. Il existe deux catégories de minerai, le plus riche est formé par des globules, réunis en nodules et empâtant un peu de sable, beaucoup de débris végétaux (bois, écorce, glands parfois entiers, etc.) ; la seconde forme des amas et des gâteaux de dimension parfois assez grande ; ils sont cloisonnés et très riches en sable.

Le minerai des Landes présente souvent au plus haut point les caractères du minerai des marais ; c'est alors une stilpnosidérite brune ou noire à éclat de poix très vif, fragile, et généralement riche en acide phosphorique. On trouve aussi des variétés concrétionnées, et terreuses de limonite de couleur jaune.

On donne le nom d'*alios* à un sable quartzeux agglutiné par de la limonite et des matières organiques ; il existe à une faible profondeur non seulement sous le sable des dunes des Landes, mais encore sous le cailloutis du Médoc (*Gironde*), sous le sable des forêts de Chantilly (*Oise*) et de Fontainebleau (*Seine-et-Marne*), etc. C'est une formation actuelle semblable à celui du minerai des marais, résultant de la concentration dans la nappe souterraine d'infiltrations de matériaux dissous venant de la profondeur à la surface. La concrétion se produit en été, au fur et à mesure de l'évaporation de la nappe souterraine.

b) *Comme élément accessoire.*

La limonite se rencontre comme produit de pseudomorphoses dans toutes les formations sédimentaires renfermant de la pyrite ou de la marcasite sous forme de cristaux, de nodules, d'épigénies de fossiles, etc.

Il me paraît inutile d'y revenir et je me contente de renvoyer au tome II où ont été énumérés quelques exemples typiques de ce genre de gisement, dans quelques cas ces épigénies de pyrite sont formés par hydrates moins riches en eau que la limonite.

Je rappellerai cependant qu'à Montgeux (*Aube*), les nodules de marcasite donnent par leur décomposition, des géodes de limonite remplies de soufre natif.

Ætites

La limonite se trouve aussi dans ces mêmes formations sous forme de concrétions ne constituant que des accidents sans intérêt économique et que par suite, je n'ai pu citer dans le paragraphe précédent. Ce sont des masses plus ou moins volumineuses, véritables géodes, creuses, munies d'un noyau argileux ou sableux mobile, qui sont appelées *ætites* ou *pierres d'aigle*.



Fig. 6.
Ætite (pierre d'aigle) de Saint-Jean-de-Luz (*Basses-Pyrénées*). (*Photographie, réduite au 1/3 environ.*)

La production des ætites est souvent tout à fait récente, ainsi qu'en témoigne une géode de ce genre trouvée en 1845 dans une terre des environs de Périgueux (*Dordogne*) (Marrot, *B. S.* G. III. 527. 1846) : elle contenait 200 pièces d'argent du XVe et du XVIe siècles, elles-mêmes encroûtées par le même minéral.

Voici quelques gisements ayant fourni, à ma connaissance, de très beaux spécimens d'ætite ; il serait facile de les multiplier.

Bretagne. — *Morbihan*. Carentoir.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Environs de Saint-Jean-Pied-de-Port (fig. 6) et Côte des Basques à Biarritz (cavités de plusieurs litres de capacité) (dans les assises nummulitiques?).

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Laval, Polignac, Taulhac, Ceyssat, etc.

Puy-de-Dôme. Environs d'Issoire. (dans l'oligocène.)

Saône-et-Loire. Environs de Mâcon.

Dombes. — *Ain*. Aux environs de Trévoux, dans les Dombes, on rencontre en grande abondance, des ætites, dont les unes renferment de

l'eau, les autres un noyau mobile, alors que beaucoup d'entre elles sont vides ; elles se trouvent à divers niveaux des sables à *Mastodon arvernensis* du pliocène moyen : elles ont été souvent citées par les anciens auteurs.

Stalactites de limonite.

Les schistes riches en pyrites sont souvent à leurs affleurements profondément altérés par les eaux vitrioliques résultant de l'oxydation de ces minéraux. Ces eaux laissent déposer au voisinage de la surface des enduits terreux ou scoriacés de limonite : quand il existe des fissures ou des cavités, la production de la limonite peut avoir lieu sur une plus grande échelle et fournir des échantillons intéressants : tel est le cas pour les deux gisements suivants.

Bretagne. — *Finistère.* Des stalactites de limonite ont été trouvées par M. de Limur à Douarnenez dans une grotte creusée sur les bords de la mer dans des schistes paléozoïques. Elles atteignent 1 mètre de longueur. L'échantillon que j'ai examiné n'a que 20 centimètres. Le minéral est fragile ; les écailles peu cohérentes qui le constituent laissent des vides entre elles : elles ont une cassure résineuse, à éclat très vif.

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* Les schistes siliceux (siluriens) des environs de Bagnères-de-Luchon renferment fréquemment de la limonite produite par la décomposition des pyrites qui y sont très abondantes. La grotte du Chat près Montauban est célèbre par les concrétions de limonite magnifiquement irisées qu'elle renferme et qui n'ont pas une autre origine.

4° Comme produit d'oxydation d'objets en fer.

En terminant, je rappellerai que la *rouille*, qui recouvre les objets en fer placés à l'humidité, est constituée par une variété de limonite à cassure souvent résineuse. Quand l'objet oxydé est placé dans le sol, la limonite agglutine les grains de sable voisins et se concrétionne. L'attaque de cette limonite par l'acide chlorhydrique montre parfois l'existence d'un squelette de silice gélatineuse.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

Le deuxième fascicule de ce volume est sous presse et paraîtra dans le milieu de l'année 1902.

Le tome IV et dernier paraîtra peu après. Il sera terminé par un index géographique détaillé consistant :

1° Dans la liste de tous les noms de lieux cités, avec l'indication des minéraux qui y ont été étudiés ;

2° Dans la liste des localités classées par département.

ERRATA

Page 27, ligne 15, supprimer $d^{1/37}$ $d^{1/5}$ $b^{1/10}$.

Un errata général se trouvera à la fin du Tome IV.

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR

Paris, 15, rue des Saints-Pères. — Liège, 21, rue de la Régence.

EXTRAIT DU CATALOGUE

Les enclaves des roches volcaniques, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle, 1 volume grand in-8° de 710 pages avec 35 figures dans le texte, 8 planches en couleur (représentant 96 préparations microscopiques) et index géographique.
Cet ouvrage, tiré à petit nombre d'exemplaires et mis en vente à 30 fr. (1893), est sur le point d'être épuisé ..... 40 fr.

Minéralogie de la France et de ses colonies, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. Tome I, grand in-8° de XX-723 pages avec nombreuses figures dans le texte ..... 30 fr.
Tome II, grand in-8° de 804 pages avec nombreuses fig. dans le texte ..... 30 fr.
Tome III, 1er fascicule ..... 15 fr.
Tome III, 2e fascicule (*sous presse*) ..... 15 fr.
Tome IV (à paraître en fin 1902) ..... 30 fr.

Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 23 figures dans le texte et 3 planches ..... 6 fr. 75

Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact. 1er Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège*, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 3 planches ..... 3 fr. 75
— 2e Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège, de l'Aude, des Pyrénées-Orientales et des Hautes-Pyrénées.* 1 volume grand in-8° avec 16 figures et 3 planches .... 3 fr.

Le gabbro du Pallet et ses modifications, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 1 planche ..... 3 fr. 25

Les minéraux des roches. 1° Application des méthodes minéralogiques et chimiques à leur étude microscopique, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines.
2° Données physiques et optiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte et une planche en couleur... 12 fr. 50

Tableaux des minéraux des roches. Résumé de leurs propriétés optiques, cristallographiques et chimiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume in-4, relié ..... 6 fr.

Structures et classification des roches éruptives, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 1 volume grand in-8° ..... 5 fr.

Étude sur la détermination des feldspaths dans les plaques minces au point de vue de la classification des roches, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines.
1er fascicule. 1 volume grand in-8° avec 23 planches en couleur ..... 7 fr. 50
2e fascicule ..... 7 fr. 50

Carte géologique de la France au $\frac{1}{80000}$, publiée par le Ministère des Travaux publics. (*Demander le catalogue des cartes parues.*)

Minéralogie du département du Puy-de-Dôme, par F. Gonnard, 2e édition, in-8°, 192 pages ..... 6 fr.

Études pétrographiques sur les roches volcaniques de l'Auvergne, suivies d'une note sur des roches désignées sous le nom d'hémithrène et sur quelques autres du plateau gneisso-granitique du département du Puy-de-Dôme, etc., par A. von Lasaulx, traduites par F. Gonnard. 1 volume grand in-8° de 224 pages et 2 planches ..... 6 fr.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME TROISIÈME

2e PARTIE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1909
Tous droits réservés

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

MACON PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME TROISIÈME

2e PARTIE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1909
Tous droits réservés

GROUPE DE LA BRUCITE

Ce groupe comprend les deux minéraux rhomboédriques suivants :

Brucite..... $Mg(OH)^2$
**Pyrochroïte*... $Mn(OH)^2$

et des termes intermédiaires, ainsi que des variétés ferrifères.

Seule la brucite a été rencontrée dans des gisements français.

BRUCITE

$Mg(OH)^2$

Rhomboédrique : $pp = 82°22' 30''$.

$[a : c = 1 : 1,5208$ (Hessenberg)$]$.

$pa^1 = 119°39'34''$.

Formes et faciès. La brucite cristallise d'ordinaire en rhomboèdres basés, à faces souvent courbes. Dans l'un des gisements cités plus loin, elle constitue des lamelles sans formes géométriques distinctes ; elle se présente aussi en fibres asbestiformes élastiques (*némalite*).

Clivages. Clivage a^1 (0001), micacé, donnant des lames flexibles.

Dureté. 2,5. Sectile.

Densité. 2,38 à 2,4.

Coloration et éclat. Blanche ou grise, d'un vert clair ou bleuâtre. Éclat nacré très vif sur les lames de clivage ; sur les autres faces l'éclat est vitreux ou gras. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Uniaxe, *positive* ($\mathbf{n}_g$).

$\mathbf{n}_g = 1,579$ (rouge) (Max Bauer)
$\mathbf{n}_p = 1,559$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,020$

Dans les variétés fibreuses (allongement suivant une diagonale de la base), les axes sont nettement écartés et le plan des axes optiques est parallèle à l'allongement des fibres de signe négatif.

Propriétés électriques. Pyroélectrique : par le refroidissement, les extrémités de l'axe vertical sont négatives, les arêtes, positives (Hankel).

Composition chimique. La formule $Mg(OH)^2$ ou $MgO + H^2O$ correspond à la composition suivante :

MgO....	69,0
H^2O....	31,0
	100,0

Il existe souvent un peu de protoxyde de fer (*ferrobrucite*) ou de manganèse (*manganobrucite*).

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau, blanchit et devient opaque ; les variétés ferrifères et manganésifères prennent une teinte foncée. Infusible au chalumeau, mais gonfle et devient incandescente, en se transformant en une forme uniaxe, négative, de magnésie anhydre. Chauffée avec l'azotate de cobalt, prend la teinte rose pâle caractéristique de la magnésie.

Soluble dans les acides sans effervescence quand elle est intacte.

Altérations. Par exposition à l'air, la brucite devient terne, friable en absorbant de l'anhydride carbonique : parfois le produit de l'altération est cristallisé et constitué par de l'hydromagnésite.

Diagnostic. Les lames de brucite se différencient de tous les minéraux à structure micacée par leurs propriétés chimiques ; dans les sections minces de roches, on distingue la brucite des micas et du talc, par son signe optique, des chlorites blanches optiquement positives (*leuchtenbergite*), par la biréfringence plus élevée.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La brucite se trouve avec d'autres minéraux magnésiens dans les serpentines et dans les cipolins ; elle s'est souvent formée à leurs dépens.

1° *Dans les cipolins.*

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai trouvé (*B. C. G. F.* II. N° 11. 1890. 5) la brucite, en petites lamelles nacrées, dans les cipolins d'Arignac : elle y accompagne les minéraux du groupe de la humite, la pargasite, la phlogopite, le spinelle. Elle se rencontre surtout dans des roches presque entièrement silicatées, que j'ai rencontrées en lits au milieu des cipolins ; elle s'est formée aux dépens des humites et du spinelle.

Dans les échantillons très altérés, la brucite forme en quelque sorte la charpente de la roche, englobant humites, spinelles, etc. Au microscope, en lumière polarisée parallèle, on constate qu'elle constitue de petites paillettes diversement orientées, au milieu desquelles se développent des plages plus ou moins grandes du même minéral.

Madagascar. — La brucite est un minéral secondaire assez fréquent dans les cipolins du Massif central contenant des humites : elle s'y présente avec le même aspect qu'à Arignac.

2° *Dans les serpentines.*

Vosges. — *Vosges*. Delesse a signalé (*A. M.* XVIII. 333. 1850), dans la serpentine très altérée des Xettes, l'existence de lames nacrées de brucite et de fibres blanches à aspect de gypse, qu'il a attribuées à la némalite. Il ne semble pas évident, d'après sa description, que cette assimilation soit définitive : dans tous les cas le minéral étudié était en partie carbonaté.

HYDROCUPRITE

$Cu(OH)^2$

Faciès. Ce minéral forme des enduits feutrés, généralement très minces, difficiles à isoler et à purifier, qui revêtent parfois l'aspect d'un mince chiffon.

Coloration et éclat. Jaune orangé à rouge orangé. Aspect terreux.

Composition chimique. La formule supposée du minéral est $Cu(OH)^2$, ou $Cu^2O + H^2O$, mais sa composition exacte n'a pas été établie avec une sûreté suffisante, faute de matière pour une analyse complète.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et se transforme en cuprite. Soluble dans les acides.

Diagnostic. Le minéral se distingue de la cuprite terreuse par l'existence de l'eau.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau central. — *Rhône.* L'hydrocuprite a été décrite pour la première fois par Genth, en enduits sur de la magnétite de Pensylvanie. Je l'ai trouvée sur des échantillons de Chessy ; elle y forme de minces enduits à la surface de cuprite cristallitique ; je n'ai pu en isoler qu'une fort petite quantité, ne permettant que quelques essais qualificatifs

NITRATES

Les principaux minéraux du groupe des nitrates[1], sont constitués par deux types anhydres :

* *Nitratine*	$Na\,Az\,O^3$
Nitre	$K\,Az\,O^3$

Tous deux sont polymorphes. Il existe une forme rhomboédrique, isomorphe de celle de la calcite et une autre, rhombique, voisine de celle de l'aragonite, mais dans chacun de ces sels ce n'est pas la même forme qui est stable, la nitratine n'est connue à l'état naturel que sous la forme rhomboédrique et le nitre que sous la forme rhombique.

Deux nitrates hydratés se rencontrent dans la nature.

Ce sont :

Nitrocalcite	$Ca\,(Az\,O^3)^2 + n\,H^2O$
* *Nitromagnésite* ...	$Mg\,(Az\,O^3)^2 + n\,H^2O$

Le nitre et les nitrates hydratés se trouvent en abondance dans les gisements français : leurs conditions de gisement étant les mêmes, celles-ci seront étudiées dans un même paragraphe. Ces minéraux présentent la particularité remarquable de devoir leur origine au travail physiologique d'algues microscopiques (bactériacées).

NITRATINE

$NaAzO^3$

Rhomboédrique : $pp = 106°30'$.

$[a : c = 0{,}8276$. Brooke.$]$

$pa^1 = 136°18.'$

1. Il faut y ajouter, pour compléter le groupe des nitrates existant dans la nature, la nitrobarite $[Ba(AzO^3)^2]$, cubique tétraédrique, la gerhardtite $[Cu(AzO^3)^2, 3\,Cu(OH)^2]$ et la darapskite $Na^2SO^4, NaAzO^3 + H^2O$.

Formes et faciès. La nitratine se présente en masses cristallines, sans cristaux distincts.

Clivages. Clivages p $(10\bar{1}1)$ parfaits. Sectile.

Dureté. 1,5 à 2.

Densité. 2,24 à 2,29.

Saveur. Saveur fraîche.

Coloration et éclat. Blanche, mais souvent colorée en gris brun, ou en jaune par des impuretés. Éclat vitreux. Transparente.

Propriétés optiques. Uniaxe, *négative* ($\mathbf{n}_p$).

$$\mathbf{n}_g = 1{,}5852 \text{ (D) (Cornu)}$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}3348$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}2504$$

Essais pyrognostiques. Sur le charbon, déflagre et colore la flamme en jaune intense. Soluble dans l'eau.

Altérations. Déliquescente à l'air humide.

Diagnostic. Voir à *nitre*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La nitratine forme au Chili et en Bolivie de vastes dépôts, constitués par des masses cristallines (*caliche*) associées à du gypse, du sel gemme, des iodates, etc. Ce sont eux qui fournissent les nitrates utilisés en si grande quantité par l'agriculture et l'industrie.

On a discuté sur l'existence de dépôts analogues dans le Sahara; on verra p. 413 que toutes les vraisemblances sont pour que les nitrates apportés de l'intérieur saharien par les caravanes proviennent de terres salpêtrées.

NITRE

$KAzO^3$

Orthorhombique[1] : $mm = 118°50'$.

$b : h = 1000 : 603{,}486$ D $= 860{,}892$ $d = 508{,}787$

[$a : b : c = 0{,}5910 : 1 : 0{,}7010$. Miller].

1. La forme rhomboédrique du nitre se produit en même temps que la rhombique, lorsqu'on évapore une solution concentrée du sel ; les rhomboèdres se transforment en prismes rhombiques, quand ils ont été touchés par un cristal de cette

Macles. Macle suivant m (110), conduisant à des groupements pseudohexagonaux, semblables à ceux de l'aragonite.

Faciès. Le nitre ne se trouve pas dans la nature sous forme de gros cristaux, allongés suivant l'axe vertical, comme ceux que l'on fait si aisément cristalliser dans les laboratoires. Il forme des efflorescences ou des croûtes ; celles-ci sont constituées soit par des aiguilles rectilignes, soit par de petites fibres, tordues et concrétionnées tout à fait analogues à celles de glace, dont il a été question plus haut et rappelant d'une façon remarquable les cristaux de stibine représentés par la figure 8 de la page 453 du tome II (nitre des murs de Paris). Ces formes contournées expliquent pourquoi les efflorescences de nitre présentent, lorqu'on les détache de leur gangue, une structure feutrée analogue à celle d'une étoffe.

Clivages. Clivages parfaits suivant e^1 (011), faciles suivant g^4 (010), imparfaits suivant m (110). Cassure conchoïde ou inégale.

Dureté. 2. Fragile.

Densité. 2,09 à 2,14.

Saveur. Saveur fraîche et saline.

Coloration et éclat. Incolore. Éclat vitreux. Transparent ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *négative* perpendiculaire à p (001). Dispersion énergique $\rho < v$.

$$\mathbf{n}_g = 1{,}5064 \text{ (D) (Schrauf).}$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}5056$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}3346$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}1718$$
$$2\,E = 10°51' \quad 2\,V = 7°12'$$

Composition chimique. La formule $KAzO^3$ correspond à la composition centésimale suivante :

Az^2O^5	53,5
K^2O.....	46,5
	100,0

forme. A une température voisine de la fusion (339° C), la forme rhombique se transforme en la rhomboédrique. Mallard a montré que par refroidissement, quand les rhomboèdres passent par cette température critique, ils ne se transforment pas brusquement; les cristaux restent pendant quelque temps en surfusion cristalline.

Essais pyrognostiques, etc. Déflagre sur le charbon et détone quand il a été mélangé au charbon. Donne à la flamme la coloration violette du potassium.

Très soluble dans l'eau ; n'est pas déliquescent.

Diagnostic. La forme et les réactions du potassium permettent de distinguer le nitre de la nitratine ; l'absence de déliquescence, la forme géométrique, les réactions du potassium et l'absence de celles du calcium et du magnésium le font aisément distinguer de la nitrocalcite et de la nitromagnésite.

NITROCALCITE

$$Ca(AzO^3)^2 + nH^2O$$

La nitrocalcite possède tous les caractères extérieurs du nitre, dont elle se distingue par sa saveur amère et acide et par ses réactions pyrognostiques.

Composition chimique. La composition du sel anhydre $Ca(AzO^3)^2$ est la suivante :

Az^2O^5.....	65,9
CaO.....	34,1
	100,0

Le minéral renferme une teneur en eau, qui n'a pas été déterminée exactement ; de grandes difficultés de purification se présentent, le minéral étant souvent mélangé de nitre et formant des croûtes à la surface de plâtras ou de calcaire, dont il est difficile de le débarrasser. Shepard a publié une analyse indiquant une molécule d'eau : le sel artificiel en contient quatre.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau. Sur le charbon, fond en produisant une faible détonation, puis se dessèche en laissant une croûte de chaux caustique. Le minéral hydraté est très déliquescent.

Très soluble dans l'eau, il donne une solution qui fournit les réactions de la chaux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le nitre et la nitrocalcite se trouvent dans les mêmes gisements ; la production de l'un ou de l'autre dépend seulement de la nature du substratum sur lequel et aux dépens duquel se forment les nitrates. Ils s'observent sous forme d'efflorescences à la surface des vieux murs et particulièrement au voisinage des écuries, des fosses d'aisance, dans les caves des maisons et surtout dans celles qui sont malpropres et à proximité des fosses d'aisance non étanches. On les rencontre aussi, sous la même forme, dans certaines grottes habitées ou ayant été habitées par l'homme ou par des animaux.

Leur production est bien plus générale encore ; ils prennent naissance en effet dans toutes les terres arables et jouent ainsi un rôle capital dans la végétation, mais ils ne s'y manifestent pas d'ordinaire sous une forme minéralogique, comme dans les cas précédents, où grâce à une évaporation suffisamment active du substratum, ils peuvent cristalliser ; ces divers cas échappent donc au cadre de cet ouvrage, de même que ceux de fixation de l'azote par les légumineuses et peut-être par le sol.

Le nitre a été pendant longtemps retiré uniquement du lavage des vieux plâtras ou de nitrières artificielles ; celles-ci étaient constituées par des terres riches, stratifiées avec du fumier et disposées de façon à faciliter l'aération de la masse, qui était arrosée fréquemment, mais modérément chaque fois, avec de l'urine, des eaux ménagères ou même de l'eau pure (voir *Instructions sur l'établissement des nitrières*, publiées en 1777 par les Régisseurs généraux des poudres et salpêtres, *in* Boussingault : *Agronomie*, II, p. 23) ; la production du nitre était ainsi facilitée et rendue plus rapide que dans les gisements naturels.

Dans l'Inde et dans les pays tropicaux en général, il existe des nitrières d'origine analogue ; elles se trouvent surtout au voisinage des villages, où les déjections des habitants et des bestiaux peuvent s'accumuler ; la longue durée des périodes sans pluie rend possible dans certaines régions l'accumulation des nitrates, ceux-ci au contraire se dissolvent au fur et à mesure de leur production dans tous les climats humides.

MM. Schloesing et Müntz ont montré que la nitrification est le résultat de l'action d'un organisme et ils ont mis en lumière les conditions les plus favorables à la production du phénomène : température

convenable de (+ 5 à 55° C, avec optimum à 37°6), aération suffisante, présence de sels ammoniacaux et d'une faible quantité de matière organique[1]. M. Winogradsky a précisé le mécanisme de la formation des nitrates et la nature des bactériacées qui les produisent : la formation des nitrates implique l'intervention de deux catégories de bactériacées, celles de la fermentation ammoniacale, puis celles des fermentations de la nitrification.

1° Fermentation ammoniacale. Elle consiste dans la production de composés ammoniacaux aux dépens des matières azotées végétales ou animales. L'urine peut être prise pour exemple ; sous l'influence du *Micrococcus ureae*, l'urine de l'homme se trouble, laisse déposer des sels minéraux (phosphate ammoniaco-magnésien), des urates, etc., puis elle se transforme en carbonate d'ammonium : $(CO)(Az\,H^2)^2 + 2\,H^2O = CO^3\,(Az\,H^4)^2$. Ce carbonate d'ammonium et d'autres sels ammoniacaux, pouvant prendre naissance dans des conditions analogues, imprègnent les murs, au voisinage desquels ils se produisent, grâce à leur solubilité et à leur volatilité, et fournissent ainsi aux bactéries de la nitrification les éléments nécessaires.

2° Ferments de la nitrification. Le concours de deux organismes est nécessaire (Winogradsky) pour la formation des nitrates par oxydation des sels ammoniacaux.

a). Le ferment nitreux transforme l'ammoniaque en nitrite. L'acide nitreux ainsi produit [$2\,(Az\,H^3) + O^7 = 2\,Az\,O^2 + 3\,H^2O$] est saturé par les bases (K^2, Na^2, Ca, Mg) du milieu ambiant.

b). Le ferment nitrique oxyde le nitrite ($KAzO^2 + O = KAzO^3$).

Les organismes de fonctions semblables, mais provenant de localités éloignées, n'ont pas les mêmes propriétés morphologiques et constituent probablement des espèces ou des variétés différentes. Le ferment nitreux de la terre de Zürich se présente sous deux états : 1° les cellules sont libres et souvent mobiles (*monas*) ; 2° elles forment des colonies compactes (*zooglées*) ; l'action des zooglées est plus lente que celle des monas. Dans la terre de Gennevilliers, près Paris, les zoo-

1. D'après M. Müntz, les nitrobactéries jouent un rôle important dans la décomposition des roches et la formation de la terre arable à leurs dépens ; il leur attribue aussi la production des gisements de nitratine du Chili (double décomposition du nitrate de calcium ainsi produit et du chlorure de sodium des eaux de la mer) (*C. R.* CI. 1265 et CI. 1370) ; les bactéries de la nitrification oxydent l'iode et forment des iodates qui, on le sait, accompagnent ces nitrates.

glées sont beaucoup plus abondantes que dans celles de Zürich. Le ferment nitreux de l'ancien monde est désigné sous le nom de *nitrosomonas*, celui d'Amérique sous celui de *nitrosococcus*. L'air ne contient pas de ferments nitreux vivants.

Quant au ferment nitrique (*nitrobacter*), il a la forme de bâtonnets.

L'abondance de matière organique très altérable est défavorable à la nitrification. En présence d'un excès de substance organique et en l'absence d'oxygène, on voit végéter des bactéries dénitrifiantes (Dehérain et Maquenne), qui réduisent les nitrates formés par les procédés indiqués plus haut; il y a dégagement d'azote ou de protoxyde d'azote et cela au grand détriment du milieu dans lequel s'opère ce phénomène.

Les nitrobactéries ne peuvent se développer sur le bouillon de gélatine ; contrairement aux autres végétaux sans chlorophylle, elles vivent et se multiplient dans des milieux purement minéraux, dépourvus de carbone organique et ne contenant que de l'anhydride carbonique sous forme de calcite. Mais, à l'inverse des plantes à chlorophylle, elles peuvent assimiler l'anhydride carbonique minéral, aussi bien à l'obscurité (formation des nitrates dans les caves, les cavernes) qu'à la lumière. M. Winogradsky a réalisé la culture des nitrobactéries en milieu alcalin, sur de la silice gélatineuse.

Les deux phases successives de la nitrification, faciles à mettre en évidence dans le laboratoire, sont peu aisées à différencier par l'étude directe du sol ; il est difficile en effet de saisir sur le fait dans celui-ci la phase nitreuse. Les nitrites y sont oxydés au fur et à mesure de leur production, grâce à la coexistence des deux ferments, qui vivent dans le sol en symbiose étroite. Si l'on fait dans le laboratoire une culture en milieu liquide, les colonies se produisent au fond du vase, au contact du calcaire. C'est la phase nitreuse qui, au début, est surtout évidente, car les bactéries nitriques, se développent dans ce milieu plus lentement que les bactéries nitreuses.

Dans les cavernes, la production des nitrates est due aussi à la décomposition des cadavres d'animaux, comme cela a lieu dans celle de Minerve, connue par les travaux de M. A. Gautier, et dont il sera question à l'article *brushite* (tome IV). Au cours dela fermentation putride, qui accompagne et suit la fermentation ammoniacale, dans la décomposition des matières albuminoïdes, non seulement il se forme aux dépens des muscles et sous l'influence de bactéries anaérobies, des composés

ammoniacaux, mais encore des amides, des alcaloïdes, des acides libres ou combinés à l'ammoniaque, des produits sulfurés (hydrogène sulfuré) et phosphorés ; ces derniers s'oxydent pendant la période de nitrification des sels ammoniacaux et en réagissant sur les roches voisines donnent naissance à des sulfates (gypse) et des phosphates (brushite, minervite), qui subsistent seuls comme ultime résidu de ces fermentations successives. On comprend facilement en effet que ces minéraux, grâce à leur faible solubilité, puissent persister plus longtemps dans les cavernes humides que les nitrates extrêmement solubles dans l'eau, alors que placés dans des conditions de sécheresse suffisantes, ces derniers devraient exister en plus grande quantité que les phosphates.

Il n'y a lieu de citer en France d'une façon spéciale aucun gisement de nitre ou de nitrocalcite ; ces minéraux abondent sous forme d'efflorescences un peu partout, toutes les fois que sont réalisées les conditions énoncées plus haut.

Je noterai seulement que les assises crayeuses, dans lesquelles ont été jadis creusées des habitations troglodytiques, doivent à leur porosité et à l'antique malpropreté de ces dernières, une abondante formation de nitre et de nitrocalcite (Laroche-Guyon (*Seine-et-Oise*), environs de Tours (*Indre-et-Loire*), d'Angoulême (*Charente*), etc.).

Pendant la guerre de 1870, des essais ont été faits à Paris sur la richesse en nitrates des vieux plâtras ; elle a été trouvée en moyenne de 1 à 1,5 pour cent et de 4 au maximum.

Les nitrières artificielles sont abandonnées complètement aujourd'hui, depuis que les gisements de l'Amérique du Sud fournissent en abondance de la nitratine et que l'on commence à faire industriellement des nitrates à l'aide de l'azote atmosphérique.

Algérie. — La région saharienne de l'Algérie a été une source importante de nitre pour les indigènes avant l'occupation française. M. Flamand a particulièrement étudié la question pour le Sud-Oranais (*Docum. pour servir à l'étude du N.-O. afric.* Alger. 1897. 108) et indiqué les principales régions du Gourara (Timimoun, Guerara), du Touat, du Tidikelt et du pays des Touaregs, dans lesquelles ce minéral était exploité. L'analyse d'échantillons grossièrement raffinés par les indigènes indique 68 à 69 % de nitrate de potassium et 30 à 28 % de nitrate de sodium. L'échantillon que m'a communiqué M. Flamand provenant de la sebkha de Timimoun est constitué par une masse très

cristalline, miarolitique, formée par l'enchevêtrement de longues aiguilles de nitre, atteignant un centimètre.

Étant donnée la quantité relativement grande de produits exportés du désert, on peut se demander si ce nitre, dont aucun échantillon brut n'a pu être examiné jusqu'à présent, est un produit extrait par lessivage de terres salpêtrées par les procédés exposés plus haut, ou s'il ne provient pas plutôt de dépôts continus, comparables aux gisements de *caliche* du Chili et de la Bolivie. La composition chimique du produit est plutôt favorable à la première hypothèse ; l'abondance du sodium dans ce nitre peut s'expliquer par la richesse en chlorure de sodium du sol de la région désertique, dont il s'agit ici.

Cependant dans une note relativement récente (*B. S. G. F.* II. 1902. 366), M. Flamand a décrit de nouveaux échantillons provenant de gisements du Touat. La sebkha des Oulad Mahmond est le gisement nitrifère le plus riche. Le nitre s'y trouve uniquement à la surface du sol, agglomérant avec sel gemme le sable qui recouvre une couche plus riche en sel gemme (pleistocène récent). M. Flamand admet que les nitrates montent dans le sol par capillarité et proviennent par suite de gisements profonds, dont la réalité cependant reste à démontrer.

Dans la partie moins méridionale de l'Algérie, notamment aux environs de Biskra, de Constantine, le nitre abonde particulièrement dans les ruines des anciens villages arabes, dans les grottes où se réfugiaient jadis les nomades et où ils abritaient leurs troupeaux. Boussingault a donné (*Agronomie*. IV. 14. 1868) l'analyse suivante de croûtes cristallines tapissant les parois d'une grotte de la colline de Mansourah, près de Constantine : nitrate de potassium 86,0 ; nitrate de calcium et de magnésium 3,0 ; chlorure de sodium 6,0 ; eau 3,5 ; résidu insoluble 1,5 = 100,0.

NITROMAGNÉSITE

$$Mg(AzO^3)^2 + n\ H^2O$$

La nitromagnésite, dont les caractères extérieurs sont analogues à ceux de la nitrocalcite, n'en diffère que par les caractères chimiques, tirés du remplacement de la chaux par la magnésie. Elle a été signalée à la surface de roches magnésiennes ou dolomitiques. On peut se demander

si, dans ce gisement, on ne se trouve pas plutôt en présence d'une nitrocalcite magnésienne ; je n'ai pas eu l'occasion d'étudier personnellement d'échantillons de ce minéral.

Jura. — *Jura.* Ogérien (*Hist. nat. du Jura*, I. 302. 1865) a signalé des efflorescences de nitromagnésite dans les fentes des marnes irisées de Baume et de Salins ; le minéral avait une saveur amère, moins piquante que celle de l'epsomite, qui a été trouvée dans les mêmes conditions.

CARBONATES

CARBONATES ANHYDRES

GROUPES DE LA CALCITE ET DE L'ARAGONITE

Le tableau suivant permet de paralléliser ces deux remarquables groupes de minéraux, qui sont, les uns rhomboédriques (calcite), les autres orthorhombiques (aragonite).

GROUPE DE LA CALCITE		GROUPE DE L'ARAGONITE
Calcite	$CaCO^3$	*Aragonite.*
Dolomite	$CaMg(CO^3)^2$	
Ankérite	$CaCO^3$, $(Mg, Fe)CO^3$	
Giobertite	$MgCO^3$	
Breunérite	$(Mg, Fe)CO^3$	
Mésitite	$2MgCO^3$, $FeCO^3$	
Pistomésite	$MgCO^3$, $FeCO^3$	
Sidérite	$FeCO^3$	
Dialogite	$MnCO^3$	
Oligonite	$(Mn, Fe)CO^3$	
Smithsonite	$ZnCO^3$	
**Sphérocobaltite.*	$CoCO^3$	
	$(Ca, Ba)CO^3$	**Alstonite.*
	$BaCO^3$	*Withérite.*
	$SrCO^3$	*Strontianite.*
	$PbCO^3$	*Cérusite.*

Dans ces deux groupes, le $CaCO^3$ est le seul, dont les deux formes distinctes soient connues ; mais il existe une calcite très barytique (*barycalcite*) et une calcite (*plumbocalcite*) riche en plomb. Inversement, on connaît une cérusite (*iglésiasite*) zincifère.

Le carbonate de calcium n'est pas seulement dimorphe, il est trimorphe, ainsi que le démontre l'existence du minéral, que j'ai décrit sous le nom de *ctypéite*.

GROUPE DE LA CALCITE

Les carbonates de ce groupe sont caractérisés par un rhomboèdre voisin de 105°, parallèlement aux faces duquel ont lieu des clivages faciles.

Le tableau suivant met en regard l'angle de ces clivages et la densité de ces divers minéraux, deux des caractères les plus propres à les faire distinguer les uns des autres.

	pp	Densité
Calcite	105° 5′	2.71
Dolomite	106°15′	2.8 à 2.95
Ankérite	106°12′	2.95 à 3.1
Giobertite	107°30′	3 à 3.12
Breunnérite	107°25′	3.12 à 3.2
Mésitite	107°14′	3.33 à 3.36
Pistomésite	107°18′	3.42
Sidérite	107°	3.83 à 3.88
Dialogite	107°	3.50 à 3.66
Smithsonite	107°40′	4.3 à 4.45

Tous ces minéraux sont très biréfringents, uniaxes et optiquement négatifs. La valeur de leurs indices de réfraction peut servir à leur distinction.

Tous sont solubles dans les acides avec une vive effervescence, les uns à froid (calcite, smithsonite), les autres seulement à chaud.

Ces carbonates rhomboédriques ont été considérés pendant longtemps comme constituant le type le plus parfait d'une série isomorphe, tous les termes de passage, à propriétés physiques intermédiaires, étant possibles entre les extrêmes. Il y a probablement lieu de faire de sérieuses réserves pour deux d'entre eux, la dolomite et l'ankérite, qui sont plus probablement des combinaisons définies et équimoléculaires,

car si leurs propriétés physiques (densité, angles, etc.) sont intermédiaires entre celles des carbonates de calcium et de magnésium, elles ne paraissent pas être rigoureusement ce qu'elles devraient être dans le cas d'une série isomorphe[1]; de plus, ces deux minéraux se distinguent des deux termes extrêmes de la famille par un caractère d'une grande importance au point de vue morphologique. Alors que tous les autres carbonates sont nettement *holoédriques*, la dolomite et l'ankérite fournissent des figures de corrosion dissymétriques et la dolomite présente dans ses cristaux une *parahémiédrie* incontestable. Sans préjuger de la question théorique, je crois donc devoir ranger dans une famille spéciale ces deux minéraux, dont la position, par rapport à la calcite, est, dans une certaine mesure, comparable à celle de l'ilménite, parahémiédrique, vis-à-vis du groupe de l'hématite holoédrique.

FAMILLE HOLOÉDRIQUE

CALCITE

$CaCO^3$

Rhomboédrique : $pp = 105^\circ\ 5'$.

Angle plan de $p = 101^\circ 55'$.

$[a : c = 1 : 0{,}85430.]$

Formes observées : a^1 (0001) (111) ; e^2 (10$\bar{1}$0) (11$\bar{2}$), d^1 (11$\bar{2}$0) (10$\bar{1}$), A = ($d^{1/5}$ $d^{1/4}$ $b^{1/9}$) (1.13.$\bar{1}\bar{4}$.0) (54$\bar{9}$)[2] ;

a^4 (10$\bar{1}$2) (411) ; e^6 (70$\bar{7}$4) (61$\bar{1}$), $e^{28/5}$ (11.0.$\bar{1}\bar{1}$.6) (28.$\bar{3}$.5), e^5 (20$\bar{2}$1) (5$\bar{1}\bar{1}$), e^4 (50$\bar{5}$2) (4$\bar{1}\bar{1}$), $e^{7/2}$ (30$\bar{3}$1) (7$\bar{2}\bar{2}$), e^3 (40$\bar{4}$1) (3$\bar{1}\bar{1}$), $e^{20/7}$ (90$\bar{9}$2)

1. M. Retgers, partisan de l'hypothèse de la combinaison chimique, a fait valoir divers arguments en faveur de celle-ci : la densité de la dolomite est plus grande que celle (2,843) calculée dans l'hypothèse contraire, il y a donc contraction. La considération du coefficient de dilatation, de la conductibilité thermique, du volume moléculaire plaide aussi en faveur de cette hypothèse (*N. J.*, 1891, I. 132).

2. Ce prisme dodécagone m'a été signalé par M. Cesáro, en combinaison avec b^1, sur un cristal provenant de *Savoie*, sans indication plus précise.

$(20.\bar{7}.\bar{7})$, $e^{11/4}$ $(50\bar{5}1)$ $(11.\bar{4}.\bar{4})$, $e^{8/3}$ $(11.0.\bar{1}\bar{1}.2)$ $(8\bar{3}\bar{3})$, $e^{13/5}$ $(60\bar{6}1)$ $(13.\bar{5}.\bar{5})$, $e^{5/2}$ $(70\bar{7}1)$ $(5\bar{2}\bar{2})$, $e^{12/5}$ $(17.0.\bar{1}\bar{7}.2)$ $(12.\bar{5}.\bar{5})$, $e^{7/3}$ $(10.0.\bar{1}\bar{0}.1)$ $(7\bar{3}\bar{3})$, $e^{9/4}$ $(13.0.\bar{1}\bar{3}.1)$ $(9\bar{4}\bar{4})$, $e^{11/5}$ $(16.0.\bar{1}\bar{6}.1)$ $(11.\bar{5}.\bar{5})$, $e^{37/17}$ $(18.0.\bar{1}\bar{8}.1)$ $(37.\bar{1}\bar{7}.\bar{1}\bar{7})$, $e^{19/9}$ $(28.0.\bar{2}\bar{8}.1)$ $(19.\bar{9}.\bar{9})$;

b^1 $(01\bar{1}2)$ (110), $e^{1/8}$ $(03\bar{3}5)$ $(88\bar{1})$, $e^{1/5}$ $(02\bar{2}3)$ $(55\bar{1})$, $e^{1/3}$ $(04\bar{4}5)$ $(33\bar{1})$, $e^{2/5}$ $(07\bar{7}8)$ $(5\bar{5}2)$, $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$ $(22\bar{1})$, $e^{3/5}$ $(08\bar{8}7)$ $(5\bar{5}3)$, $e^{12/19}$ $(0.31.\bar{3}\bar{1}.26)$ $(19.19.\bar{1}\bar{2})$, $e^{2/3}$ $(05\bar{5}4)$ $(33\bar{2})$, $e^{3/4}$ $(07\bar{7}5)$ $(44\bar{3})$, $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$ $(55\bar{4})$, $(17.17.\bar{1}2)$, $e^{6/7}$ $(0.13.\bar{1}\bar{3}.8)$ $(77\bar{6})$, $e^{12/17}$ $(0.29.\bar{2}\bar{9}.22)$ $(17.17.\bar{1}\bar{2})$, $e^{31/32}$ $(0.21.\bar{2}\bar{1}.11)$ $(32.32.\bar{3}\bar{1})$, e^1 $(02\bar{2}1)$ $(11\bar{1})$, $e^{14/13}$ $(09\bar{9}4)$ $(13.13.\bar{1}\bar{4})$, $e^{19/17}$ $(0.12.\bar{1}\bar{2}.5)$ $(17.17.\bar{1}\bar{9})$, $e^{8/7}$ $(05\bar{5}2)$ $(77\bar{8})$, $e^{6/5}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.4)$ $(55\bar{6})$, $e^{5/4}$ $(03\bar{3}1)$ $(44\bar{5})$, $e^{22/17}$ $(0.13.\bar{1}\bar{3}.4)$ $(17.17.\bar{2}\bar{2})$, $e^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$ $(33\bar{4})$, $e^{19/14}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.3)$ $(14.14.\bar{1}\bar{9})$, $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$ $(55\bar{7})$, $e^{16/11}$ $(09\bar{9}2)$ $(11.11.\bar{1}\bar{6})$, $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$ $(22\bar{3})$, $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$ $(33\bar{5})$, $e^{7/4}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.1)$ $(44\bar{7})$, $e^{9/5}$ $(0.14.\bar{1}\bar{4}.1)$ $(55\bar{9})$, $e^{11/6}$ $(0.17.\bar{1}\bar{7}.1)$ $(6.6.\bar{1}\bar{1})$, $e^{15/8}$ $(0.23.\bar{2}\bar{3}.1)$ $(8.8.\bar{1}\bar{5})$, $e^{49/26}$ $(0.25.\bar{2}\bar{5}.1)$ $(26.26.\bar{4}\bar{9})$;

Zone $b^1 p\, d^1$. Scalénoèdres directs : b^{10} $(9.1.\bar{1}\bar{0}.11)$ $(10.1.0)$, b^9 $(8.1.\bar{9}.10)$ (910), b^8 $(71\bar{8}9)$ (810), b^7 $(61\bar{7}8)$ (710), b^6 $(51\bar{6}7)$ (610), b^5 $(41\bar{5}6)$ (510), $b^{9/2}$ $(7.2.\bar{9}.11)$ (920), b^4 $(31\bar{4}5)$ (410), $b^{10/3}$ $(7.3.\bar{1}\bar{0}.13)$ $(10.3.0)$, b^3 $(21\bar{3}4)$ (310), $b^{17/6}$ $(11.6.\bar{1}\bar{7}.23)$ $(17.6.0)$, $b^{5/2}$ $(32\bar{5}7)$ (520), $b^{7/3}$ $(4.3.\bar{7}.10)$ (730), $b^{13/6}$ $(7.6.\bar{1}\bar{3}.19)$ $(13.6.0)$; *isoscéloèdre* b^2 $(11\bar{2}3)$ (210) ; *scalénoèdres inverses :* $b^{7/4}$ $(3.4.\bar{7}.11)$ (740), $b^{8/5}$ $(3.5.\bar{8}.13)$ (850), $b^{3/2}$ $(12\bar{3}5)$ (320), $b^{4/3}$ $(13\bar{4}7)$ (430), $b^{5/4}$ $(14\bar{5}9)$ (540).

$d^{17/2}$ $(17.2.\bar{1}\bar{9}.15)$ $(17.0.\bar{2})$, d^7 $(71\bar{8}6)$ $(70\bar{1})$, d^6 $(61\bar{7}5)$ $(60\bar{1})$, d^5 $(51\bar{6}4)$ $(50\bar{1})$, $d^{13/3}$ $(13.3.\bar{1}\bar{6}.10)$ $(13.0.\bar{3})$, d^4 $(41\bar{5}3)$ $(40\bar{1})$, $d^{7/2}$ $(72\bar{9}5)$ $(70\bar{2})$, d^3 $(31\bar{4}2)$ $(30\bar{1})$, $d^{8/3}$ $(8.3.\bar{1}\bar{1}.5)$ $(80\bar{3})$, $d^{5/2}$ $(52\bar{7}3)$ $(50\bar{2})$, $d^{11/5}$ $(11.5.\bar{1}\bar{6}.6)$ $(11.0.\bar{5})$, $d^{15/7}$ $(15.7.\bar{2}\bar{2}.8)$ $(15.0.\bar{7})$, d^2 $(21\bar{3}1)$ $(20\bar{1})$, $d^{17/9}$ $(17.9.\bar{2}\bar{6}.8)$, $(17.0.\bar{9})$, $d^{7/4}$ $(7.4.\bar{1}\bar{1}.3)$ $(70\bar{4})$, $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$ $(50\bar{3})$, $d^{8/5}$ $(8.5.\bar{1}\bar{3}.3)$ $(80\bar{5})$, $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$ $(30\bar{2})$, $d^{19/13}$ $(19.13.\bar{3}\bar{2}.6)$ $(19.0.\bar{1}\bar{3})$, $d^{11/8}$ $(11.8.\bar{1}\bar{9}.3)$ $(11.0.\bar{8})$, $d^{4/3}$ $(43\bar{7}1)$ $(40\bar{3})$, $d^{9/7}$ $(9.7.\bar{1}\bar{6}.2)$ $(90\bar{7})$, $d^{5/4}$ $(54\bar{9}1)$ $(50\bar{4})$, $d^{6/5}$ $(6.5.\bar{1}\bar{1}.1)$ $(60\bar{5})$, $d^{15/13}$ $(15.13.\bar{2}\bar{8}.2)$ $(15.0.\bar{1}\bar{3})$;

Zone pe^1d^1. Scalénoèdre direct : e_4 $(32\bar{5}4)$ $(41\bar{1})$; *isoscéloèdre :* e_3 $(22\bar{4}3)$ $(31\bar{1})$; *scalénoèdres inverses :* e_2 $(12\bar{3}2)$ $(21\bar{1})$, $e_{3/2}$ $(14\bar{5}3)$ $(32\bar{2})$, $e_{3/4}$ $(17\bar{8}3)$ $(34\bar{4})$, $e_{2/3}$ $(15\bar{6}2)$ $(23\bar{3})$, $e_{1/2}$ $(13\bar{4}1)$ $(12\bar{2})$, $e_{1/3}$ $(24\bar{6}1)$ $(13\bar{3})$;

Zone $d^1e^3d^2e^1$. Scalénoèdre direct : $v = (b^{1/5}\ d^1\ d^{1/2})$ $(62\bar{8}1)$ $(51\bar{3})$; *isocéloèdre :* $\alpha = (d^{1/5}\, d^1\ b^{1/3})$ $(44\bar{8}3)$ $(51\bar{3})$; *scalénoèdres inverses :* $\varkappa = (d^{1/8}\ d^{1/2}\ b^{1/5})$ $(6.7.\bar{1}\bar{3}.5)$ $(82\bar{5})$, $\chi = (d^{1/3} d^1\, b^{1/2})$ $(23\bar{5}2)$ $(31\bar{2})$, $\pi = (d^{1/7}\, d^{1/3}\, b^{1/5})$ $(4.8.\bar{1}\bar{2}.5.)$ $(73\bar{5})$, $\rho = (d^{1/4} d^{1/2}\, b^{1/3})$ $(25\bar{7}3)$ $(42\bar{3})$, $\omega = (d^{1/9}$ $d^{1/5}\ b^{1/7})$ $(4.12.\bar{1}\bar{6}.7)$ $(95\bar{7})$, $\Theta = (d^{1/5}\, d^{1/3}\, b^{1/4})$ $(27\bar{9}4)$ $(53\bar{4})$, $\mathrm{T} = (d^{1/6}$

$a^{1/4}\ b^{1/5})\ (2.9.\bar{11}.5)\ (645)$, X $= (d^{1/13}\ d^{1/11}\ b^{1/12})\ (2.23.\bar{25}.12)\ (11.13.\bar{12})$;

Formes ne faisant pas partie des zones précédentes. Scalénoèdres directs : D $= (b^{1/11}\ d^1\ d^{1/7})\ (42\bar{6}1)\ (11.\bar{1}.\bar{7})$; $\Phi = (b^{1/15}\ d^{1/2}\ d^{1/10})\ (17.8.\bar{25}.3)\ (15.\bar{2}.\bar{10})$; S $= (d^1\ d^{1/21}\ b^{1/33})\ (34.20.\bar{54}.11)\ (33.\bar{1}.\bar{21})$; $\nu'' = (d^{1/19}\ d^{1/5}\ b^{1/32})\ (37.14.\bar{51}.8)\ (32.\bar{19}.\bar{5})$, $d = (d^{1/102}\ d^1\ b^{1/69})\ (101.70.\bar{171}.34)\ (102.\bar{1}.\bar{69})$; $f = (b^{1/10}\ d^1 d^{1/13})\ (12.11.\bar{23}.4)\ (23.\bar{12}.\bar{4})$; *isoscéloèdres :* $\xi = (d^{1/7} d^1\ b^{1/5})\ (22\bar{4}1)\ (71\bar{5})$, $\Gamma = (d^{1/8}\ d^1\ b^{1/6})\ (7.7.\bar{14}.3)\ (81\bar{6})$, L $=$ $(d^{1/9}\ d^1\ b^{1/7})\ (8.8.\bar{16}.3)\ (91\bar{7})$; *scalénoèdres inverses :* $\gamma = (d^{1/5}\ d^{1/2}\ b^{1/3})\ (35\bar{8}4)\ (52\bar{3})$; U $= (d^{1/29}\ d^{1/10}\ b^{1/26})\ (19.36.\bar{55}.13)\ (29.10.\bar{26})$; V $= (d^{1/36}\ d^{1/20}\ b^{1/39})\ (16.59.\bar{75}.17)\ (36.20.\bar{39})$; J $= (d^{1/17}\ d^{1/8}\ b^{1/15})$ $(9.23.\bar{32}.10)\ (17.8.\bar{15})$; K $= (d^{1/6}\ d^{1/2}\ b^{1/5})\ (4.7.\bar{11}.3)\ (62\bar{5})$, $K_1 =$ $(d^{1/4} d^1 b^{1/3})\ (34\bar{7}2)\ (41\bar{3})$; $\zeta = (d^{1/5}\ d^1\ b^{1/4})\ (45\bar{9}2)\ (51\bar{4})$; $\varepsilon = (d^{1/7}\ d^{1/2}$ $b^{1/6})\ (5.8.\bar{13}.3)\ (72\bar{6})$; $\lambda = (d^{2/3}\ d^1 b^{1/2})\ (16\bar{7}1)\ (32\bar{4})$.

Macles. Les macles de la calcite sont nombreuses ; leur plan est toujours compris dans la zone $a^1\ e^2$.

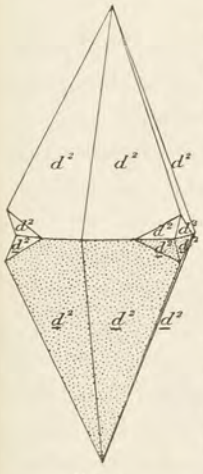


Fig. 1.
Macle suivant a^1 de deux scalénoèdres.

1° Macle par rotation autour de l'axe ternaire. Elle se fait par accolement suivant a^1 (0001) (fig. 1, 2 et 141) ou plus rarement suivant e^2 (10$\bar{1}$0) (fig. 58 et 192 *bis*), par pénétration (fig. 140), par entrecroisement (fig. 216), ou enfin par recouvrement (fig. 199 et 200).

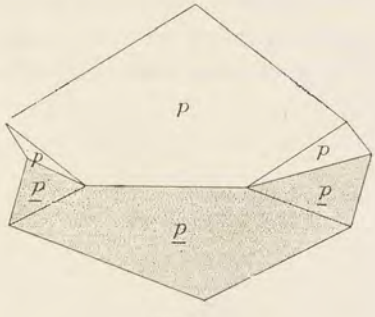


Fig. 2.
Macle suivant a^1 de deux rhomboèdres.

Cette macle est de beaucoup la plus fréquente, elle s'observe de préférence dans les cristaux offrant certaines formes : p, des scalénoèdres b^x ou d^x, e^2 ou les rhomboèdres aigus voisins, etc., à l'exclusion, au moins à ma connaissance, de certaines autres, telles que e^1 (02$\bar{2}$1) et les rhomboèdres inverses voisins.

On verra plus loin de nombreux exemples de cette macle, dans lesquels les individus constituants sont des scalénoèdres (fig. 48, 60, 61, 63, 64 *bis*, 65, 82, 193, 195 et 221), des prismes ou des rhomboèdres voisins (fig. 84, 124, 141, 146 et 204), des isoscéloèdres (fig. 56 et 57).

2° Macle suivant b^1 $(01\bar{1}2)$; les axes verticaux font entre eux des angles de 127°29′32″ et de 52°30′28′. $p\underline{p} = 141°44'$ (rentr.).

Cette macle n'est pas très commune dans les cristaux distincts (fig. 3, 4, 59, 93, 259) ; quand ceux-ci sont des scalénoèdres, ils sont parfois allongés suivant une arête $d^2\ e^1$ (fig. 5) et le groupement devient sou-

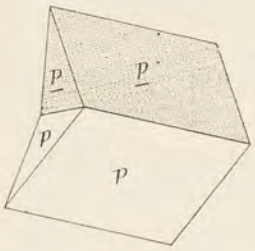


Fig. 3.
Macle suivant b^1 de deux rhomboèdres.

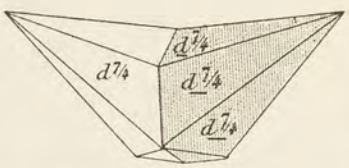


Fig. 4.

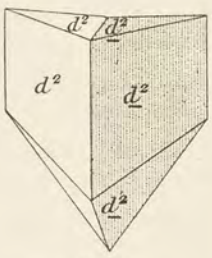
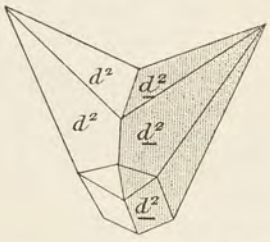


Fig. 5.
Macle suivant b^1 de deux scalénoèdres : type à développement normal (fig. 4), type à développement anormal (fig. 5).

vent alors prismatique suivant l'arête de la zone $d^2\ e^1$, dont fait partie le plan de macle (voir pour plus de détails, page 562 où sont décrites des macles présentant ces divers types de développement).

Par contre, cette macle est fréquente sous forme de lames polysynthétiques et elle est alors généralement d'origine secondaire. Elle peut être obtenue artificiellement (Bamhauer).



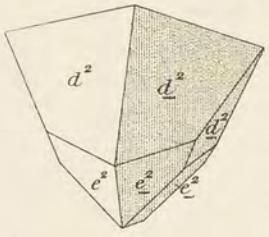


Fig. 6 et 7.
Macle suivant p de deux scalénoèdres : type à développement normal (fig. 6), type à développement anormal (fig. 7).

M. Inostranzeff a proposé de se servir de cette macle microscopique comme caractère distinctif de la calcite et des autres carbonates rhomboédriques. On verra plus loin qu'elle existe, avec les mêmes particularités, dans la sidérite et dans la dialogite.

3° Macle suivant p $(10\bar{1}1)$. Les axes verticaux des deux individus font entre eux des angles de 90°47′ et de 89°13′.

Les deux cristaux maclés ont un clivage commun (parallèle au plan de macle) dans la même zone, $p\underline{p} = 149°50'$. Cette macle est rare

(fig. 6 et 7). Je ne l'ai observée que dans un seul gisement français; les cristaux constituants sont formés par le prisme e^2, comme cela a lieu dans le Cumberland, mais ils sont surmontés par le scalénoèdre d^2 (fig. 95).

4° Macle suivant e^1 $(02\bar{2}1)$. Les axes verticaux des cristaux maclés font entre eux des angles de 53°45′ et de 126°15′. $p\underline{p} = 144°32'$ (saill.). Cette macle est rare (fig. 8, 9, 73 à 81, 138, 149, 201, 225, 226).

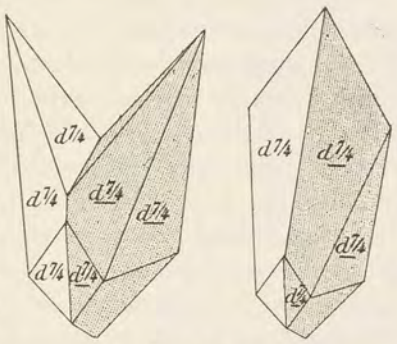


Fig. 8 et 9.
Macle suivant e^1 de deux scalénoèdres : type normal (fig. 8), type à développement anormal (fig. 9).

Quand les individus constituant les macles suivant b^1, p et e^1 sont des scalénoèdres, ceux-ci présentent souvent un développement anormal de certaines faces et la réduction ou la disparition de certaines autres. Il en résulte les divers aspects, mis en évidence par les figures 5, 7 et 9, placées en regard de la figure théorique normale correspondante [Penfield et Forbes (*Am. J. of sc.*, X, 1900, 237] et aussi par les figures 73 à 81 : ils consistent en assemblages plus simples de forme que le type normal et tendant à la réduction ou à la disparition des angles rentrants. On en trouvera de beaux exemples décrits plus loin.

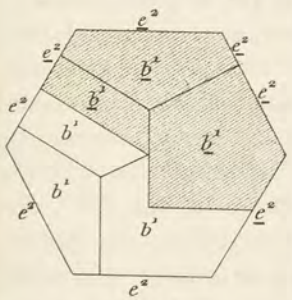


Fig. 10.
Projection sur la base d'un groupement à axes parallèles, symétrique par rapport à d^1.

5° Macle suivant e^5 $(20\bar{2}1)$. J'ai découvert cette nouvelle macle dans un échantillon, qui est décrit page 563 ; elle tire son principal intérêt de ce que e^5 est l'inverse de e^1. Les axes verticaux des deux individus font donc entre eux les mêmes angles que dans la macle précédente, mais l'angle $p\underline{p}$ est de 37° 1′ 25″.

Cette macle est très voisine de la macle b^1, puisque les plans e^5 et b^1 font entre eux un angle presque droit.

Il faut noter enfin les groupements à axes parallèles, formés de cristaux, symétriques par rapport à d^1 $(11\bar{2}0)$ (fig. 10), et notamment ceux de trois rhomboèdres (fig. 121, 136, 137, 171). Dans la dolomite parahémiédrique, ce groupement devient une véritable macle.

Un récent travail de M. St. Kreutz (*Denksch. Kais. Akad. Wiss. Wien.*, LXXX, 1907, 15), dans lequel sont passés en revue les gisements connus de macles de calcite, montre l'intérêt de celles décrites plus loin et qui proviennent de gisements inédits.

Dans ce travail, l'auteur fait voir que les macles sont plus grosses et plus riches en faces que les cristaux simples voisins ; leur volume est généralement plus du double de celui d'un cristal non maclé de même forme. Dans les macles à axes inclinés, l'accroissement est maximum suivant la direction servant de bissectrice à l'angle formé par les axes verticaux des deux composants[1]. Les angles rentrants tendent à se combler, par la production de faces vicinales, plus fréquentes en ces points qu'ailleurs, de faces en escalier, etc. Le développement anormal de faces, la fréquence d'un allongement suivant l'axe de la zone, comprenant le plan de macle, particularités signalées plus haut, sont des manifestations de la même tendance.

J'ai dû mesurer beaucoup de cristaux de calcite ; certains angles ont été observés un grand nombre de fois. Il m'a semblé inutile de reproduire ces mesures, qui compliqueraient, sans intérêt, le tableau d'angles : je ne donne donc ci-contre que le résultat du calcul. Le procédé le plus pratique pour orienter un cristal de calcite consiste à y déterminer un clivage p, qui fournit des réflexions meilleures que la plupart des faces naturelles. Aussi ai-je donné l'angle avec p de toutes les formes observées : c'est l'un des angles que j'ai toujours mesuré : j'y joins les angles culminants des rhomboèdres, et ceux de certaines zones importantes, que j'ai utilisées pour la détermination de mes cristaux : les angles ont été rapportés à la forme ou aux formes les plus communes (d^2, e^1, b^1). Quant aux scalénoèdres et aux isoscéloèdres, j'en ai donné les éléments, en plaçant dans des tableaux distincts les directs, dont l'angle sur $e^{x>2}$ est plus grand que celui sur $e^{x<2}$, des inverses, dans lesquels cette propriété est renversée : les isoscéloèdres ont été placés entre ces deux catégories de formes. J'ai réuni tous les scalénoèdres et l'isoscéloèdre de la zone $p\ b^1$ dans un même tableau, afin de faciliter les recherches et j'ai classé les autres formes en mettant ensemble celles qui font partie des mêmes zones importantes.

1. Cette étude est basée sur la notion de la *distance au centre* de M. Becke, qui est mesurée par la longueur de la perpendiculaire abaissée du centre géométrique du cristal sur les faces considérées. La distance au centre des faces limitrophes du plan d'accolement est toujours plus grande que celle des autres faces de la même forme plus éloignées de ce plan.

Angles calculés.	
$e^2\ e^2$	120°
$d^1\ d^1$	120°
A A sur e^2	172°40′
$p\ a^1$	135°23′
$p\ a^4$	161°38′
$p\ e^6$	164°42′
$p\ e^{28/5}$	163°33′
$p\ e^5$	161°29′
$p\ e^4$	156°41′
$p\ e^{7/2}$	153°17′
$p\ e^3$	148°50′
$p\ e^{20/7}$	147°19′
$p\ e^{11/4}$	146° 5′
$p\ e^{8/3}$	145° 3′
$p\ e^{13/5}$	144°12′
$p\ e^{5/2}$	142°52′
$p\ e^{12/5}$	141°25′
$p\ e^{7/3}$	140°24′
$p\ e^{9/4}$	138°54′
$p\ e^{11/5}$	138°15′
$p\ e^{37/17}$	137°50′
$p\ e^{19/9}$	136° 5′
$p\ e^2$	134°37′
$p\ b^1$	109° 8′
$p\ e^{1/8}$	104°46′
$p\ e^{1/5}$	102° 3′
$p\ e^{1/3}$	97° 6′
$p\ e^{2/5}$	94°35′
$p\ e^{1/2}$	90°46′
$p\ e^{3/5}$	86°57′
$p\ e^{12/19}$	85°46′
$p\ e^{2/3}$	84°25′
$p\ e^{17/25}$	83°56′
$p\ e^{3/4}$	81°16′
$p\ e^{4/5}$	79°26′
$p\ e^{6/7}$	77°21′
$p\ e^{31/32}$	73°21′
$p\ e^1$	72°16′
$p\ e^{14/13}$	69°39′
$p\ e^{19/17}$	68°17′
$p\ e^{\ /7}$	67°27′
$p\ e^{6/5}$	65°37′
$p\ e^{5/4}$	64° 3′
$p\ e^{22/17}$	62°43′

Angles calculés.	
$p^{4/3}$	61°32′
$p\ e^{19/14}$	60°51′
$p\ e^{7/5}$	59°36′
$p\ e^{16/11}$	58° 5′
$p\ e^{3/2}$	56°51′
$p\ e^{5/3}$	52°36′
$p\ e^{7/4}$	50°39′
$p\ e^{9/5}$	49°31′
$p\ e^{11/6}$	48°48′
$p\ e^{15/8}$	47°55′
$p\ e^{49/26}$	47°43′
$p\ e^2$	45°23′
$b^1\ e^{1/8}$	175°38′
$b^1\ e^{1/5}$	172°55′
$b^1\ e^{1/3}$	167°58′
$b^1\ e^{2/5}$	165°27′
$b^1\ e^{1/2}$	161°38′
$b^1\ e^{3/5}$	157°49′
$b^1\ e^{12/19}$	156°38′
$b^1\ e^{\ 2/3}$	155°17′
$b^1\ e^{17/25}$	154°48′
$b^1\ e^{3/4}$	152° 9′
$b^1\ e^{4/5}$	150°18′
$b^1\ e^{6/7}$	148°33′
$b^1\ e^{31/32}$	144°13′
$b^1\ e^1$	143° 8′
$b^1\ e^{14/13}$	140°29′
$b^1\ e^{19/17}$	139° 9′
$b^1\ e^{8/7}$	138°19′
$b^1\ e^{6/5}$	136°29′
$b^1\ e^{5/4}$	134°55′
$b^1\ e^{22/17}$	133°35′
$b^1\ e^{4/3}$	132°24′
$b^1\ e^{19/14}$	131°12′
$b^1\ e^{7/5}$	130°28′
$b^1\ e^{16/11}$	128°57′
$b^1\ e^{3/2}$	127°43′
$b^1\ e^{5/3}$	123°28′
$b^1\ e^{7/4}$	121°31′
$b^1\ e^{9/5}$	120°23′
$b^1\ e^{11/6}$	119°40′
$b^1\ e^{15/8}$	118°47′
$b^1\ e^{49/26}$	118°35′
$b\ e^2$	116°15′

Angles calculés.	
$b^1\ e^{19/9}$	114°49′
$b^1\ e^{37/17}$	113° 2′
$b^1\ e^{11/5}$	112°37′
$b^1\ e^{9/4}$	111°58′
$b^1\ e^{7/3}$	110°28′
$b^1\ e^{12/5}$	109°27′
$b^1\ e^{5/2}$	108° 0′
$b^1\ e^{13/5}$	106°39′
$b^1\ e^{8/3}$	105°48′
$b^1\ e^{11/4}$	104°47′
$b^1\ e^{20/7}$	103°33′
$b^1\ e^3$	102° 2′
$b^1\ e^{7/2}$	97°35′
$b^1\ e^4$	94°11′
$b^1\ e^5$	89°12′
$b^1\ e^{28/5}$	87°19′
$b^1\ e^6$	86°10′
$b^1\ a^4$	52°30′
$b^1\ a^1$	26°15′

Rhomboèdres directs.

$a^4\ a^4$	134°57′
$e^6\ e^6$ s. $e^{2/5}$	82°56′
$e^{28/5}\ e^{28/5}$	81°27′
$e^5\ e^5$	78°51′
$e^4\ e^4$ s. $e^{2/3}$	73°15′
$e^{7/2}\ e^{7/2}$	69°44′
$e^3\ e^3$ s. e^1	65°50′
$e^{20/7}\ e^{20/7}$	64°41′
$e^{11/4}\ e^{11/4}$	63°51′
$e^{8/3}\ e^{8/3}$	63°12′
$e^{13/5}\ e^{13/5}$	62°43′
$e^{5/2}\ e^{5/2}$	62° 1′
$e^{12/5}\ e^{12/5}$	61°23′
$e^{7/3}\ e^{7/3}$	61° 0′
$e^{9/4}\ e^{9/4}$	60°36′
$e^{11/5}\ e^{11/5}$	60°24′
$e^{37/17}\ e^{37/17}$	60°19′
$e^{19/9}\ e^{19/9}$	60° 8′

Rhomboèdres inverses.

$b^1\ b^1$ s. a^2	134°57′
$e^{1/8}\ e^{1/8}$	127°39′
$e^{1/5}\ e^{1/5}$	123°10′

Angles calculés.	
$e^{1/3}\ e^{1/3}$	115° 7′
$e^{2/5}\ e^{2/5}$	111° 4′
$e^{1/2}\ e^{1/2}$ s. a^4	105° 5′
$e^{3/5}\ e^{3/5}$	99°14′
$e^{12/19}\ e^{12/19}$	97°26′
$e^{2/3}\ e^{2/3}$	95°28′
$e^{17/25}\ e^{17/25}$	94°44′
$e^{3/4}\ e^{3/4}$	90°55′
$e^{4/5}\ e^{4/5}$	88°18
$e^{6/7}\ e^{6/7}$	85°26′
$e^{31/32}\ e^{31/32}$	80°12′
$e^1\ e^1$ s. p	78°51′
$e^{14/13}\ e^{14/13}$	75°43′
$e^{19/17}\ e^{19/17}$	74°10′
$e^{8/7}\ e^{8/7}$	73°15′
$e^{6/5}\ e^{6/5}$	71°18′
$e^{5/4}\ e^{5/4}$	69°44′
$e^{22/17}\ e^{22/17}$	68°29′
$e^{4/3}\ e^{4/3}$	67°25′
$e^{19/14}\ e^{19/14}$	66°50′
$e^{7/5}\ e^{7/5}$	65°50′
$e^{16/11}\ e^{16/11}$	64°41′
$e^{3/2}\ e^{3/2}$ s. e^4	63°51′
$e^{5/3}\ e^{5/3}$	61°34′
$e^{7/4}\ e^{7/4}$	60°52′
$e^{9/5}\ e^{9/5}$	60°31′
$e^{11/6}\ e^{11/6}$	60°20′
$e^{15/8}\ e^{15/8}$	60°11′
$e^{49/26}\ e^{49/26}$	60°10′
$d^1\ e^1$	140°34′
$e^1\ e^1$ s. p	78°51′
$p\ e_4$	163° 5′
$p\ e_3$	157°56′
$p\ e_2$	148°41′

Angles calculés.	
$p\ e_{3/2}$	140°58′
$p e^1$	129°25′
$p\ e_{3/4}$	121°52′
$p\ e_{2/3}$	118°44′
$p\ e_{1/2}$	112°21′
$p\ e_{1/3}$	105°20′
$p\ d^1$	90°
$e^1\ e_4$	146°20′
$e^1\ e_3$	151°24′
$e^1\ e_{3/2}$	168°22′
$e^1\ e_{3/4}$	172°26′
$e^1\ e_{2/3}$	169°18′
$e^1\ e_{1/2}$	162°55′
$e^1\ e_{1/3}$	155°54′
$d^1\ \nu$	162° 4′
$d^1\ e^3$	147°5′
$d^1\ e^1$	90°
$e^3\ e^1$	122°55′
$d^2\ e^1$	142°19′
$\alpha\ e^1$	152°45′
$\varkappa\ e^1$	155° 8′
$\gamma\ e^1$	158°53′
$\pi\ e^1$	162°50′
$\varrho\ e^1$	165°33′
$\omega\ e^1$	167°34′
Θe^1	169° 4′
$\mathrm{T}\ e^1$	171°13′
$\mathrm{X}\ e^1$	176°19′
$d^2\ \alpha$	169°34
$d^2\ \varkappa$	167°11′
$d^2\ \gamma$	163°26′
$d^2\ \pi$	159°29′
$d^2\ \varrho$	156°45′
$d^2\ \omega$	154°45′
$d^2\ \Theta$	153°15′

Angles calculés.	
$d^2\ \mathrm{T}$	151°6′
$d^2\ \mathrm{X}$	146°0′
$d^1\ e^{3/2}$	18°44′
$e^{3/2}\ e^4$	121°56′
$e_{1/2}\ \mathrm{K}$	172°55′
$e_{1/2}\ \mathrm{K}_1$	168°47′
$e_{1/2}\ d^2$	153°53′
$\mathrm{K}\ d^2$	160°56′
$\mathrm{K}_1\ d^2$	165° 6′
$d^2\ e^4$	162°12′
$b^1\ e_3$	151°35′
$e_3\ d^2$	157°41′
$b^1\ d^2$	129°17′
$e^{5/3}\ e^3$	120°46′
$\lambda\ d^{3/2}$	151°14′
$e_{1/3}\ e_{1/3}$ s. e^3	99°58′
$d^{3/2}\ d^{3/2}$ s. e^3	134°28′
$\lambda\ e^3$	128°28′
$\mathrm{L}\ d$	174° 8′
$\mathrm{L}\ d^{3/2}$	173°32′
$\mathrm{L\ S}$	171°39′
$\mathrm{L}\ e^3$	150°46′
$d^{3/2}\ e^3$	157°14′
$e^{4/3}\ e_{1/2}$	166°38′
$e_{1/2} e_{1/2}$ s. $e^{4/3}$	153°16′
$\varepsilon\ \varepsilon$ —	136°47′
$\beta\ \beta$ —	126° 9′
$\Gamma\ \Gamma$ —	121°59′
$\Gamma\ e^{5/2}$	150° 1′
$d^{3/2}\ d^{3/2}$ —	109° 1′
$d^{3/2}\ e^{5/2}$	156°30′

Scalénoèdres directs.

	Angle sur $a^x > 1$	Angle sur b^1	Angle sur d^1	Angle avec p adjacent
$b^{10}\ b^{10}$	173°14′	115°50′	72°20′	174°35′
$b\ b^9$	172°31′	117° 0′	72° 1′	174° 3′
$b^8\ b^8$	171°37′	118°25′	71°37′	173°20′
$b^7\ b^7$	170°29′	120°14′	71° 5′	172°25′
$b^6\ b^6$	168°59′	122°37′	70°21′	171°14′

Angles sur $a^{x>1}$		Angle sur b^1	Angle sur d^1	Angle avec p adjacent
		Scalénoèdres directs.		
$b^5\ b^5$	166°56′	125°53′	69°18′	169°36′
$b^{9/2}\ b^{9/2}$	165°37′	128° 1′	68°32′	168°32′
$b^4\ b^4$	164° 0′	130°37′	67°41′	167°14′
$b^{10/3}\ b^{10/3}$	161°11′	135°28′	66° 2′	164°57′
$b^3\ b^3$	159°24′	138° 5′	64°54′	163°30′
$b^{17/6}\ b^{17/6}$	158°39′	140°34′	64°32′	162°40′
$b^{5/2}\ b^{5/2}$	156°	143°39′	62°40′	160°43′
$b^{7/3}\ b^{7/3}$	154°37′	145°54′	61°32′	159°35′
$b^{13/6}\ b^{13/6}$	153° 4′	148°28′	60°36′	158°17′
		Isoscéloèdre.		
$b^2\ b^2$	151°21′	151°21′	59°20′	156°52′
		Scalénoèdres inverses.		
$b^{7/4}\ b^{7/4}$	148°21′	156°24′	57° 1′	154°21′
$b^{8/5}\ b^{8/5}$	147°11′	155°58′	55°20′	152°34′
$b^{3/2}\ b^{3/2}$	144°44′	162°35′	54° 3′	151°15′
$b^{4/3}\ b^{4/3}$	141°54′	167°30′	51°36′	148°47′
$b^{5/4}\ b^{5/4}$	140°17′	170°16′	50°12′	pb^1 142°32′30″
		Scalénoèdres directs.		
	Angle sur $e^{x>2}$	Angle sur $e^{x<2}$	Angle sur d^1	Angle avec p.
$d^{17/2}d^{17/2}$	171°35′	102°57′30″	88°17′	173°19′
$d^7\ d^7$	169°45′	102°31′	91°14′	171°51′
$d^6\ d^6$	168° 0′	102°21′	94° 1′	170°27′
$d^5\ d^5$	165°33′	102° 6′ s. $e^{2/5}$	97°57′	168°29′
$d^{13/3}\ d^{13/3}$	163°17′	101°58′	101°35′	166°40′
$d^4\ d^4$	161°53′	101°55′ s. $e^{1/2}$	103°52′	165°31′
$d^{7/2}\ d^{7/2}$	159°16′	101°57′	108° 6′	163°24′
$d^3\ d^3$	155°50′ s. e^6	102°11′	113°45′	160°35′
$d^{8/3}\ d^{8/3}$	152°52′	102°34′	118°38′	158° 8′
$d^{5/2}\ d^{5/2}$	151° 8′	102°53′	121°34′	156°41′
$d^{11/5}\ d^{11/5}$	147°24′	103°44′	127°51′	153°32′
$d^{15/7}\ d^{15/7}$	146°35′	103°57′	129°13′	152°51′
$d^2\ d^2$	144°24′ s. e^4	104°38′ s. e^1	132°59′	150°58′
$d^{17/9}\ d^{17/9}$	142°31′30″	105°17′	136°15′	149°20′

	Angle sur $e^{x}>2$	Angle sur $e^{x}<2$	Angle sur d^1	Angle avec p adjacent
		Scalénoèdres directs.		
$d^{7/4}\,d^{7/4}$	139°56′	106°20′ s. $e^{8/7}$	140°49′	147° 3′
$d^{5/3}\,d^{5/3}$	138°14′s.$e^{10/3}$	107° 6′ s. $e^{6/5}$	143°52′	145°32′
$d^{8/5}\,d^{8/5}$	136°47′	107°48′	146°29′	144°13′
$d^{3/2}\,d^{3/2}$	134°28′ s. e^{3}	109° 1′ s. $e^{4/3}$	150°45′	142° 5′
$d^{19/13}\,d^{19/13}$	133°31′	109°33′	152°30′	141°12′
$d^{11/8}\,d^{11/8}$	131°12′	110°55′	156°43′	139° 6′
$d^{4/3}\,d^{4/3}$	130°10′	111°39′ s. $e^{3/2}$	158°23′	138° 1′
$d^{9/7}\,d^{9/7}$	128°50′	112°33′	161°28′	136°43′
$d^{5/4}\,d^{5/4}$	127°49′ s.$e^{5/2}$	113°18′	163°30′	135°42′
$d^{6/5}\,d^{6/5}$	126°20′	114°24′ s. $e^{5/3}$	166°28′	134°13′
$d^{15/13}\,d^{15/13}$	124°56′	115°32′	169°21′	132°47′
				pd^1 127°27′
		Scalénoèdres directs.		
e_4e_4	146°10′ s. p	128°15′ s. $e^{2/5}$	93°20′	163° 5′
DD	142°30′ s. $e^{11/4}$	99°58′	149°21′	141°47′
ΦΦ	143°50′	97°28′	151°50	139°16′
$\nu''\nu''$	149°40′	92°32′	144°39′	142°17′
$\nu\nu$	152°29′	88°57′	144° 8′	140°44′
SS	138°14′	105°23′	148°33′	143°14′
dd	133°16′	110°11′	151°22′	141°46′
ff	124° 8′	118°32′	156°49′	136°21′
		Isoscéloèdres.		
e_3e_3	135°52′ s. p	135°52′ s. $e^{1/2}$	97°26′	157°56′
αα	125°30′	125°30′	132°36′	147°28′
ξξ	122°39′	122°39′	147°23′	141°36′
ΓΓ	121°59′	121°59′ s. $e^{4/3}$	151°50′	139°44′
LL	121°32′	121°32′	155°15′	138°18′
		Scalénoèdres inverses.		
$e_2\,e_2$	117°23′	149°53′ s. $e^{2/3}$	102°25′	148°41′
$e_{3/2}\,e_{3/2}$	101°55′	161°53′ s. $e^{4/5}$	103°52′	140°58′
$e_{3/4}\,e_{3/4}$	83°43′	167°47′	116°41′	130°52′
$e_{2/3}\,e_{2/3}$	86° 6′ s. e^{6}	163°12′ s. $e^{6/5}$	122°33′	131°11′
$e_{1/2}\,e_{1/2}$	92° 9′ s. e^{4}	153°16′ s. $e^{4/3}$	135°18′30″	131°25′
$e_{1/3}\,e_{1/3}$	99°58′ s. e^{3}	142°30′ s. $e^{3/2}$	149°21′	130°57′
zz	121°14′	130°16′ s. e^{1}	131°19′	146°18′
ϒ ϒ	114°34′ s. e^{6}	137°46′	128°30′	144°15′

	Angle sur $e^{x>2}$	Angle sur $e^{x<2}$	Angle sur d^1	Angle avec p adjacent
$\pi\pi$	107°38′	145°40′ s. e^1	124°40′	141°50′
$\rho\rho$	102°52′	151° 7′	121°33′	140° 3′
$\omega\omega$	99°26′	155° 7′	119° 6′	138°42′
$\Theta\Theta$	96°51′	158° 8′	117° 8′	137°38′
TT	93°12′	162°26′	114°14′	136° 6′
XX	84°45′	172°38′	106°50′	132° 7′
K_1K_1	114°36′	132°12′	141°59′	140°36′
KK	106°20′ s. e^4	139°56′	140°49′	137°18′
UU	103° 7′	141°41′	143°33′	134°51′
JJ	97°53′	150°13′	132° 4′	135°27′
VV	87°12′	157°21′	134° 2′	128°49′
$\gamma\gamma$	115°17′	142°32′	117°50′	146°33′
$\beta\beta$	115° 5′ s. $e^{10/3}$	129° 9′	150° 0′	138° 7′
$\varepsilon\varepsilon$	107°48′	136°47′ s. $e^{4/3}$	146°29′	136°12′
$\lambda\lambda$	76°55′ s. e^3	165° 0′	132° 1′	125°24′

Faciès des cristaux. La calcite est un des minéraux qui présentent le plus de formes distinctes et celui dans lequel leurs combinaisons s'effectuent de la façon la plus variée. Aussi, le faciès des cristaux est-il des plus divers, suivant que ce sont des prismes, des rhomboèdres, des scalénoèdres ou un isoscéloèdre qui dominent. Voici un rapide aperçu des types principaux réalisés dans les gisements décrits plus loin.

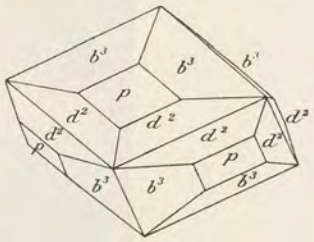


Fig. 11.
Calcite, type I *a bis*.

Types I (*Types rhomboédriques*). I *a*) Cristaux, avec le rhomboèdre p dominant (fig. 26). Cette forme, qui est donnée dans la plupart des Traités de Minéralogie comme tout à fait exceptionnelle, se trouve en réalité dans un assez grand nombre de gisements, souvent même, p y existe tout à fait seul.

Je rapproche de ce type des cristaux (I *a bis*), constitués par des scalénoèdres b^x ou d^x (d^2 ou scalénoèdres plus rapprochés de p), également développés, qui donnent à la combinaison l'apparence d'un rhomboèdre p, à faces bombées ; les faces p sont, d'ailleurs, souvent présentes (fig. 11 et 96).

Les combinaisons de ce genre sont celles qui sont réalisées dans le spath d'Islande : elles sont très fréquentes dans les gisements français.

Le plus souvent toutes les faces sont ternes, à l'exception de celles de quelques formes peu développées (e^2, e^3, etc.).

I *b*) Cristaux, avec le rhomboèdre b^1 dominant (fig. 12), parfois accompagné de facettes e^2 (fig. 13), ou de rhomboèdres voisins de

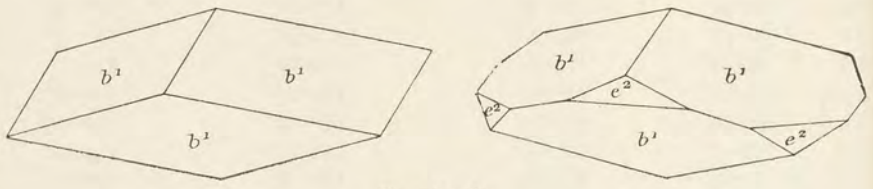


Fig. 12 et 13.
Calcite, type I *b*.

celui-ci peu développés. Par oscillation avec des scalénoèdres b^x, ils passent à de véritables lentilles à arêtes et à faces courbes. Ces cristaux ont une tendance à se grouper en grand nombre à axes

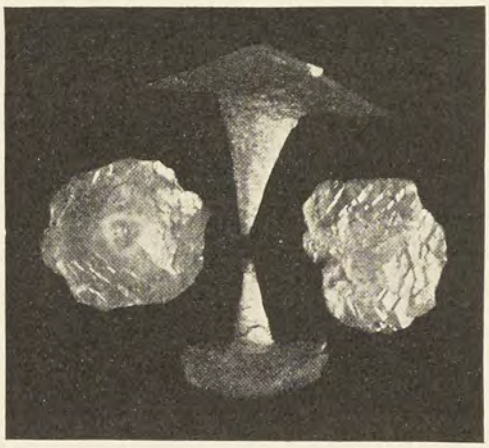


Fig. 14.
Groupements cristallitiques de rhomboèdres de calcite.

parallèles soit par interpénétration, soit par enfilage suivant l'axe ternaire.

Ils constituent parfois, par groupements à axes imparfaitement parallèles, des associations en rosettes, rappelant l'eisenrose du Saint-Gothard (fig. 259). Ils forment aussi des assemblages cristallitiques d'un autre ordre : la fig. 14 représente des cas de ce genre pro-

venant de Freiberg, en Saxe, et légitimant le nom vulgaire de *têtes de clous*, donné autrefois aux cristaux de cette forme.

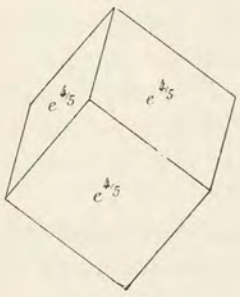


Fig. 15.
Calcite, type I *c*.
(cuboïde d'Hauÿ)

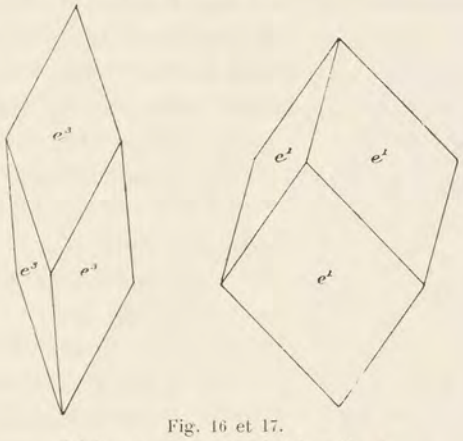


Fig. 16 et 17.
Calcite: type I *c*, rhomboèdres direct (fig. 16), ou inverse (fig. 17).

I *c*) Cristaux, avec rhomboèdres voisins du cube ; $e^{3/4}$ ($0\bar{7}\bar{7}5$), $e^{4/5}$ ($03\bar{3}2$) (fig. 15), ou leurs voisins (calcite *cuboïde* d'Haüy).

I *d*) Cristaux, avec des rhomboèdres aigus dominants, soit directs

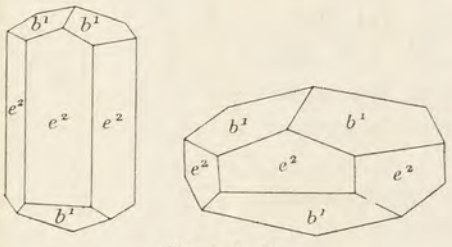


Fig. 18 et 19.
Calcite, type II *a*, prismatique.

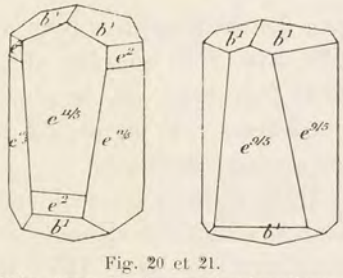


Fig. 20 et 21.
Calcite, type II *b*, pseudoprismatique ; rhomboèdres aigus direct (fig. 20), ou inverse (fig. 21).

(e^3, etc.) (fig. 16), soit inverses (e^1) (fig. 17) ou des rhomboèdres plus aigus ou plus obtus, mais assez éloignés de e^2.

Types II (*Types prismatique* II *a*, ou *pseudoprismatique*, II *b*). Je range dans ces sous-types, non seulement les cristaux dont la forme dominante est le prisme e^2 (fig. 18, 19, 219), mais aussi ceux dans lesquels elle est constituée par des rhomboèdres très aigus (directs) ($e^{9/4}$, $e^{11/5}$), (fig. 20) (*contracté* d'Haüy) ou inverses ($e^{9/5}$, $e^{11/6}$, $e^{15/}$), (fig. 21)

(*dilaté* d'Haüy), voisins du prisme e^2, et qui ne peuvent quelquefois être distingués de celui-ci que par des mesures, souvent rendues presque impossibles par la forme bombée de leurs faces.

Ces cristaux, terminés parfois par a^1, par p (fig. 219), e^1 (fig 154), $e^{4/5}$ (fig. 158) ou plus souvent par b^1, sont tantôt allongés (fig. 18, 20, 21), tantôt raccourcis (fig. 19) suivant l'axe vertical ; dans ce dernier cas, ils passent au type I *b*.

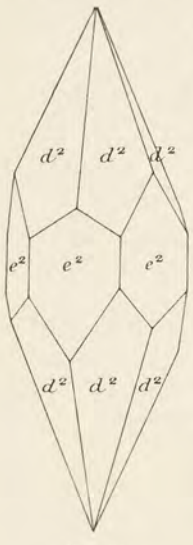


Fig. 22.
Calcite, type III *a*.

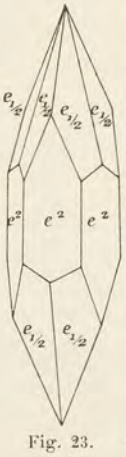


Fig. 23.
Calcite,
type III *c*.

II *c*) Le prisme d^1 ($11\bar{2}0$), combiné avec a^1, p ou e^1, caractérise un type beaucoup plus rare que le précédent (fig. 267).

Types III (*Types scalénoédriques*). III *a*) Les scalénoèdres dominants sont les métastatiques de la zone pd^1, reconnaissables à leurs stries, parallèles à leur intersection avec p ; d^2 est la forme la plus fréquente, parfois remplacée ou accompagnée dans certains gisements par des scalénoèdres plus aigus (fig. 211, 237 à 239, 240, 266) ou plus obtus (fig. 64, 193, 263, 264) : ce type est le plus fréquent des scalénoédriques ; la figure 22 le représente avec e^2 largement développé.

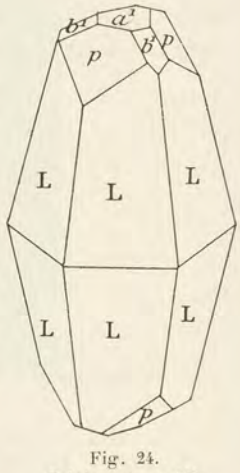


Fig. 24.
Calcite, type IV,
isoscéloédrique.

III *b*) Parfois les scalénoèdres d^x sont absents ou très réduits et ce sont des scalénoèdres b^x qui dominent (fig. 82 et 195). Ils sont généralement striés, courbes, lenticulaires (fig. 105) et parfois indéterminables : ils passent au type II *b* par apparition, puis prédominance de b^1 ; un cas particulier est caractérisé par la prédominance de l'isoscéloèdre b^2 ($11\bar{2}3$), (fig. 84).

III *c*) Plus rarement, le scalénoèdre dominant n'est pas un métastatique : celui qui est alors le plus habituel est $e_{1/2}$ ($14\bar{3}1$), comme dans la figure 23, où il est combiné à e^2.

Type IV (*Type isoscéloédrique*). Ce type, décrit pour la première

fois par M. Cesáro et dont les gisements sont extrêmement rares, est caractérisé par la prédominance de l'isoscéloèdre L (8.8.$\bar{1}\bar{6}$.3) (fig. 21, voir p. 462).

Type V (*Type aplati et basé*). Il est caractérisé par un aplatissement suivant la base a^1 (0001), accompagné d'un prisme (fig. 249) ou du rhomboèdre p (fig. 260). Cet aplatissement est souvent tel, que toutes les autres formes deviennent à peine distinctes ; le minéral prend parfois même une structure micacée (*papierspath*) et donne des lames transparentes, permettant de voir au microscope, en lumière convergente, la croix noire et les anneaux d'interférence. Cette variété de calcite a souvent l'éclat nacré, surtout quand ses lamelles s'empilent en grand nombre les unes sur les autres.

Ces divers types passent les uns aux autres et se diversifient par des associations souvent merveilleuses de complication.

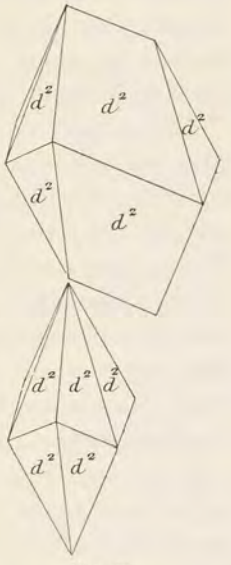


Fig. 25.
Scalénoèdre avec son développement normal et au-dessus, type fréquent de déformation.

Les cristaux de calcite présentent quelquefois un très grand allongement suivant l'axe vertical ou un aplatissement perpendiculaire à cette direction.

Ils sont parfois aussi allongés suivant des directions anormales. Les cristaux du type I *a* s'allongent fréquemment suivant une arête *pp* (fig. 43 et 44) et de même les cuboïdes suivant une arête culminante (fig. 167). Ceux du type III s'allongent suivant une arête d^2 d^2 (sur d^1) (fig. 25). Dans les cristaux du type V, les lames ou cristaux aplatis suivant la base s'allongent fréquemment suivant une arête a^1p (fig. 260).

Quelques faces de la calcite offrent des caractères de structure assez constants. La base est souvent ondulée, rugueuse et opaque, son éclat est nacré. Les faces p, d'ordinaire brillantes et planes, sont quelquefois ternes ; b^1 (01$\bar{1}$2) est très souvent strié parallèlement à son intersection avec p et arrondi par suite d'oscillations avec divers scalénoèdres b^x, qui sont d'ordinaire eux-mêmes très striés : fréquemment cette zone est constituée par une surface cylindrique, presque continue. Le rhomboèdre b^1 est souvent lenticulaire.

Les scalénoèdres métastatiques (zone pd^1), de même que d^1, sont très striés parallèlement à leur intersection avec p.

Les rhomboèdres sont souvent très ondulés et courbes, ce qui explique la multiplicité des formes à symboles compliqués données plus haut : e^1 a parfois des faces remarquablement planes et brillantes.

Les faces e^2 sont très fréquemment ondulées, bombées, surtout quand cette forme n'entre dans des combinaisons que comme accessoire, et leur distinction avec les rhomboèdres aigus voisins devient alors difficile.

L'arête d^2 d^2 (sur e^1) est souvent remplacée par des scalénoèdres courbes de la même zone, ce qui donne la cause du grand nombre des formes à symboles compliqués signalées dans cette zone. Celles-ci, comme beaucoup d'autres dans la calcite, ne sont peut-être que des faces de dissolution.

Les cristaux de calcite ont une grande tendance à se grouper à axes plus ou moins parallèles, pour constituer des édifices complexes et souvent cristallitiques, des squelettes de grands cristaux à faces creuses, des stalactites tubulaires constituées par un seul cristal (p. 526). Il n'est pas rare en outre de voir des cristaux de forme différente se grouper ensemble, soit par implantation (fig. 55 et 85, 88, 165 à 168), soit par enveloppement (fig. 46, 54, 69 et 124) : les cristaux d'âge différent ont souvent en outre des formes et des couleurs variées : certains des gisements décrits plus loin sont remarquables à cet égard (voir notamment page 467).

La calcite forme aussi des masses bacillaires ou fibreuses ; les individus constituant les premières sont allongés suivant l'axe vertical et se distinguent de l'aragonite par l'existence des clivages rhomboédriques, tous obliques sur l'axe vertical ; dans les secondes, ils sont quelquefois aplatis suivant a^1 et implantés perpendiculairement à une paroi ; plus souvent ils sont allongés suivant la même direction, ou suivant une arête *pp* (Coste Cirgues, près Brioude) ; c'est le cas du *spath satiné* à fines fibres, soyeuses. Ils possèdent alors deux clivages dans la zone de fibrosité, le troisième, lui, est oblique.

C'est un allongement suivant cette même direction, qui permet d'expliquer les extinctions très obliques, que présentent les fines aiguilles microscopiques enchevêtrées, constituant la *calcite cotonneuse* ou *farineuse*. Celle-ci forme des enduits ou des agrégats légers comme de la ouate, que l'on trouve dans les cavités de certains calcaires : elle a été appelée quelquefois *tripoli de Nanterre*.

La calcite fibreuse forme fréquemment des sphérolites, dont les

fibres élémentaires sont allongées suivant l'axe vertical (voir à *propriétés optiques*).

Le *bergmilch* ou *montmilch* est constitué par des agrégats poreux de lamelles cristallitiques rhomboédriques de calcite, aplaties suivant p, qui se produisent actuellement dans les cavernes (fig. 178, p. 530).

La calcite constitue aussi des masses lamellaires, laminaires, granulaires ; ses éléments sont souvent si petits et si peu agrégés qu'ils forment des masses terreuses (craie), dont la cristallinité ne peut être décelée que par les forts grossissements du microscope.

On la trouve en masses stalactiformes, concrétionnées, offrant souvent les formes les plus bizarres (p. 524) ; la structure intime de ces variétés de calcite concrétionnée est souvent fibreuse[1] ; ce sont elles qui constituent les *marbres onyx*, dont il sera question page 541.

La calcite forme, à elle seule, les plus importantes des roches sédimentaires, les *calcaires*. Elle épigénise des corps organiques des plus variés, minéraux ou végétaux.

Enfin, seule ou associé à l'aragonite, elle constitue normalement la coquille de beaucoup de mollusques vivants, les pièces calcaires des échinodermes, des spongiaires, etc.

Figures de corrosion. Les cristaux de calcite présentent fréquemment des figures de corrosion naturelles, qui sont symétriques par rapport à celui des plans de symétrie de la face, qui passe par l'axe vertical. Elles sont assez variables de forme et sont limitées par des faces de rhomboèdres et de scalénoèdres à symboles très compliqués ; je donne comme exemple (fig. 118 et 162) les deux types que l'on observe le plus habituellement sur les faces e^1.

Ces variations s'expliquent par celles que l'on peut obtenir expérimentalement et qui dépendent du degré de concentration, de la nature de l'acide employé, de la température, etc. [Voir pour les travaux les plus récents : Gaubert (*B. S. M.* XXIV, 326, 1901)].

Les plans de séparation b^1 et aussi les clivages p sont des plans de facile dissolution, ce qui entraîne la fréquente production sur les cristaux de calcite de lignes de corrosion, dont il sera question à plusieurs reprises plus loin.

Clivages. Clivage parfait suivant le rhomboèdre primitif p. Plans de séparation suivant b^1 $(01\bar{1}2)$, dus à des macles et plus rarement

1. Voir page 524, pour la description de la structure des stalactites de calcite, qui est fort variée.

(O. Mügge) suivant d^1 $(11\bar{2}0)$. Il semble aussi qu'il existe des plans de séparation suivant a^1 (0001) dans les variétés lamellaires.

Cassure conchoïdale, difficile à obtenir à cause de l'extrême facilité des clivages rhomboédriques.

Dureté. La dureté est variable suivant les directions, mais voisine de 3.

Densité. 2,714 (spath d'Islande). La densité se modifie, dès qu'il existe quelque impureté physique ou quelque mélange isomorphe.

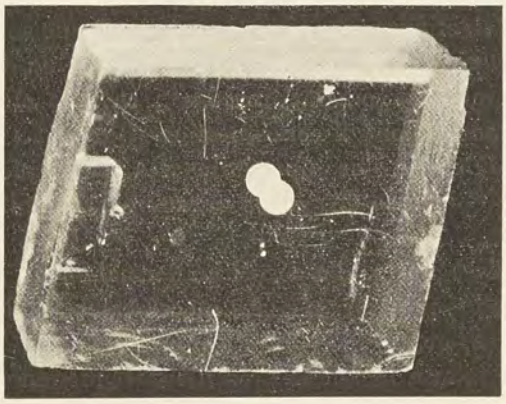


Fig. 26.
Rhomboèdre de clivage de calcite montrant la double réfraction à travers deux faces de clivage parallèles.

Coloration et éclat. Incolore, blanche. La calcite prend les colorations les plus variées (grise, jaune, rose, rouge, verte, violette, etc.), quand elle renferme de petites quantités d'oxydes métalliques, remplaçant isomorphiquement la chaux ou quand elle contient des inclusions charbonneuses ou bitumineuses (calcite noire, etc.), ferrugineuses, argileuses, etc. Ses cristaux prennent parfois des colorations différentes dans les diverses périodes de leur croissance.

Poussière blanche. Transparente à opaque.

Éclat vitreux à terreux, nacré suivant la base dans les variétés à structure lamellaire ou suivant d'autres directions cristallographiques (Oued Ouarsenis). Éclat soyeux dans certaines variétés fibreuses.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$). La biréfringence est assez élevée pour qu'il soit possible de la constater en regardant un objet à travers une face de clivage (fig. 26).

Les indices sont les suivants pour la lumière du sodium :

$$\mathbf{n}_g = 1.65837 \text{ Dufet.}$$
$$\mathbf{n}_p = 1.48645.$$
$$\mathbf{n}_g\text{-}\mathbf{n}_p = 0.17192.$$

Les rhomboèdres de clivage transparents de calcite présentent quelquefois le phénomène de l'astérisme, en relation avec les lames

polysynthétiques de la macle b^1 ou avec de petites cavités disposées dans leur plan. La figure 205 est la reproduction d'un cristal de calcite de Genolhac montrant très nettement par réflexion une astérie, dont les branches sont parallèles aux diagonales inclinées des faces b^1 du pointement ; elles ont un éclat nacré, qui rappelle celui de la pierre de lune et contraste avec l'éclat vitreux du reste du cristal.

La calcite fibreuse, quand elle est allongée suivant l'axe vertical, présente des extinctions longitudinales en lumière polarisée parallèle,

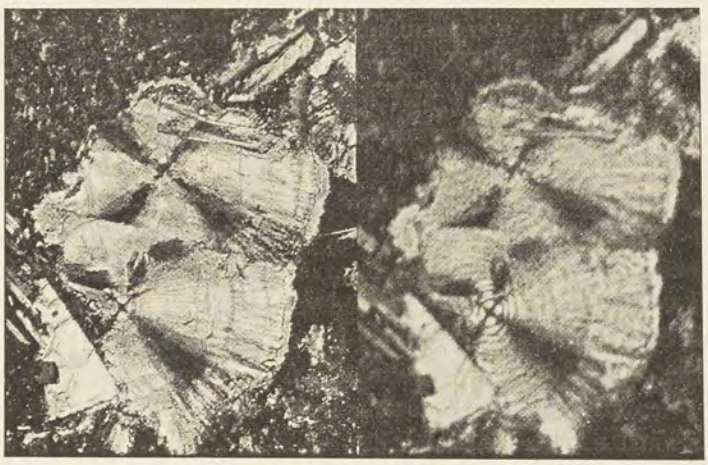


Fig. 27.
Sphérolites de calcite vus en lumière polarisée parallèle et montrant les anneaux colorés et la croix noire. A gauche, la mise au point est normale ; à droite, l'objectif a été légèrement soulevé (lame mince taillée dans un basalte de Salesse (*Cantal*).

mais lorsqu'elle est allongée suivant une arête *pp*, elle possède dans la zone d'allongement des extinctions très obliques.

Les sphérolites fibreux de calcite, allongés suivant l'axe vertical, possèdent, de même que ceux des autres minéraux uniaxes offrant le même allongement, une intéressante propriété, constatée pour la première fois par M. Fouqué et étudiée par MM. E. Bertrand et Mallard. Quand on les examine en lumière polarisée parallèle, on constate leur structure régulièrement fibreuse (fig. 27 à gauche) ; si l'on déplace légèrement l'objectif du microscope, soit en le baissant, soit en le montant (suivant la position du centre du sphérolite par rapport à la plaque), on voit apparaître une croix noire et des anneaux colorés (fig. 27 à droite), identiques à ceux que fournit un cristal homogène de calcite exa-

miné en lumière convergente, perpendiculairement à son axe optique.

La calcite et la sidérite offrant cette structure sont fréquentes, comme élément secondaire, dans les roches volcaniques du Plateau Central.

Pseudopléochroïsme. La calcite fibreuse ou laiteuse (par suite de l'existence d'inclusions) possède parfois un pseudopléochroïsme assez net, avec maximum d'absorption suivant $\mathbf{n}_g$.

Dilatation. Sous l'influence de la chaleur, la calcite se dilate suivant l'axe de symétrie ternaire et se contracte perpendiculairement à celui-ci. Mitscherlich a montré qu'entre 10° et 164° C, l'angle culminant *pp* diminue de 0°8′34″.

Électricité. La calcite acquiert l'électricité positive par simple pression entre les doigts et la conserve pendant longtemps (électroscope d'Haüy).

Inclusions. La calcite renferme des inclusions liquides à bulle gazeuse (parfois visibles à l'œil nu), et des inclusions gazeuses ; leur abondance contribue parfois à rendre le minéral laiteux) ; souvent elle contient des grains ou des rhomboèdres de dolomite, enfin des inclusions de divers minéraux, tels que les chlorites, des oxydes de fer, la pyrite, des matières carburées, du quartz, qui ne présentent d'ordinaire aucune orientation géométrique dans leur hôte ; il n'en est cependant pas toujours ainsi et l'on rencontre des cristaux, dans lesquels la matière colorante jalonne certaines arêtes ou certaines autres directions (diagonales symétriques des faces b^1 par exemple).

Un certain nombre de noms de variétés ont été proposés pour désigner la calcite renfermant des oxydes métalliques, non à l'état de combinaison, mais sous forme de mélange et de pigment coloré visible au microscope et isolable par les liqueurs denses.

L'*hématoconite* est colorée en rouge-sang ou en rouge brun par de l'hématite (densité 2,71 à 2,73), la *sidéroconite* (densité 2,67) en jaune d'ocre par de la limonite ; la *cuprocalcite* en rouge vermeil par de la cuprite. Quant à la *predazzite* et à la *pencatite*, ce sont des calcaires cristallins, mélangés d'hydromagnésite. De même, beaucoup de calcites magnésiennes sont des mélanges physiques de calcite et de dolomite.

Enfin, certaines calcites ou plus souvent certains calcaires renferment une matière carburée d'origine organique, grâce à laquelle le minéral ou la roche dégage par le choc une odeur empyreumatique ou fétide, parfois une odeur de truffe (*truffite*, p. 509). Ces calcaires sont

souvent colorés en noir ou en brun (*anthraconite*), mais cela n'est pas général; les calcaires blancs marmoréens des Pyrénées, par exemple, possèdent très fréquemment en effet cette propriété odorante.

Les célèbres calcites de Fontainebleau (soi-disant *grès cristallisé*) sont des cristaux de calcite, ayant englobé, au moment de la cristallisation, des grains du sable quartzeux, au milieu duquel ils se sont produits (structure poecilitique).

Composition chimique. La formule $CaCO^3$ correspond à la composition suivante. De petites quantités de magnésium, de fer, de manganèse sont fréquentes; les traces de zinc sont plus rares.

CO^2.....	44,0
CaO.....	56,0
	100,0

Quelques noms de variétés ont été établis pour des calcites renfermant, à l'état de mélange isomorphe, une quantité notable de métaux autres que le calcium.

La *barycalcite* de Långban (Suède) est riche en baryum, bien que conservant la forme rhomboédrique; la *strontianocalcite*, en masses cristallines mamelonnées, ne contient que quelques centièmes de carbonate de strontium.

La *ferrocalcite* contient au moins 4 °/₀ de $FeCO^3$; elle brunit à l'air et présente le plus souvent des formes concrétionnées fibro-lamellaires et des clivages courbes.

La *manganocalcite* (spartaïte) est lamellaire, d'un blanc rosé ou rose; elle noircit à l'air, elle contient jusqu'à 11 °/₀ de $MnCO^3$. La *zincocalcite* renferme une quantité beaucoup moindre de $Zn\ CO^3$.

La *plumbocalcite* est blanche, et cristallise en rhomboèdres nets: elle contient jusqu'à 9 °/₀ de $PbCO^3$.

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube fermé, la calcite décrépite parfois, puis blanchit : si elle contient du fer ou du manganèse, elle se teinte de rouge ou de noir. Au chalumeau, elle est infusible, mais colore la flamme en jaune rouge. Le résultat de la calcination (CaO) donne une réaction alcaline très intense.

Soluble à froid dans les acides, en donnant une vive effervescence, la solution fournit les réactions du calcium; une goutte acidulée par l'acide sulfurique donne par évaporation des cristaux de gypse.

Altérations. Les cristaux de calcite se rencontrent fréquemment transformés en minéraux variés; tantôt il y a eu seulement échange

de base avec d'autres carbonates dissous ; tel est le cas des pseudomorphoses de calcite en dolomite, en sidérite, en smithsonite, mais le plus souvent la pseudomorphose ne renferme plus aucun des éléments du minéral primordial (pseudomorphoses en quartz, p. 569, en limonite, en romanéchite (p. 565), en pyrite, en dioptase, p, 560, etc). Ces diverses pseudomorphoses sont décrites à leur gisement respectif ; la solubilité de la calcite dans l'eau chargée d'anhydride carbonique les explique aisément.

Les périmorphoses ne sont pas moins fréquentes : elles se sont produites par dépôt d'une couche mince d'un minéral de nature variée (quartz, pyrite, romanéchite, etc.) à la surface de cristaux de calcite, qui ont été ensuite dissous : la cavité ainsi produite est parfois restée vide, alors que dans d'autres cas, elle a été plus ou moins complètement remplie ou bien la carapace du minéral récent a été disloquée (fig. 231, p. 566).

La dissolution des assises calcaires par les eaux superficielles (décalcification) est un phénomène très général et d'une grande importance géologique, il permet d'expliquer la formation de beaucoup de gisements de minéraux (meulières, phosphates, certains minerais de fer, etc.) :

Diagnostic. La propriété de se dissoudre dans les acides à froid, les clivages rhomboédriques de 105°5′, la très forte biréfringence et le signe optique négatif, sont les caractéristiques principales de la calcite. Le tableau donné, page 416, permet aisément la distinction de cette substance avec les autres carbonates isomorphes.

La densité et la dureté plus faibles, les clivages rhomboédriques et la réaction de Meigen (voir à *aragonite*) constituent le diagnostic le meilleur pour la distinction avec l'*aragonite*, surtout pour les variétés fibreuses.

Lemberg a proposé un procédé de distinction de la calcite et de la *dolomite* ; il consiste à placer le minéral à étudier dans une solution au dixième de perchlorure de fer ; la dolomite reste inattaquée ; au contact de la calcite, au contraire, se produit une vive réaction et le minéral se couvre d'une couche brune d'hydrate ferrique. (Pour une autre réaction, voir à *dolomite*.)

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La calcite est un des minéraux les plus abondants dans la nature ; c'est incontestablement le plus riche en formes. Elle se rencontre dans de multiples gisements et, dans quelques-uns d'entre eux, elle cristal-

lise sous nos yeux, grâce à sa solubilité dans l'eau chargée d'un excès d'anhydride carbonique.

Je la décrirai successivement dans les conditions de gisement suivantes :

1° Dans les roches sédimentaires ;
2° Dans les produits de sources ;
3° Dans les filons et dans les gisements métallifères de substitution ;
4° Dans les roches éruptives et métamorphiques.

Les gisements français des cristaux de calcite n'ont jusqu'ici que peu attiré l'attention ; c'est à peine si deux ou trois d'entre eux sont cités dans les Traités de Minéralogie ; on verra cependant dans les pages suivantes qu'il existe sur notre territoire un assez grand nombre de gisements qui, par la beauté et l'intérêt de leurs cristaux, méritent de prendre place parmi ceux qui sont classiques pour l'étude de cette espèce.

1° *Dans les roches sédimentaires.*

b. *Comme élément constitutif essentiel des calcaires.*

La calcite constitue, en totalité ou en partie, les calcaires, qui jouent un rôle si considérable parmi les roches sédimentaires. Elle y est souvent associée à de l'argile, à des produits carburés d'origine organique, ou à des oxydes et en particulier à ceux de fer, qui font varier la couleur de la roche, — à des minéraux clastiques (quartz, feldspaths, etc.), et enfin à des minéraux, qui se sont individualisés pendant ou après le dépôt du calcaire ; tels sont la pyrite, la glauconie, la phosphorite, la dolomite (calcaires dolomitiques), l'opale (provenant en grande partie du squelette siliceux de diatomées, de spongiaires, de radiolaires et se concrétionnant parfois en rognons), le quartz, plus rarement des feldspaths, etc.

En outre des fossiles plus ou moins intacts, beaucoup de calcaires renferment en très grande abondance des débris organiques calcaires, ayant conservé leur structure originelle : foraminifères, spongiaires, coraux, bryozoaires, échinides, crinoïdes, brachiopodes, mollusques, etc. qui arrivent même parfois à constituer la majeure partie de la roche et lui donnent par suite un facies et une texture caractéristiques. C'est ainsi que la *craie* est une variété terreuse de calcaire essentiellement composée par des débris microscopiques de ce genre. On donne le nom de *lumachelles* à des calcaires très riches en coquilles de mollusques.

Les *calcaires oolitiques* sont essentiellement constitués par ces petits globules, à structure concentrique ou fibroradiée (ils peuvent alors donner le phénomène décrit page 435), que l'on appelle les *oolites* et qui sont formés par enrobement de calcite autour d'un débris clastique (fig. 27 *bis*) (grain de quartz, de calcaire, fragment de coquilles, etc.). Les plages des récifs coralliens (îles de l'*Océanie française* par exemple) sont actuellement le siège de formation de semblables oolites par cristallisation de calcite autour de débris de coraux, rendue

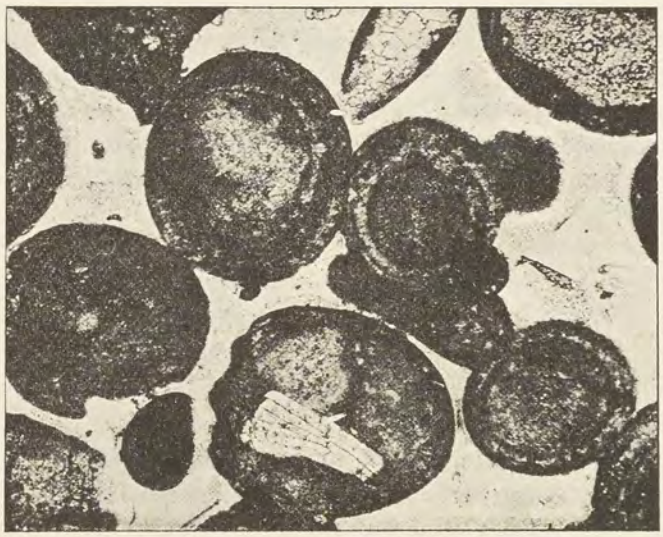


Fig. 27 *bis*.
Oolites calcaires dans calcaire rauracien du Mamers (*Sarthe*). Les plages claires sont constituées par de la calcite spathique (*Grossissement* : *45 diamètres*).

possible par les alternances de dessiccation et de submersion dues au mouvement continuel de la mer.

Dans les régions métamorphisées, soit par contact de roches éruptives, soit par actions dynamiques ou par toute autre cause, les calcaires sédimentaires ont subi une recristallisation, leur matière organique a disparu ou s'est transformée en graphite, ils sont devenus blancs et marmoréens, en même temps que souvent ils se sont chargés de nombreux minéraux cristallisés, étudiés au cours de ce livre (calcaires dévoniens en contact avec le granite de l'*Ariège* et des *Hautes-Pyrénées* ; calcaires secondaires en contact avec les lherzolites et les ophites des mêmes régions, par exemple). Le nom de *cipolin* a été

employé dans cet ouvrage pour désigner les calcaires marmoréens intercalés dans les schistes cristallins et, eux aussi, souvent riches en minéraux cristallisés [cipolins de Mercus et Arignac (*Ariège*), etc.]

Il existe tous les intermédiaires possibles au point de vue de la cristallinité entre le marbre blanc, à grandes lames, de Saint-Béat (*Haute-Garonne*) par exemple, et les calcaires compacts du tertiaire des environs de Paris, mais tous sont caractérisés par ce fait que la calcite y est entièrement cristallisée ; dans le cas le plus général, sa structure est xénomorphe, grenue ; il existe cependant des calcaires, dans lesquels chaque élément cristallin est constitué par un cristal à formes nettes [rhomboèdre p dans des calcaires oligocènes métamorphisés par une intrusion de basalte à Gergovia (*Puy-de-Dôme*) ; rhomboèdres e^1, dans les lits très cristallins du lutécien de Paris ; rhomboèdres lenticulaires dans les nodules calcaires des marnes vertes de l'oligocène parisien].

Dans les calcaires marmoréens, ayant subi des actions dynamiques puissantes et dans ceux-là seulement, les grains de calcite présentent avec une extrême fréquence, la macle polysynthétique suivant b^1 $(01\bar{1}2)$.

Il n'entre pas dans mon plan de décrire les innombrables variétés de calcaires, dont quelques-unes, grâce à leur structure, à la richesse de leur couleur, ou à la présence de matières étrangères, sont employées pour l'ornementation comme *marbres*. De telles roches abondent en France, on trouvera des renseignements à leur sujet dans le *Traité de Minéralogie* de Dufrénoy (tome II), dans la *Technologie du bâtiment* de T. Chateau (Paris, 1866, II, 471-504), et dans une note de Ch. Frossard, sur les marbres des Pyrénées (*Bull. Soc. Borda*, Dax, 1896).

La calcite dans les corps organisés.

Le carbonate de calcium constitue le squelette de certaines algues, le squelette ou la coquille de nombreux animaux invertébrés[1]. Il appartient soit à la calcite, soit à l'aragonite[2], soit aux deux réunis, mais pour chaque espèce animale ou végétale, la nature et la structure du

1. Le carbonate de calcium du squelette des vertébrés n'existe pas sous une forme minéralogique cristallisée.

2. On verra à l'étude de cette espèce que la soi-disant *conchite* ne diffère en rien de l'aragonite.

carbonate sont constantes. Dans les animaux et dans les algues vivantes, celui-ci est accompagné de matière organique, qui disparaît plus ou moins complètement par la fossilisation, aussi un échantillon d'invertébré fossile est-il toujours plus dense que la partie correspondante d'un vivant ; le calcaire de ce dernier possède donc une densité inférieure à celle du minéral (aragonite ou calcite) qui le constitue essentiellement ; l'emploi de la densité comme procédé de diagnostic doit par suite être fait judicieusement. La réaction de Meigen est précieuse pour déterminer si l'on se trouve en présence d'aragonite ou de calcite, quand les propriétés optiques ne peuvent être étudiées en détail. Sorby a proposé aussi d'utiliser la dureté ; une coquille constituée par de l'aragonite entame un rhomboèdre de clivage de calcite, quand on essaie de le rayer en partant de son sommet pour aller dans la direction de la diagonale inclinée.

La calcite est la forme la plus stable du carbonate de calcium et l'aragonite a une grande tendance à se transformer en calcite ; aussi, tandis que les coquilles, constituées par de la calcite, conservent en se fossilisant leur structure minéralogique, celles qui sont originellement formées par de l'aragonite, se transforment souvent en calcite : dans cette paramorphose, la calcite ne s'oriente pas sur l'aragonite, des lames ou des fibres de ce minéral se transforment en agrégats grenus de calcite, qui résistent moins bien à la dissolution que les cristaux homogènes et ainsi s'explique la fréquente destruction du test de certaines espèces de mollusques fossilisés et la conservation de celui de certains autres.

Parmi les *algues*, on peut citer les suivantes comme constituées par de la calcite, qui est finement grenue, comme dans le calcaire compact : *Corallina*, *Lithothamnion*, *Lithophyllum*, etc.

Les *foraminifères* et particulièrement les *nummulites*, sont constitués par de la calcite. La plus grande partie des *coralliaires* est formée par de l'aragonite, à l'exception toutefois de quelques espèces, telles que le corail (*Corallium rubrum*), les *Tubipora*, etc.

C'est encore à la calcite qu'il faut rapporter le test des *serpules*, des *brachiopodes*, des *crustacés* (*Balanus*, *trilobites*), des *échinodermes*, des *céphalopodes* et d'une partie des *lamellibranches*. Je ne m'occuperai d'une façon spéciale que de ceux de ces animaux dans lesquels la calcite présente une orientation régulière ; celle-ci est intéressante au point de vue minéralogique, car elle persiste dans la fossilisation et elle est facilement reconnaissable dans les calcaires, auxquels elle donne sou-

vent un aspect spécial et une structure très cristalline, dès que ces débris fossiles y sont abondants (cassure spathique des crinoïdes dans les *calcaires à entroques* du bajocien).

Échinodermes. — La caractéristique essentielle des échinodermes est que chaque pièce calcaire de ceux qui possèdent un test (*échinides* [1], *crinoïdes*, *stellerides*), chaque spicule de ceux (*holothuries*) qui n'ont pas de squelette continu, est constitué *par un cristal unique* ayant une orientation *uniforme et définie*. Quand la pièce est allongée (piquants, hampes des pédicellaires, etc.), *quelle que soit sa taille*, l'axe ternaire du cristal qui la forme, est parallèle à son allongement[2]; si elle est aplatie, il est normal au plan d'aplatissement; s'il est représenté par une surface gauche, il est normal au plan tangent moyen de celle-ci.

La cristallisation de la calcite s'est effectuée dans les mailles d'un réseau de substance conjonctive, qui généralement masque dans l'animal vivant la structure cristalline. Mais au cours de la fossilisation, cette matière organique disparaît plus ou moins complètement, les cavités du tissu poreux se comblent par apport de calcite néogène; celle-ci s'oriente sur la calcite normale et alors le cristal, rendu continu, peut se cliver suivant p, tandis que les clivages ne se voient qu'exceptionnellement dans les animaux vivants. C'est grâce à cette propriété que tous les débris du test des échinodermes fossiles sont constitués par de la calcite spathique, dans laquelle du reste l'examen microscopique permet généralement encore de distinguer les détails de la structure histologique primitive.

Si, au lieu de considérer une pièce en particulier, on étudie ses rapports avec ses voisines, on constate qu'un oursin est en réalité constitué par un groupement de cristaux, liés les uns aux autres par des relations, que j'ai pu définir grâce à l'étude de quelques échantillons particulièrement intéressants.

Il s'agit d'oursins crétacés, hérissés de pointements cristallins, cons-

1. Ce fait, malgré son vif intérêt, est cependant passé sous silence dans la plupart des ouvrages de zoologie : il a été observé pour la première fois, en 1841, dans un oursin, par Haidinger (*Abhandl. k. böhm. Gesellsch. Wissensch.*, p. 6), il a été cité à nouveau par G. Rose [*Abhandl. k. Akad. Wissensch. Berlin*, 1858 (1859-98], par H. C. Sorby (*Quaterly J. Geol. Soc.*, XXXV, 1879. 63), et enfin par M. Douvillé (*B. S. G.*, VII, 1879, 59).

2. J'ai cependant constaté que, dans quelques oursins, dont les piquants portent des ornements en relief (tubercules, aiguilles), le *Dorocidaris papillatus* en particulier, ceux-ci ne sont pas orientés comme le reste de la pièce et sont constitués par de la calcite fibreuse.

titués par des rhomboèdres de calcite ayant pris l'orientation des plaques

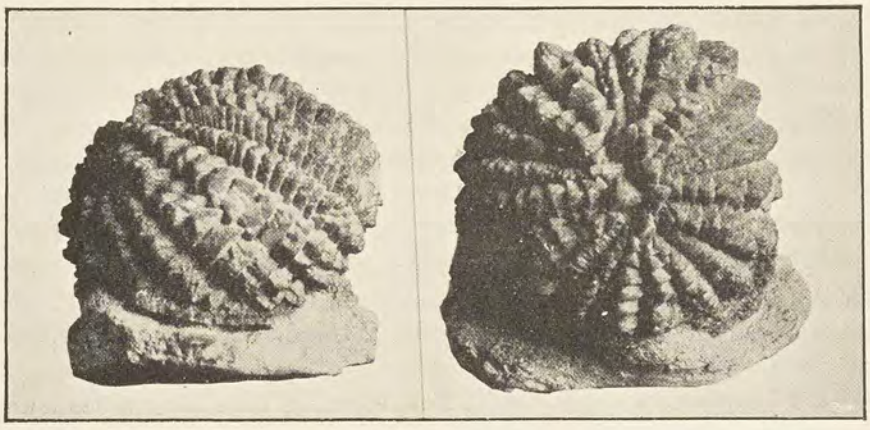


Fig. 28.
Rhomboèdres de calcite, régulièrement orientés sur un *Echinochorys vulgaris* de la craie à baculites (*aturien*) de Fréville (*Manche*).

ambulacraires et interambulacraires sur lesquelles ils se sont formés. Tous sont en outre soumis à la loi suivante : un des plans de symétrie du cristal rhomboédrique est compris dans un plan diamétral de l'oursin, passant par une rangée de plaques ambulacraires ou interambulacraires. Un rhomboèdre répondant à cette condition peut occuper deux positions distinctes : l'arête rhomboédrique passant par le plan diamétral peut être disposée du côté du pôle supérieur de l'oursin ou bien être dirigée vers son pôle inférieur ; chacune de ces positions est symétrique par rapport à une face e^2 du cristal. Or, dans les six échantillons d'oursins couverts de cristaux que j'ai étudiés, c'est l'une seulement de ces deux positions



Fig. 29
Rhomboèdres de calcite, régulièrement orientés sur un *Nucleolites parallelus* du sénonien de Mouleydier (*Dordogne*).

qui est réalisée d'une façon générale. Dans la figure 28, on voit, en effet, que les rhomboèdres orientés à l'extérieur d'un *Echinochorys vulgaris* ont tous une arête tournée vers le pôle supérieur. Dans la fig. 30, représentant des cristaux disposés à l'intérieur d'un autre individu de la même espèce, on voit, au contraire, la face rhomboédrique se diriger du côté du pôle supérieur et par suite, l'arête opposée s'incliner vers le pôle inférieur ; on peut donc considérer les pointements rhomboédriques de ce dernier échantillon comme représentant le prolongement au delà du test de l'orientation des cristaux de l'échantillon précédent. Seul l'échantillon représenté par la figure 29, renferme un petit nombre de cristaux disposés d'une façon inverse ; ils sont par conséquent symétriques par rapport à e^2 avec les deux cristaux contigus (face à face avec le cristal supérieur, arête à arête avec l'inférieur).



Fig. 30.
Rhomboèdres de calcite, régulièrement orientés à l'intérieur d'un *Echinochorys vulgaris* du sénonien de Meudon (*Seine*).

La forme de l'oursin n'a pas d'influence sur la distribution des cristaux, ainsi qu'on peut s'en assurer par la comparaison des figures 28 et 29 représentant la première un oursin régulier de Meudon (*Seine*) et la seconde un oursin irrégulier (*Nucleolites parallelus*) de Mouleydier (*Dordogne*) dont je dois la communication à M. Douvillé. En outre des échantillons figurés, j'ai observé la même disposition à l'intérieur d'*Echinochorys gibbus* du sénonien de Belbeuf près Rouen (*Seine-Inférieure*) et de Reims (*Marne*).

Dans tous les échantillons étudiés, le rhomboèdre est un inverse, plus aigu que e^1 [$e^{6/5}$ (0.11.$\overline{11}$.14) ou un type voisin], mais cette particularité n'est plus en relation avec l'orientation de la calcite dans l'animal vivant, elle dépend des conditions du milieu dans lequel s'est effectuée la cristallisation.

Les crinoïdes sont constitués par l'empilement de pièces aplaties, aussi l'axe vertical de chacune d'entre elles est-il perpendiculaire à l'aplatissement ; il possède par suite une orientation identique dans toutes les pièces de la tige ; il suit la courbe du calice dans celui-ci. Je n'ai malheureusement trouvé aucun échantillon de crinoïde couvert

extérieurement de cristaux, mais il est très vraisemblable, par analogie avec les oursins qui viennent d'être décrits, que la loi d'orientation mutuelle doit être la même : un crinoïde couvert de cristaux ne devrait montrer aucun pointement ternaire, mais seulement des faces latérales de cristaux de calcite.

Mollusques. — Les *Ostrea*, *Gryphea*, *Pecten*, parmi les lamellibranches; les *Cerithium*, les *Melania*, etc., parmi les gastéropodes, les *Argonautes*, les *Bélemnites*, parmi les céphalopodes, sont exclusivement constitués par de la calcite. Dans certains lamellibranches (*Pinna*, *Mitylus*, *Inoceramus*, *Unio*, *Anondonta*), dans les *patelles*, les *fusus*, la nacre est formée par de l'aragonite et la partie extérieure de la coquille par de la calcite.

Dans ces divers animaux, la calcite présente une structure régulière, qui peut être rapportée à deux types : 1° Elle est lamellaire suivant la base, comme cela a lieu dans la nacre d'aragonite qui sera décrite à cette espèce. Les lames, parallèles à la surface de la coquille, montrent en lumière convergente la croix noire des minéraux uniaxes. Tel est le cas de la coquille des huîtres, des *Haliotis*, des *Argonautes*, etc.; 2° Elle est fibreuse ou columnaire; les baguettes élémentaires sont groupées à axes plus ou moins rigoureusement parallèles et disposées d'une façon plus ou moins régulièrement normale à la surface extérieure. Une lame mince, taillée parallèlement à cette dernière, montre un pavage d'alvéoles polyédriques résultant de la section transversale des baguettes. Il est nécessaire de distinguer deux cas :

a) Toutes les alvéoles sont à peine biréfringentes (*Pinna*, *Malleus*); l'examen en lumière convergente montre qu'elles sont perpendiculaires à l'axe optique de la calcite. Les baguettes sont donc allongées suivant l'axe vertical.

Tel est aussi le cas réalisé dans le rostre des *bélemnites*, les fibres sont disposées perpendiculairement à la surface de la pièce et par suite à leur axe d'allongement dans sa portion cylindrique. Au fur et mesure que l'on se rapproche de la pointe de la bélemnite, les fibres font un angle de plus en plus sensible avec l'axe de la pièce. M. Cesáro a montré (*Ann. Soc. géol. Belgique*, XVI. Mém. 1899) que dans ce cas, elles se succèdent non plus par plans superposés, mais par cônes s'ouvrant vers la base et dont l'angle dans la *Belemnitella mucronata* tend vers une valeur voisine de 140° au voisinage de l'extrémité du fossile.

b) Toutes les alvéoles ont la même biréfringence très vive, mais

elles s'éteignent dans des directions indépendantes. L'examen en lumière convergente fait voir que toutes ces plages sont parallèles à l'axe optique de la calcite. L'étude en lumière convergente des sections parallèles aux fibres montre que celles-ci sont ou rigoureusement perpendiculaires à l'axe optique ou plus ou moins obliques sur celui-ci, mais la projection de cet axe reste toujours dans un plan perpendiculaire aux fibres. Les baguettes élémentaires sont donc allongées suivant n_g (pour fixer les idées, on pourrait dire suivant une arête $p\,a^1$). Cette structure peut être étudiée dans les grands *Inoceramus* de la craie, dans la partie fibreuse des huîtres perlières (*Meleagrina margaritifera*) et dans les perles de nacre (voir à aragonite).

Œufs d'oiseaux. — Notons en terminant que les coquilles des œufs d'*oiseaux* sont constituées par de la calcite, généralement grenue à la façon de celle qui constitue les calcaires marmoréens (œufs de poule). Exceptionnellement, dans certains œufs très épais, comme ceux d'autruche, d'épiornix (*Madagascar*), elle prend une structure fibreuse avec fibres plus ou moins normales à la surface ; les baguettes élémentaires qui constituent ces fibres ont une section triangulaire rendue parfois très distincte, grâce à l'existence d'un pigment localisé dans leur partie centrale.

Les œufs de *reptiles* (Chéloniens, Sauriens) sont constitués par des sphérolites très réguliers à rapporter à l'aragonite : il est aisé par suite de les distinguer des œufs d'oiseaux.

Mammifères.— Enfin, je signalerai deux cas, que j'ai observés, de formation pathologique dans le rein de bœufs, de petites perles calcaires ayant l'aspect, la structure des perles et atteignant 6 à 7 millimètres de diamètre. Elles sont constituées par de la calcite, ayant la structure qui sera étudiée plus loin dans la *ctypéite*. Quelques-unes de ces perles ont un orient, qui rappelle celui de la perle fine, tandis que d'autres ont un aspect doré, avec l'éclat métallique, dû à des phénomènes de lames minces.

b) *Dans les fentes et les cavités des roches sédimentaires.*

Les cavités de corrosion et les fentes des roches sédimentaires et particulièrement celles des calcaires renferment avec une extrême fréquence des cristaux de calcite ; ceux-ci sont de formation postérieure au dépôt des sédiments et résultent de la cristallisation du carbonate de calcium dissous dans les eaux d'infiltration, chargées d'anhydride carbonique. Les cavités de nombreux fossiles et notamment les loges

des ammonites (fig. 31), constituent fréquemment des géodes tapissées de cristaux qui sont souvent beaucoup plus frais que ceux recouvrant les fissures, parce que se trouvant dans des cavités obturées, ils n'ont pas subi de corrosions postérieures. Ces phénomènes de corrosion et de démolition partielle sont toujours intenses aux affleurements, c'est pourquoi dans les carrières de calcaire les plus beaux cristaux se trouvent d'ordinaire dans les parties les plus basses de l'exploitation.

La production de ces cristaux est indépendante de l'âge des sédiments qui les renferment, aussi n'est-ce que pour faciliter les recherches que j'ai classé chronologiquement les documents recueillis. Dans une région déterminée, il est assez fréquent de voir les mêmes formes de cristaux de calcite se rencontrer à un même niveau stratigraphique; ce fait peut s'expliquer par l'analogie du milieu (structure et composition des assises sédimentaires) et des conditions dans lesquelles s'y est effectuée la cristallisation de la calcite secondaire.



Fig. 31.
Géodes tapissées de cristaux de calcite, constituées par les loges d'une Ammonite du lias de Génelard (*S.-et-Loire*).

C'est également dans le but de rendre plus faciles les recherches, que j'étudie dans un paragraphe spécial les cristaux recueillis, non plus dans les fentes, mais dans des grottes creusées dans les calcaires, la production de la calcite cristallisée s'y poursuivant souvent encore actuellement; il y a évidemment continuité dans la formation des cristaux des simples géodes, des fentes et de ceux des grottes.

Parmi les innombrables gisements de calcite appartenant au genre de gisement étudié ici, j'ai choisi ceux qui, à ma connaissance, se recommandent par la beauté, l'abondance ou la netteté de leurs cristaux. Le nombre des gisements à citer pourrait être multiplié à l'infini, si l'on prenait la peine de parcourir, en vue de leur étude, les régions exclusivement sédimentaires, d'ordinaire peu visitées par les minéralogistes et généralement négligées à ce point de vue par les géologues.

Je tiens à remercier d'une façon spéciale : MM. Bayle, Berthier, Boreau, Bourguignon, de Brun, Chamussy, Collot, Demarty, Doumerc,

de la Durandière, Fabre, Flamand, Girardot, Gonnard, Gosselet, F. Gourdon, de Gramont, Hoh, Kilian, G. Lafay, Lambert, Le Roux, J. Martin, Meyer, Mieg, Œhlert, Petitclerc, Poisot, Porteut, Skrodzki, Torcapel, qui ont bien voulu répondre à mon appel et me fournir quelques documents sur les régions, qu'ils ont plus particulièrement étudiées et que j'ai peu ou pas étudiées moi-même.

Je signalerai une fois pour toutes, sans citer de localités spéciales, l'abondance, dans les fentes de tous les calcaires sédimentaires, d'une variété de calcite fibrobacillaire, formant souvent des baguettes cannelées de plus d'un décimètre de longueur ; elles sont constituées par des cristaux de calcite (incolores ou plus souvent colorés par un peu de fer en jaune plus ou moins foncé), allongés suivant l'axe vertical et faiblement accolés les uns aux autres. Ils se distinguent de l'aragonite fibreuse par leurs clivages très obliques sur l'axe vertical : parfois ils se terminent par des pointements distincts (généralement des rhomboèdres aigus).

La *calcite farineuse* et *cotonneuse* est moins fréquente. Elle constitue des enduits, semblables à une farine légère ou à une ouate délicate, se tassant sous la pression du doigt ou s'envolant au moindre souffle quand on découvre les cavités qui la renferment. Elle est souvent de formation actuelle.

α) Dans les cipolins des schistes cristallins.

Les cipolins intercalés dans les schistes cristallins des gisements français sont généralement pauvres en fentes à cristaux remarquables de calcite. Il y a lieu toutefois de faire exception pour les gisements suivants.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Les cipolins exploités à Savenne renferment quelquefois de beaux cristaux, dont j'ai recueilli un assez grand nombre ; j'en dois en outre quelques-uns à M. Demarty. Ils se trouvent soit dans des fentes, soit dans des cavités irrégulières au milieu de la roche elle-même. Ils offrent des combinaisons assez variées ; beaucoup d'entre eux sont prismatiques (fig. 32) : e^2 b^1 p, avec allongement suivant l'axe vertical et parfois de petites facettes d^2, a^1 et e^3 ($40\bar{4}1$). Les faces b^1 sont ternes ; toutes les autres sont au contraire très brillantes.

Une autre combinaison est caractérisée par le développement de $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$, à faces courbes, avec $e^{4/3}$ $(04\bar{4}5)$ et b^1 (fig. 33).

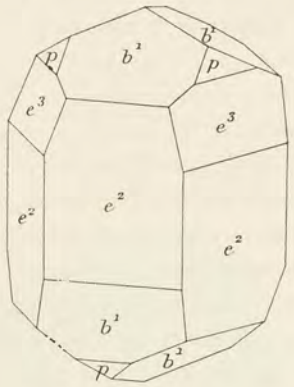


Fig 32.
Calcite de Savenne.

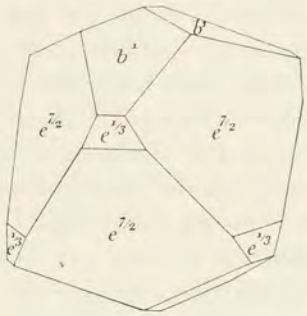


Fig. 33.
Calcite de Savenne.

Vosges. — [*Alsace*]. Je dois à M. Ungemach la communication de la fig. 34 représentant la forme de cristaux : d^4 $(41\bar{5}3)$ e^3 $(40\bar{4}1)$ $e^{7/3}$ $(10.0.\bar{1}0.1)$ b^1, qui proviennent des fentes des cipolins de la carrière Saint-Philippe, près Sainte-Marie-aux-Mines.

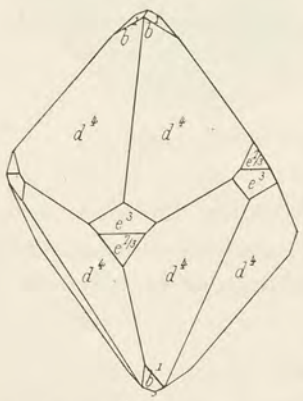


Fig. 34.
Calcite de la carrière de Saint-Philippe, Sainte-Marie-aux-Mines.

Vosges. Au Chipal en La Croix-aux-Mines, de petits cristaux jaunes (d^2) se trouvent dans les mêmes conditions qu'à Sainte-Marie ; ils sont associés à de la dolomite. Les cipolins de ce gisement, aussi bien que ceux du gisement précédent, sont remarquables par les nombreux minéraux silicatés qu'ils renferment (chondrodite, spinelles, phlogopite, etc.).

Algérie. — *Alger*. Les cipolins de Bab-el-Oued, non loin d'Alger, sont riches en beaux cristaux de calcite, dont j'ai pu étudier une série grâce à l'obligeance de M. Flamand. Ce gisement est intéressant en ce qu'il offre au point de vue des cristaux de calcite un intermédiaire entre les fentes et les grottes.

Ces cristaux se présentent avec des formes et dans des conditions

différentes. On trouve tout d'abord des cavités tapissées de cristaux distincts : 1° petits rhomboèdres p, blancs laiteux et de petite taille ; 2° rhomboèdres inverses e^1, pouvant atteindre 3 centimètres, avec parfois de petites facettes d^2 ou $d^{7/4}$ (7.4.$\bar{11}$.3) (fig. 35) ou bien encore d^2, a^1 et des rhomboèdres aigus, [$e^{6/5}$ (0.11.$\bar{11}$.4) et $e^{4/3}$ (0$\bar{7}$72)], avec ou sans a^1, qui n'ont été mesurés qu'au goniomètre d'application.

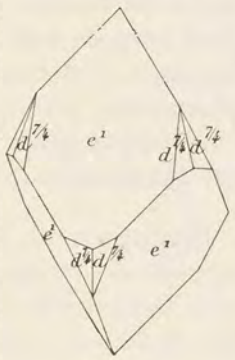


Fig. 35.
Calcite de Bab-el-Oued.

Il existe en outre de vastes surfaces couvertes d'une sorte de glaçure de cristaux, pouvant atteindre individuellement un centimètre de plus grande dimension, mais n'ayant que peu d'épaisseur. Ils se touchent tous, formant ainsi à la roche un revêtement continu ; cette croûte est colorée en jaune par de la limonite dans la partie en contact avec le cipolin, mais sur la surface libre, l'extérieur des cristaux est incolore et limpide ; leurs faces sont brillantes et souvent inégalement développées. En examinant un grand nombre de débris de ces cristaux, j'ai pu les rapporter à divers types, suivant que c'est e^1, un scalénoèdre métastatique (d^2 ou $d^{3/2}$) ou bien $e_{1/2}$ qui domine, ces trois formes étant d'ailleurs souvent associées. Les cristaux sont généralement terminés par des scalénoèdres b^x très striés (b^3 en particulier), quelquefois associés à b^1 : j'ai observé enfin e^2 et e^3.

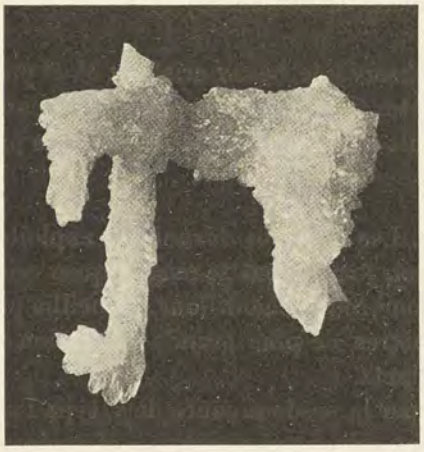


Fig. 36.
Stalactite formée par des cristaux de calcite.
Bab-el-Oued.

Sur ces enduits cristallins, se détachent des cristaux ou des stalactites cristallines, d'un blanc laiteux, translucides ou transparentes ; ces stalactites sont uniquement formées par l'enchevêtrement irrégulier des gros cristaux à faces courbes ; leur surface est corrodée, comme s'ils avaient été plongés pendant quelque temps dans un acide. La fig. 36 représente une stalactite d'un type spécial ; elle est constituée par des

cristaux enfilés suivant l'axe vertical et ayant dans leur ensemble l'apparence d'un cristal unique, limité par un rhomboèdre aigu, non mesurable, voisin du prisme e^2. L'un de ces gros cristaux polysynthétiques est terminé par plusieurs pointements légèrement divergents, dans lesquels sont distinctes les formes d^2, p, e^3, b^1. Ces curieuses baguettes cristallines sont réunies et recouvertes par des cristaux plus petits, parfois uniformément orientés en grand nombre, mais sans relation géométrique avec leur support. Ils sont tous terminés par des surfaces courbes b^x.

Madagascar. — *Imérina.* M. Villiaume et M. G. Grandidier ont rapporté des clivages provenant d'énormes cristaux de calcite, presque aussi transparents que le spath d'Islande, et remplissant des fentes dans les cipolins d'Ambatofanandrahana, dans le bassin de la Mania, un peu au Sud des mines de cuivre d'Ambatofanjehana.

β) Dans les assises paléozoïques.

(Précambrien, silurien et dévonien.)

Ardennes. — *Ardennes.* J'ai observé de beaux cristaux b^1 e^2 provenant du calcaire de Givet ; ils atteignent souvent plusieurs centimètres et présentent les groupements à axes parallèles représentés par la figure 10 (p. 421).

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* Les calcaires dévoniens, exploités à Erbray et à Cop Choux en Mouzeil, fournissent de magnifiques cristaux de calcite, dont j'ai étudié de nombreux échantillons, recueillis par M. Baret. Ils atteignent 10 centimètres de plus grande dimension et se rapportent à plusieurs types distincts.

Celui qui domine est caractérisé par la prédominance de p (type I a), avec, à Erbray, fréquent allongement suivant une arête $p\,p$ et quelquefois aplatissement suivant une face p, comme dans les figures 43 et 44. Suivant les échantillons, les faces p sont plus ou moins larges ; elles sont toujours accompagnées de d^2 et parfois de facettes linéaires b^1 ou d'un scalénoèdre obtus b^x, généralement terne et difficilement mesurable ; j'ai pu cependant constater l'existence de $b^5\,(41\bar{5}6)$ sur plusieurs cristaux (fig. 37) ; $e^3\,(40\bar{4}1)$ et plus rarement e^2 existent aussi quel-

quefois, leurs faces sont toujours brillantes. Il est exceptionnel de voir, comme dans la figure 38, p réduit à de petites facettes. La figure 39 représente l'aspect le plus habituel des gros cristaux de Cop Choux, dont les scalénoèdres sont ternes et difficilement mesurables ; il existe parfois des macles suivant a^1.

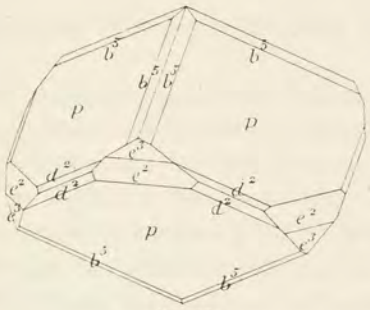


Fig. 37.
Calcite d'Erbray.

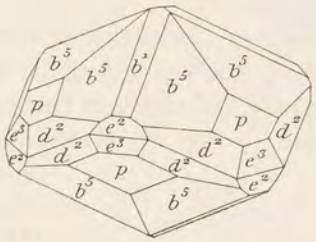


Fig. 38.
Calcite d'Erbray.

Un second type est caractérisé (type III) par la prédominance de d^2, surmonté par un scalénoèdre très voisin de p, ou par cette dernière forme et par un scalénoèdre b^x ; il existe aussi de petites facettes e^3, e^2 et e^1, qui seules sont brillantes.

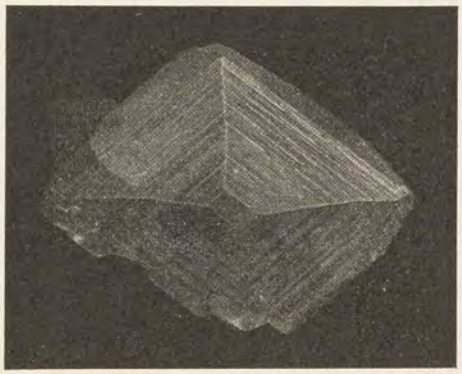


Fig. 39.
Calcite de Cop Choux (*Type I a bis*).

Enfin, on trouve des rhomboèdres b^1 striés, ternes, présentant des faces p, souvent remplacées par des scalénoèdres striés d^x et b^x et également ternes, alors que de petites faces e^2 sont brillantes. Ces cristaux deviennent parfois lenticulaires et forment de beaux groupes (Baret. *Bull. sc. nat. Ouest*, VIII, 1898).

Enfin, je signalerai des cristaux parfois fort gros (4 à 5^{cm}) caractérisés par l'association de e^3 ($40\bar{4}1$) (très développé) et de divers scalénoèdres métastatiques : $d^{7/2}$ ($72\bar{9}5$), $d^{7/4}$ ($7.4.\bar{11}.3$), $d^{3/2}$ ($32\bar{5}1$) et d'autres plus voisins de p ; ces cristaux présentent souvent e^2 et sont

fréquemment terminés par des scalénoèdres b^x indéterminables. Les faces de tous les cristaux de ce type sont ternes, à l'exception de e^3 et de e^2; je citerai enfin un curieux échantillon de la collection du Muséum appartenant à ce type et dont les faces sont recouvertes d'un léger enduit de pyrite, qui rend miroitantes quelques-unes d'entre elles.

Les cristaux d'Erbray renferment souvent aussi des inclusions de pyrite.

Maine-et-Loire. Les carrières de calcaire dévonien, exploitées pour les fours à chaux d'Angers, sont remarquablement riches en cristaux de calcite, qui méritent l'attention, à cause de leur intérêt cristallographique et des grandes dimensions qu'ils peuvent atteindre. C'est certainement de ce gisement que provient le cristal représenté par Haüy (*op. cit.* [1] fig. 110) et offrant la combinaison $p\ d^5\ (51\bar{6}4)\ d^{3/2}\ (32\bar{5}1)\ e^3$ (fig. 40).

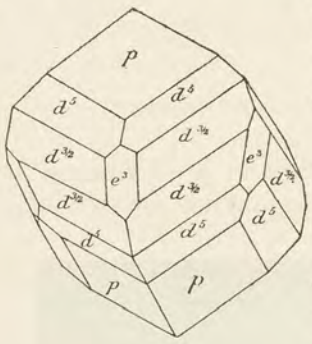


Fig. 40.
Calcite d'Angers.

Ces cristaux ont généralement leurs faces peu brillantes, et sont d'ordinaire colorés en jaunâtre. On peut obtenir par clivage des solides, assez transparents, incolores ou jaunes de différentes nuances. Les cristaux sont parfois encroûtés de produits ferrugineux, qui sont disposés de préférence sur les faces p. Assez souvent, des cristaux ternes et teintés sont recouverts d'une couche mince, incolore, de calcite de nouvelle génération, présentant des faces extrêmement brillantes. C'est sur des fragments de cristaux présentant cette particularité qu'ont été prises toutes les mesures, qui m'ont servi à identifier les formes dont il va être question; les cristaux ordinaires ne peuvent en effet être mesurés qu'au goniomètre d'application. On rencontre parfois des cristaux dépassant un décimètre de plus grande dimension, leur surface est terne; ils sont brisés et recimentés par de la calcite limpide, dont les faces brillantes jalonnent les cassures anciennes.

1. Au cours de la description de la calcite, je désignerai par cette abréviation la deuxième édition du *Traité de Minéralogie* : je reproduirai les quelques figures d'Haüy représentant les combinaisons signalées par lui dans des gisements français; elles sont intéressantes au point de vue historique, car c'est là qu'elles ont été pour la première fois observées.

Il existe deux types principaux : 1° Les plus grands cristaux et les plus nombreux sont constitués par des scalénoèdres (type III) presque invariablement terminés par le rhomboèdre p, largement développé. A l'inverse de ce qui a lieu dans la plupart des autres gisements français, le scalénoèdre le plus fréquent n'est pas d^2, qui se rencontre du reste aussi dans ce gisement à l'état isolé, mais $d^{5/4}$ $(54\bar{9}1)$, souvent associé à d^2, à d^1 $(11\bar{2}0)$, à $d^{8/3}$ $(8.3.\bar{1}\bar{1}.5)$. Les formes e^1, e^3, b^4 existent parfois, mais sont toujours réduites à de petites facettes.

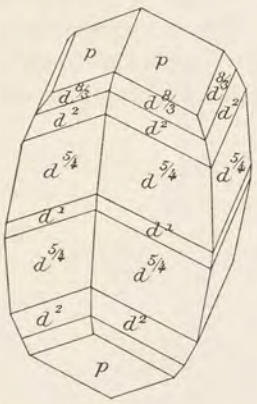


Fig. 41.
Calcite d'Angers.

La figure 41 montre le faciès habituel des cristaux de ce type. Ils présentent assez fréquemment un allongement fort net suivant une arête $p\ d^x$.

2° Le second type (Type I *a bis*) est caractérisé par la prédominance du rhomboèdre p, mais celui-ci existe rarement seul, il est très généralement associé à des scalénoèdres, ne pouvant constituer qu'une fine bordure sur les arêtes en zigzag : leur éclat contraste avec l'aspect terne des faces rhomboédriques. J'ai observé parmi ces scalénoèdres d^2, $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$, $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$, avec parfois des facettes linéaires brillantes, correspondant aux rhomboèdres e^3, $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$.

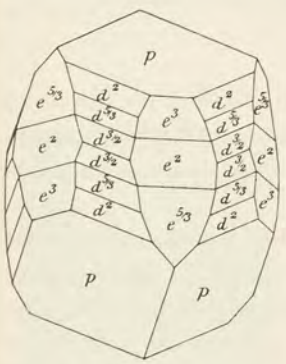


Fig. 42.
Calcite d'Angers.

Parfois, les faces du scalénoèdre d^2 sont plus développées ; e^3 constitue de larges faces, souvent associées à e^2. Dans les cristaux de ce type, e^3 et e^2 sont généralement les seules formes à faces brillantes.

Les cristaux, qui viennent d'être décrits, présentent rarement leur développement normal (fig. 42) ; ils sont d'ordinaire plus ou moins aplatis suivant une face p et allongés parallèlement à une arête $p\ d^2$ (fig. 43 et 44).

Enfin, dans quelques cristaux, les faces p disparaissent presque complètement et sont remplacées par des scalénoèdres b^x très obtus, ternes et non mesurables et par des scalénoèdres à faces brillantes

d^7 $(71\bar{8}6)$, d^4 $(41\bar{5}3)$, associés aux scalénoèdres signalés plus haut et à $d^{5/2}$ $(52\bar{7}3)$, $d^{7/4}$ $(7.4.\bar{11}.3)$, $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$ ou à d^1, avec, dans quelques échantillons, des facettes étroites e^3, e^2.

Je n'ai observé aucune macle dans ce gisement.

Les calcaires dévoniens de Chaudefonds sur l'Ayon, près Chalonnes-sur-Loire, ont fourni, il y a quelques années, une poche remplie d'argile et tapissée de cristaux de calcite atteignant 30 centimètres sui-

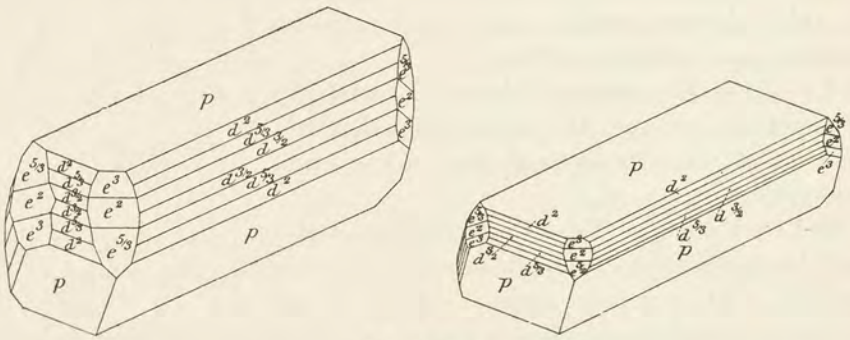


Fig. 43 et 44.

Mêmes combinaisons que dans la figure 42, mais avec allongement suivant une arête culminante de p et en outre, dans la figure 44, aplatissement suivant une face p. Angers.

vant l'axe vertical. Ces cristaux, dont M. Davy a donné plusieurs au Muséum, sont des scalénoèdres d^2, plus rarement $d^{7/4}$ $(7.4.\bar{11}.3)$; leurs faces sont ternes et ils présentent fréquemment de profondes corrosions linéaires, correspondant aux plans p et b^1.

Enfin les fissures des schistes ardoisiers siluriens d'Angers sont tapissées de rhomboèdres (e^1) et de scalénoèdres jaunes de calcite, groupés en grand nombre à axes parallèles et saupoudrés de pyrite.

Mayenne. Les anciennes carrières des fours à chaux de la Poupardière, à la Baconnière, ont fourni de beaux cristaux de calcite. C'est sans doute de ces calcaires dévoniens que provient un échantillon que m'a signalé M. Ungemach : cristal blanc d^2 de 5 centimètres, émergeant de cristaux rouges, plus récents : b^1, d^4 $(41\bar{5}3)$, $d^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$, groupés à axes parallèles. Les faces $e^{4/3}$ sont recouvertes d'une croûte rosée, opaque, de troisième génération. Au point de vue du mode de formation, ces cristaux sont à comparer à ceux de Louverné (page 468).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Les calcaires dévoniens de Rioumaou, près Saint-Sauveur, et, d'une façon générale, tous les calcaires siluriens et dévoniens de la vallée du Bastan, entre le col du Tourmalet et Barèges, renferment en assez grande quantité des masses légères, parfois volumineuses, constituées par des lames de calcite extrêmement minces, aplaties suivant a^1. Cette calcite accompagne fréquemment des zéolites (heulandite, stilbite, brewstérite), aussi bien dans la zone de contact du granite, que dans les fentes des sédiments intacts. A Rioumaou, j'ai observé quelques cristaux à faces nettes : a^1 e^1, aplatis suivant la base ; b^1 e^2 ; e^1 e^2 $d^{4/3}$ ($43\bar{7}1$), gros cristaux, dans lesquels c'est tantôt e^1 et tantôt $d^{4/3}$ qui domine.

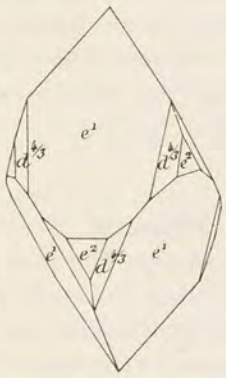


Fig. 45.
Calcite de Rioumaou.

Corbières. — *Gard.* Les calcaires paléozoïques (probablement siluriens), devenus marmoréens au contact du granite de l'Aigoual, renferment de beaux cristaux de calcite, notamment à Arrigas (b^1 ; b^1 e^1 e^2 et rhomboèdres courbes) et au hameau de Malet près de Valleraugue. M. Carrière m'a communiqué des échantillons de ce dernier gisement ; ce sont des scalénoèdres d^2 atteignant 6 cm. et terminés par de petites facettes b^1 et b^x (courbes).

Plateau Central. — *Corrèze.* M. Puyaubert m'a signalé l'existence, dans les fentes de schistes précambriens d'Alassac, de grandes surfaces tapissées de cristaux d^2 de calcite (2 à 3 cm.), associés à des octaèdres de pyrite. Il existe aussi des cristaux plus petits (b^1 e^2), implantés sur de la barytine.



Fig. 46.
Cristal e^2 b^1 englobant un scalénoèdre d^2. Pierrefitte-sur-Loire.

Allier. Les calcaires dévoniens de Pierrefitte-sur-Loire renferment des cristaux de calcite, qui présentent une particularité curieuse ; ce sont des scalénoèdres d^2 et des prismes e^2, surmontés de b^1 et généralement aplatis suivant une face e^2. Dans quelques échantillons, plusieurs de ces cristaux sont accolés contre un scalénoèdre d^2 ou englobent en partie celui-ci, comme dans la fig. 46 ; les deux cristaux ont leurs axes

parallèles. Les scalénoèdres sont fréquemment recouverts d'une croûte de calcite ferrifère concrétionnée.

Les calcaires marmoréens de Gouttes-Pommiers, près Saligny, renferment des géodes tapissées par de très gros scalénoèdres d^2 de calcite ; ils se trouvent au voisinage de filons de psilomélane.

Saône-et-Loire. Le rhomboèdre p est la forme dominante des cristaux des calcaires de Gilly-sur-Loire.

Carbonifère et Permien.

Flandre. — *Pas-de-Calais.* Le calcaire à *Productus cora* d'Elinghen près Marquise, aux environs de Boulogne-sur-Mer, renferme des cristaux de calcite parfois assez gros ; les formes sont simples : d^2, avec un scalénoèdre indéterminable sur les arêtes d^2 (sur e^4) : j'ai observé aussi les combinaisons $d^2\ b^4$; $d^2\ e^4$.

Nord. De jolis rhomboèdres b^4, formés par emboîtement d'un grand nombre d'individus de même forme, se rencontrent dans les fentes du calcaire carbonifère de Haveluy et de Lens, ils sont souvent saupoudrés de pyrite. Dans des cristaux de Lens, que je dois à M. Bovio, j'ai observé la combinaison $d^1\ d^2\ d^{7/2}\ d^{11/5}\ p\ b^7\ b^9\ e^3\ e^2$ et enfin la forme plus rare ρ $(62\bar{8}1)$.

A la mine de la Grange, des cristaux b^4 se rencontrent dans les fissures de la houille.

Nord. A la fosse Vieux-Condé (Anzin), d^2 (avec ou sans e^3) est accompagné de cristaux de célestite ; ces scalénoèdres ont leur extrémité libre, régulière, alors que la partie adhérente à la gangue est au contraire constituée par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus de même forme.

J'ai observé aussi (Fosse Enclos) des rhomboèdres b^4, recouvrant de la pyrite, et empilés suivant l'axe vertical ; ceux des deux extrémités de l'assemblage étant plus gros que ceux de la portion moyenne.

Le calcaire carbonifère de Marbaix est riche en géodes, tapissées de cristaux incolores de calcite (e^2,e^4 ou rhomboèdres à faces courbes plus aigus) ; on rencontre fréquemment une seconde génération de cristaux de plus grande taille et plus variés de formes. Les uns sont incolores, extrêmement allongés suivant l'axe vertical et formés par les rhomboèdres très aigus, $e^{9/5}$ $(0.14.\bar{1}\bar{4}.1)$ ou $e^{11/6}$ $(0.17.\bar{1}\bar{7}.1)$, associés à e^4 ou à b^4.

Les autres atteignent 3 centimètres ; ils sont d'un jaune d'ambre, transparents et souvent riches en inclusions de pyrite.

Ces cristaux présentent presque tous les deux les formes d^2 et e^3, l'une prédominant généralement sur l'autre : quelquefois e^3 est remplacé par le prisme e^2 arrondi ou peut-être par le rhomboèdre aigu $e^{11/6}$ $(0.17.\bar{1}7.1)$.

Ces gros cristaux sont tous maclés par accolement suivant a^1. Les phénomènes de dissolution superficielle, qu'ils ont fréquemment subis, ont rendu très apparente la ligne de suture des deux individus constituant la macle. Les arêtes les moins obtuses de d^2 sont d'ordinaire arrondies et luisantes par suite de l'existence de e^1 et de scalénoèdres de la zone e^1 d^2 non mesurables (faces de dissolution ?).

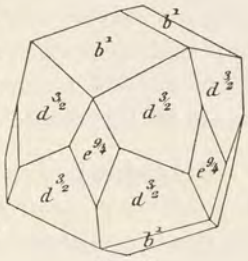


Fig. 47.
Calcite de Dompierre.

M. Cayeux m'a procuré de beaux cristaux provenant du calcaire de Bachant. Ceux de petite taille présentent la combinaison b^1 p e^2, raccourcie suivant l'axe vertical. Ils sont parfois recouverts par des cristaux lenticulaires atteignant 15 cm. de plus grande dimension, maclés suivant a^1 par pénétration ou par accolement. Ils sont essentiellement constitués par b^1, creusés de profondes cannelures et oscillant avec des scalénoèdres b^x. Tous les échantillons que j'ai examinés sont arrondis par dissolution et aucun d'eux ne se prête à une mesure précise.



Fig. 48.
Calcite de Saint-Aubin (macle suivant a^1) supportant des cristaux plus petits, implantés sur les faces p.

Il en est de même pour des cristaux curieux à cause de leur forme globuleuse, qui proviennent de Dompierre ; ils sont formés par l'association de b^1 et de $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$ également développés, et accompagnés de petites facettes $e^{9/4}$ $(13.0.\bar{1}3.1)$ (fig. 47).

Il faut signaler encore à Bavant de gros cristaux jaunes lenticulaires, très irréguliers, constitués par b^1, oscillant avec b^3, accompagné quelquefois de p ; enfin de gros scalénoèdres d^2 blancs à surface rouge ayant de 5 à 6 cm. suivant l'axe vertical.

J'ai examiné aussi un beau cristal jaune provenant de Saint-Aubin ; c'est une macle suivant a^1 presque complète, mesurant environ 10 cm. suivant l'axe vertical. La forme dominante est un scalénoèdre très voisin de d^2 [$d^{15/7}$ (15.7.$\bar{2}\bar{2}$.8)], accompagné de e^2 et de e^3, avec un sommet polysynthétique corrodé, constitué par p, avec de petites facettes $e^{1/2}$. Sur chaque angle formé par l'intersection de d^2 avec p, se trouve implanté un petit cristal aplati, essentiellement constitué par d^2 (avec d^5) et un scalénoèdre b^x très obtus et terne (sans doute b^5 ou b^6.) La figure 48 représente ce cristal.

[**Belgique**]. Les calcaires paléozoïques se trouvant au delà de la frontière ne sont pas moins riches en cristaux de calcite. Je citerai un peu longuement les calcaires hydrauliques du dévonien supérieur de Rhisnes, bien que cette localité soit éloignée de la région qui nous

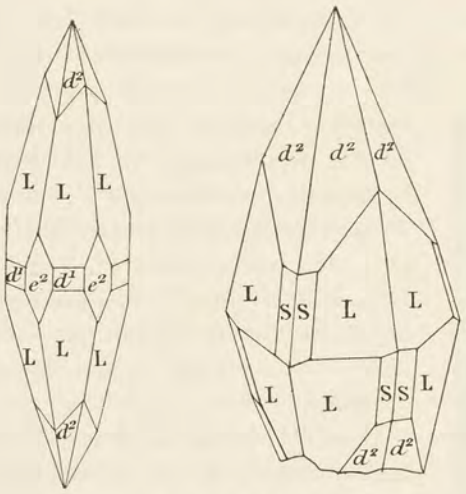


Fig. 49 et 50.
Calcite de Rhisnes (*Type isoscéloédrique*).

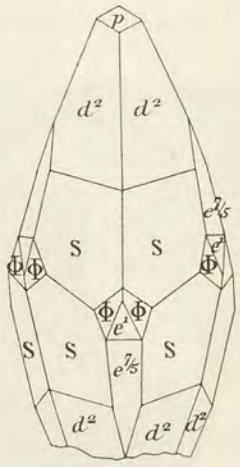


Fig. 51.
Calcite de Rhisnes.

occupe, parce qu'ils renferment en abondance des cristaux de calcite, atteignant plusieurs centimètres de plus grande dimension et méritant de devenir classiques, depuis les travaux de M. Cesàro (*Ann. Soc. géol. Belgique*, XVI, 1889, *Mémoires*).

Leur caractéristique consiste dans la fréquence de l'isoscéloèdre L = (8.8.$\bar{1}\bar{6}$.3), qui existe seul ou est accompagné d'autres formes et

donne lieu ainsi à de multiples combinaisons (fig. 24, 49, 50, 52). Parmi ces formes, les unes sont communes : p; a^1, d^1, d^2, e^2, e^3, etc., les autres sont plus rares : ces dernières résultent de modifications sur les arêtes culminantes antérieures (sur p) de L, tel est en particulier S (34.20.$\bar{5}\bar{4}$.11) et des scalénoèdres voisins, faisant comme ce scalénoèdre partie de la zone e^3 $d^{3/2}$, dans laquelle a été aussi rencontré le scalénoèdre d (101.70.$\bar{1}\bar{7}$1.34), (fig. 56); ou bien

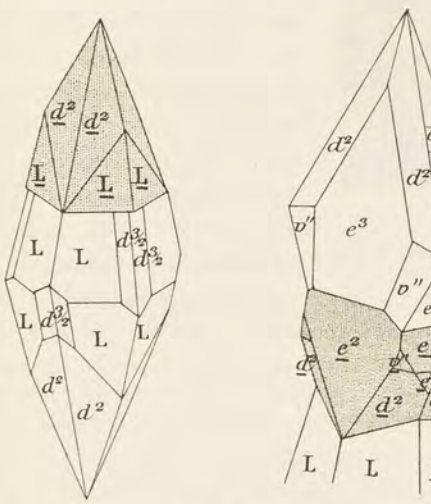


Fig. 52 et 53.
Groupement de cristaux de calcite de formes différentes. Rhisnes.

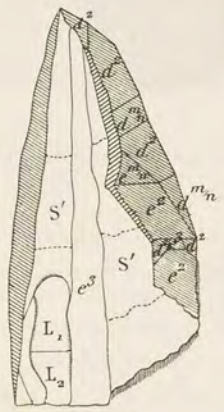


Fig. 54.
Groupement de cristaux appartenant à trois générations successives. Rhisnes.

elles sont produites par modification des angles basiques de L, comme Φ (17.8.$\bar{2}\bar{5}$.3), de la zone e^2 L par exemple (fig. 51). Enfin, parmi les combinaisons dans lesquelles ne figure pas L, il existe quelques formes intéressantes, telles que le scalénoèdre o'' (37.14.$\bar{5}\bar{1}$.8), (fig. 53).

Pour plus de détails, je renvoie au mémoire de M. Cesàro, auquel j'emprunte les figures 24, 49 à 54, 56 à 59, dont la comparaison m'a été facilitée par une collection de ces beaux cristaux que mon savant collègue a bien voulu me donner : la figure 55 représente la photographie de l'un d'eux.

L'influence des conditions du milieu sur la cristallisation est remarquable à Rhisnes, car on y trouve avec une extrême fréquence cette

forme L, qui n'avait jamais été rencontrée ailleurs à l'état isolé. Elle a été trouvée plus récemment dans les calcaires siluriens de Gotland.



Fig. 55.
Groupement sur l'isoscéloèdre L, d'un cristal à faciès prismatique. Rhisnes.

Les variations de forme au cours de la cristallisation ont été fréquentes : il faut à cet égard signaler l'existence des scalénoèdres $d^{3/2}$ et S, produits par néogénèse autour d'un isoscéloèdre. L'étude de ces cristaux de nouvelle génération a conduit M. Cesàro à remarquer que lorsqu'à Rhisnes, un nouveau cristal s'est produit autour d'un individu préexistant, en général, les arêtes du premier cristal tendent à être remplacées par des faces qui leur sont parallèles, c'est-à-dire qu'une face du nouveau cristal est en zone avec deux faces du premier.

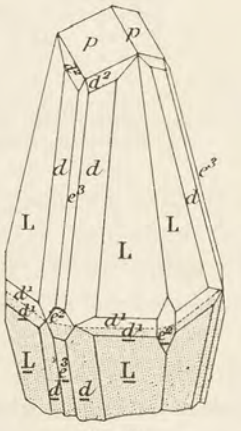


Fig. 56.
Macle suivant a^1 de deux isoscéloèdres. Rhisnes.

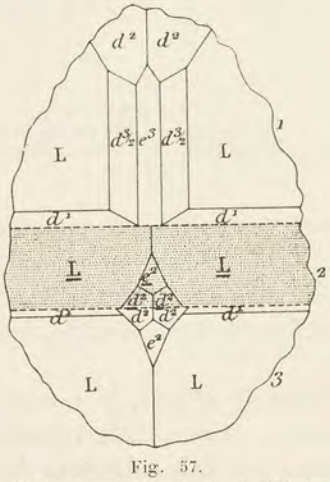


Fig. 57.
Macle complexe suivant a^1. Rhisnes.

La figure 54 représente un de ces groupements ; on y observe trois formations successives de cristaux ; tout d'abord, un isoscéloèdre, dont on ne voit que deux faces (L_1 et L_2), puis un cristal S' e^3 et enfin un

individu plus compliqué, qui a été hachuré sur la figure ; cette association légitime la conclusion de M. Cesàro, car e^3 est produit par troncature sur une arête L, et S′, scalénoèdre très voisin de S, est formé par biseau sur cette même arête.

Très caractéristiques de ce gisement sont aussi les implantations à axes parallèles sur l'isoscéloèdre de cristaux de formes variées : c'est ainsi que souvent l'on trouve celui-ci surmonté d'un scalénoèdre, parfois lui-même plus ou moins entouré par un prisme. On verra signalés des faits du même ordre dans d'autres localités.

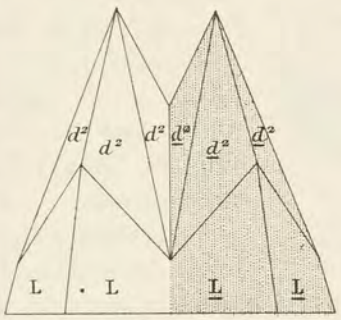


Fig. 58.
Groupement symétrique par rapport à e^2. Rhisnes.



Fig. 59.
Macle suivant b^4. Rhisnes.

La figure 55 représente la photographie d'un groupement de ce genre, mais présentant la particularité, fort rare, d'un isoscéloèdre L terminé par un autre isoscéloèdre (sans doute e_3) et coiffé par un cristal prismatique sans intermédiaire d'un scalénoèdre ; ce fait n'est réalisé que lorsque le cristal L est de deuxième formation.

Enfin, à Rhisnes, les macles suivant a^1 sont fréquentes (fig. 56 et 57), celles suivant e^1 $(02\bar{2}1)$ et celles suivant b^4 exceptionnelles. La figure 59 représente une macle de ce dernier type, trouvée dans une fente du marbre noir et montrant les isoscéloèdres ξ $(22\bar{4}1)$ et α $(44\bar{8}3)$, et la figure 58 une macle de deux scalénoèdres symétriques par rapport à e^2 $(10\bar{1}0)$ $(d^2\,d^2 = 139°40')$.

Normandie. — *Manche*. Le calcaire carbonifère d'Hyenville renferme de gros cristaux de calcite de la forme b^1 e^2.

Maine. — *Sarthe*. Les calcaires de Juigné-sur-Sarthe fournissent de gros cristaux de calcite, à faces ternes, du type *I. a*. J'ai vu, dans quelques collections, de ces cristaux inexactement étiquetés : Solesmes, localité située vis-à-vis Juigné, sur la rive gauche de la Sarthe.

Mayenne. Les calcaires carbonifères de Grèz-en-Bouère ont fourni

de très beaux cristaux, dépassant souvent 1 décimètre ; d^2 y domine ; les sommets sont fréquemment surmontés de p avec des arêtes arrondies, conduisant à des scalénoèdres striés, au moins aussi obtus que b^5 ($41\bar{5}6$). Près de Louverné, M. F. Gourdon a signalé un important gisement de calcite, à la carrière de la Vannerie, et M. J. de Lapparent y a indiqué (*Mayenne-Science*. 1908.98) plusieurs combinaisons : d^2, seul ou associé à b^1, e^2, p et à un scalénoèdre d^x, plus obtus que d^2 ; $b^1\,e^2$ (cristaux souvent implantés sur ceux du type précédent) ; b^1, $e^{9/4}$; $e^{4/5}$; $p\ d^1$.

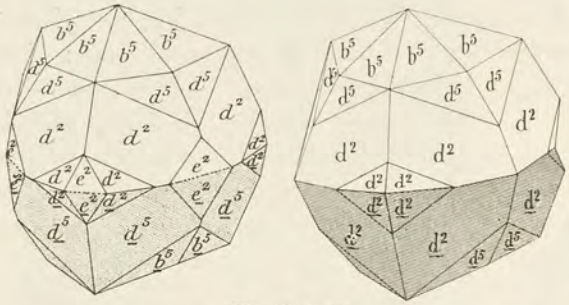


Fig. 60 et 61.
Macles suivant a^1 de cristaux présentant d^2 associé à des scalénoèdres plus obtus. Louverné.

M. OEhlert et surtout M. F. Gourdon ayant bien voulu me procurer un très grand nombre d'échantillons provenant de ce gisement, il m'a paru intéressant d'en faire une étude détaillée.

Ces cristaux présentent des combinaisons peu compliquées, mais fort variées ; ils sont remarquables par les groupements d'individus de générations différentes et de formes diverses. Ils se trouvent dans des cavités tantôt petites, et alors ils sont de petite taille, et tantôt de grandes dimensions ; dans ce cas, ce sont souvent des géants. Ces cristaux sont d'ordinaire enveloppés par une argile calcaire blanche ou rouge ou par des paillettes de kaolinite.

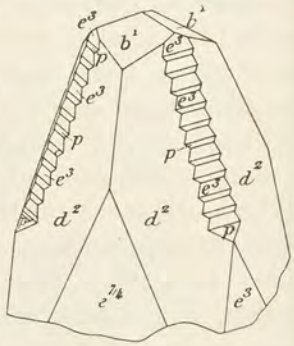


Fig. 62.
Calcite de Louverné.

J'y ai rencontré quelques macles suivant e^4 ($02\bar{2}1$) et b^4 ; la macle suivant a^1 y est extrêmement fréquente ; elle se manifeste, non seulement dans des cristaux distincts, mais encore dans des masses spathiques, presque aussi transparentes que le spath d'Islande, et dont les solides de clivage fournissent toutes les modalités possibles de la macle, simple ou polysynthétique, produite par accolement ou par pénétration. Ces macles sont souvent de grande taille.

Type scalénoédrique. Le type dominant est scalénoédrique (Type III *a*), mais il présente de nombreuses variétés. 1° Cristaux avec d^2 dominant; ils sont d'ordinaire directement implantés sur le calcaire. De gros cristaux rosés, ternes dépassent 10 centimètres; ils présentent des développements anormaux. Dans les cristaux ayant de 1 à 3 centimètres, d^2 est accompagné de petites facettes e^2 ou de rhomboèdres bombés voisins, avec plus rarement e^4, e^3 et enfin de petites faces p ou b^4 ou p, b^4 ou b^4, $b^5(41\bar{5}6)$, b^6 $(51\bar{6}7)$; dans une autre combinaison, d^2 est accompagné de d^5 $(51\bar{6}4)$, b^5, b^6, b^8 $(71\bar{8}9)$; toutes les faces b^x sont striées et se mesurent mal. Des cristaux plus gros, atteignant 15 centimètres, et, presque toujours maclés suivant a^1 (fig. 60 et 61), se trouvent, soit englobés dans de l'argile, soit implantés sur des cristaux plus petits $[d^2\ e^2\ e^{9/5}\ (0.14.\bar{1}\bar{4}.1),\ e^{7/4}\ (0.11.\bar{1}\bar{1}.1)]$ des types précédents, qui, eux, sont rarement maclés; ils ont des faces brillantes, tandis que les formes $d^5\ d^{13}$ $(13.1.\bar{1}\bar{4}.12)$, etc., qui les accompagnent, dans des combinaisons variées, sont ternes. Le pointement b^4, quand il existe, est souvent courbe et cannelé. La figure 62 représente un cristal de ce genre, dont les arêtes les plus obtuses de d^2 sont remplacées par un escalier $e^3\ p$, qui simule une face e^4.

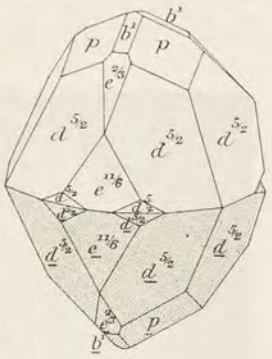


Fig. 63.
Macle suivant a^1. Louverné.

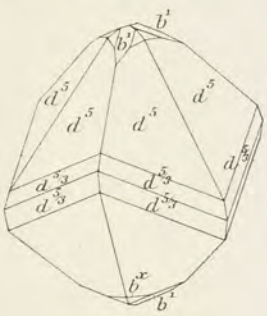


Fig. 64.
Scalénoèdre plus obtus que d^2. Louverné.

D'autres scalénoèdres (fig. 63 et 64) sont caractérisés par les formes $d^{x>2}\ [d^{5/2}\ (52\bar{7}3)$, $d^4\ (41\bar{5}3)$, $d^5\ (51\bar{6}4)]$ avec e^2, $e^{11/6}$; ils sont quelquefois terminés par pb^4, avec de petites facettes $e^{2/3}(05\bar{5}4)$ ou par des b^x courbes. Ces cristaux sont parfois très irréguliers; tel est le cas de celui représenté par la fig. 65: $d^{5/2}\ d^4\ e^2$, maclé suivant a^1 et enchâssé dans l'intervalle de cristaux blancs polysynthétiques. J'ai examiné deux énormes cristaux accolés, mesu-

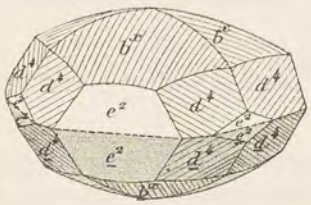


Fig. 64 *bis*.
Macle suivant a^1. Louverné.

rant 24 centimètres; ils sont très déformés, une partie de leurs faces sont creuses, ils sont maclés suivant a^1, et présentent l'un $d^4\ b^{3/2}$ $(12\bar{3}5)\ p\ e^2$ et l'autre $d^{8/5}$ $(8.5.\bar{1}3.3)\ d^{7/2}$ $(72\bar{9}5)\ b^2\ b^{5/4}\ e^2$.

3° Enfin, quelques scalénoèdres se rapportent à des formes $d^{x<2}$ [$d^{5/3}$, $d^{7/3}$ en particulier] (fig. 67 et 68). Dans un cristal, $d^{5/3}$ brillant, mais peu développé, est accompagné de d^4, e^2 (oscillant vers $e^{11/6}$), b^1, b^x. J'ai examiné un cristal à faces courbes, dans lequel $d^{7/4}$ $(7.4.\bar{1}\bar{1}.3)$ et e^2 sont accompagnés par un scalénoèdre voisin de χ. Le sommet est complètement



Fig. 65.
Scalénoèdres à développement irrégulier ($d^4\ d^{5/2}\ e^2$), implantés sur cristaux squelettiformes du type de la figure 67. Louverné.

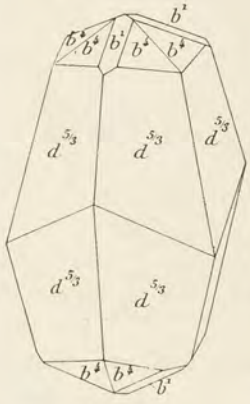


Fig. 66.
Scalénoèdre plus aigu que d^2. Louverné.

sphérique, par dissolution de faces b^x. La figure 64 *bis* représente un autre cristal à faciès globulaire.

De très jolis cristaux blancs, dépassant rarement 2 centimètres et implantés directement sur le calcaire, correspondent au type II *b* ; *p* est toujours présent, bordé par des scalénoèdres d^x et b^x, également développés : b^x oscille entre $b^{7/3}$ et b^5, avec formes intermédiaires parfois distinctes, b^4 existe souvent et constitue alors la seule forme à faces brillantes. Le scalénoèdre est souvent d^2 ou une forme voisine : quand il prend une importance un peu grande, les cristaux

passent à l'un des types précédents : ces cristaux ne sont jamais maclés.

De nombreux accidents de structure sont à signaler dans ces diverses variétés du type scalénoédrique. *a*. — Des scalénoèdres d^2 de quelques centimètres, à développement normal, sont formés par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre de cristaux plus petits, souvent riches en faces courbes, disposés en ordre de décroissement régulier.



Fig. 67.
Groupement squelettiforme de Louverné.

b. — On rencontre des groupements squelettiformes, atteignant 25 centimètres de longueur, qui sont formés par l'enfilage le long de l'axe ternaire d'un grand nombre d'individus (fig. 67) souvent incomplets et décharnés sur les flancs du groupement, distincts seulement à l'extrémité, qui est terminée par un cristal à faces planes (généralement d^2, oscillant vers d^5) avec quelquefois $e^{3/2}$; quelquefois le scalénoèdre terminal est constitué par $d^{7/4}$ $(7.4.\bar{11}.3)$. Ces cristaux sont d'un blanc de lait et opaques. Les faces aboutissant à l'angle le plus obtus des scalénoèdres sont souvent très développées. Enfin, une combinaison fréquente est constituée par $d^{7/2}$ $(72\bar{9}5)$ et un rhomboèdre voisin de $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$: ces cristaux sont d'un jaune orangé. J'ai aussi observé les combinaisons $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$ $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$ p et $d^{5/3}$ b^1 b^5.

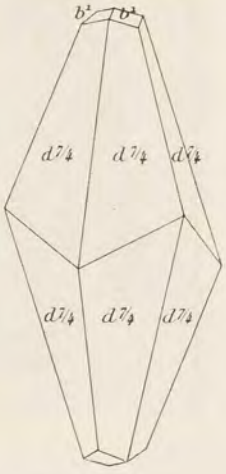


Fig. 68.
Calcite de Louverné.

Des cristaux, semblables à ceux qui viennent d'être décrits, sont très souvent encapuchonnés par d'autres, d'un rose orangé, présentant des combinaisons variées, parmi lesquelles dominent $d^{7/2}$, $d^{8/5}$, souvent accompagnés de $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$ (fig. 69 et 70). Plus rarement, on observe dans les mêmes conditions des cristaux jaunâtres : $d^{7/4}$ e^1

b^1 $e^{5/3}$. Il est fréquent de voir se superposer plusieurs couches de ces cristaux néogènes.

La fig. 71 représente un autre genre de groupement ; un cristal blanc squelettiforme supporte des cristaux plus petits, généralement maclés suivant a^1, et accolés latéralement sur lui. La combinaison figurée est $d^{5/3}$ d^2 $e^{11/6}$, terminée par de petites facettes b^1 ; souvent les cristaux néogènes sont de couleur différente de celle de leur support.

Je signalerai aussi la fréquence d'une nouvelle formation de calcite recouvrant les cristaux plus anciens, mais



Fig. 69.
Scalénoèdre blanc (d^2), encapuchonné de scalénoèdres orangés de la forme représentée par la figure 70. Louverné.

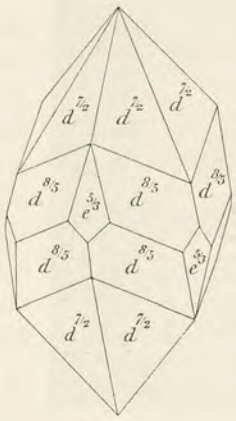


Fig. 70.
Calcite. Forme des cristaux les plus récents de la fig. 69. Louverné.

respectant complètement leur forme : la seule différence existant entre la calcite récente et l'ancienne est que la première possède des faces très brillantes, alors que les cristaux normaux sont ternes ; quelques échantillons ont une magnifique couleur jaune orangé. Quand le cristal ancien est de grande taille, ses faces ne sont pas toujours entièrement cachées sous cet enduit brillant (fig. 72). Je n'ai vu qu'exceptionnellement des cristaux d^2 rougeâtres, recouverts par une épaisse couche superficielle, terminée par des faces brillantes de couleur jaune clair.

La macle suivant e^1 $(02\bar{2}1)$ mérite une mention spéciale. Le plus grand échantillon que j'ai observé mesure 17 cm. $\times$ 9 cm. Les fig. 73 et 74 reproduisent en grandeur naturelle la photographie de deux beaux échantillons, remarquablement réguliers, l'un avec, l'autre sans angle rentrant. Les figures 75 à 77 donnent l'interprétation théorique de ces échantillons (voir page 421). La forme unique des cristaux élé-



Fig. 71.
Cristaux $(d^{5/3}\ d^2\ e^{11/6})$ accolés et orientés sur un groupement squelettiforme de cristaux d^2. Louverné.



Fig. 72.
Scalénoèdre d^2, à faces ternes, incomplètement nourri par apport nouveau de substance. Louverné.

mentaires est d^2, un peu allongé suivant une arête $p\ d^2$; le groupement est prismatique suivant une arête $d^2\ e^1$, comme dans les macles de Guanajuato et il prend une forme en lancette grâce au grand développement de quatre faces d^2. Ces macles sont généralement recouvertes d'un enduit brillant de nouvelle formation souvent coloré en rouge ou en orangé. Exceptionnellement, la calcite de nouvelle formation encapuchonne seulement une partie de la macle et, dans ce cas, elle est de forme plus compliquée que celle-ci ($d^2\ d^5$ et faces courbes sur l'arête de 104° du scalénoèdre d^2).

La fig. 78 représente, également en grandeur naturelle, une autre

macle, qui est polysynthétique. La forme dominante est d^2, oscillant vers d^5, aussi le groupement n'a-t-il pas le faciès prismatique ;



Fig. 73.
Macle suivant e^1 de deux scalénoèdres d^2, allongés suivant une arête d^2 e^1. Louverné (*Grandeur naturelle*).



Fig. 74.
Même macle que dans la figure 73, mais le grand développement de quatre faces d^2 a fait disparaître les angles rentrants. Louverné (*Grandeur naturelle*).

de plus, les individus, dont le groupement à axes parallèles constitue l'extrémité qui était implantée sur la gangue, sont disposés en retrait

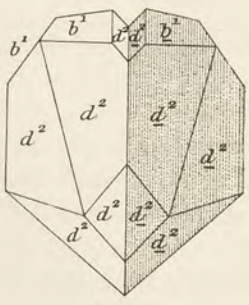


Fig. 75.
Macle suivant e^1, à développement normal.

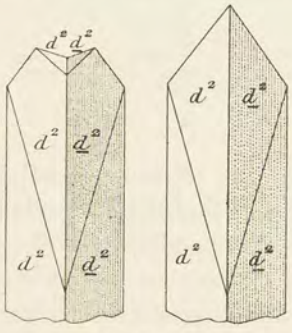


Fig. 76 et 77.
Macle suivant e^1, à développement prismatique (figure théorique des photographies 73 et 74, type I).

les uns sur les autres. Voir page 551 pour un cas analogue trouvé à Vialas. La figure 79 représente une macle, dont les constituants sont terminés par b^1.

Enfin, il me reste à signaler un autre type de macle dans lequel les faces d^2 dominantes sont celles qui sont en zone avec le plan de



Fig. 78.
Macle suivant e^1 d'individus polysynthétiques d^2 d^5. Louverné.
(*Grandeur naturelle.*)



Fig. 79.
Macle suivant e^1, avec d^2 b^1. Louverné.
(*Grandeur naturelle.*)

macle (fig. 80). L'angle de 104°38′ (d^2 d^2 sur e^1) latéral devient alors l'angle le plus obtus du groupement, tandis que les deux faces d^2 en contact de part et d'autre de la ligne de macle font entre elles un angle aigu. La figure 81 représente un échantillon, constitué par l'emboîtement des deux modalités de cette macle. Une macle, appartenant au type de la fig. 80, renferme dans son centre un cristal maclé plus petit, rougeâtre, qui a la forme en lancette de la fig. 75 ; il est, par suite, aplati dans une direction perpendiculaire à celle de l'angle obtus de son hôte. La section transversale de la figure 81 en rend facile la compréhension.

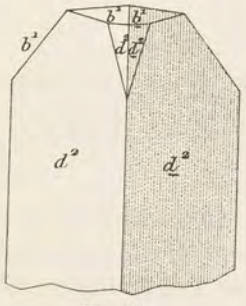


Fig. 80.
Macle suivant e^1, à développement prismatique (type II). Louverné.

Une particularité fréquente de ce second type de macle, c'est que tandis que l'un des individus ne présente que des faces d^2, l'autre est recouvert par un cristal à formes arrondies, qui n'ont pu être précisées exactement, mais qui sont cons-

tituées par des scalénoèdres de la zone $d^2\ e^1$, très rapprochés de cette dernière face ; l'assemblage a donc un aspect dissymétrique.

Les macles suivant b^1 $(0\bar{1}12)$ paraissent assez rares à Louvené, je n'en ai observé que deux exemples, réunis sur le même échantillon (type de la figure 4).

Il me reste à m'occuper des cas dans lesquels les scalénoèdres sont constitués non par des d^x, mais par des b^x.

La figure 82 représente un cristal de ce genre, maclé suivant a^1 et montrant des faces e^2 et e^3 incomplètes. Les échantillons que j'ai vus ne dépassent guère 3 cm.

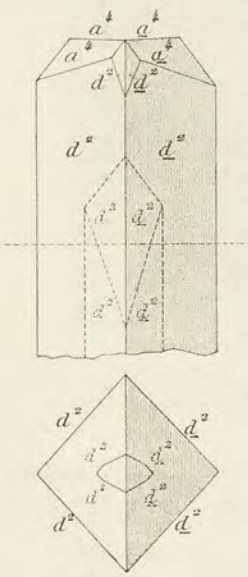


Fig. 81.
Emboîtement à axes parallèles des deux types de la macle suivant e^1, représentés par les figures 80 et 77.

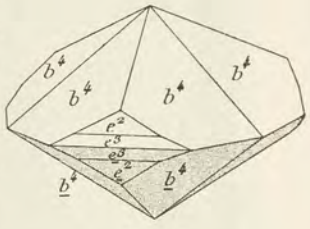


Fig. 82.
Calcite de Louverné. Macle suivant a^1.

Types prismatiques ou pseudoprismatiques. Les cristaux prismatiques suivant e^2, ou pseudoprismatiques, quand e^2 est remplacé par $e^{11/6}$ (oscillant vers $e^{3/2}$) sont moins nombreux que les précédents.

Ils sont généralement terminés par b^2 et présentent parfois de petites facettes d^2.

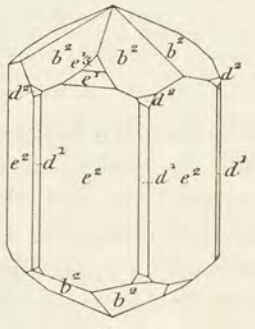


Fig. 83.
Calcite de Louverné.

Une variété de ce type constitue des cristaux transparents jaunâtres, souvent groupés en très grand nombre à axes parallèles : e^2 est terminé par l'isoscéloèdre b^2 $(11\bar{2}3)$ à faces striées, mais mesurables ; les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical et présentent fréquemment de petites facettes e^1, $e^{1/3}$ $(04\bar{4}5)$, d^2 et plus rarement d^1 (fig. 83). Ils sont souvent recouverts par des cristaux plus gros, ayant les mêmes formes, mais invariablement maclés par accolement suivant a^1 et raccourcis suivant l'axe vertical (fig. 84). Dans ces macles, e^2 est quelquefois accompagné ou remplacé par $e^{11/6}$.

Types rhomboédriques. Le plus grand nombre des cristaux dans lesquels dominent les rhomboèdres sont lenticulaires, opaques, blancs, presque toujours constitués par b^1, oscillant avec $b^{3/2}$, b^2, b^5, $b^{7/2}$: p est souvent présent. De petites faces d^2 et d^1 sont distribuées irrégulièrement sur le bord des lentilles ; celles-ci présentent fréquemment des macles a^1 par pénétration, l'un des deux individus englobant généralement l'autre, de plus petite taille.

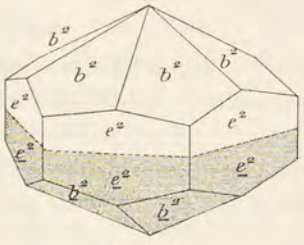


Fig. 84.
Calcite de Louverné. Macle suivant a^1



Fig. 85.
Cristal lenticulaire (b^1 dominant) coiffant un scalénoèdre d^2. Louverné. (*Gross. d'environ 3 diamètres.*)

Ces cristaux se trouvent rarement seuls, ils sont le plus souvent juchés sur le sommet de scalénoèdres et plus rarement accolés sur leur flanc, avec orientation régulière (fig. 85). J'ai observé quelques gros échantillons de cette forme, qui, comme les précédents, sont d'un beau jaune d'or ; il en émerge le sommet d'un scalénoèdre plus ancien, qui a orienté sur lui les cristaux néogènes. Ceux-ci présentent assez fréquemment une complication de forme plus grande : e^2, $e^{8/7}$ $(0\bar{5}52)$, p, d^2, etc. ; ils passent aux types prismatiques.

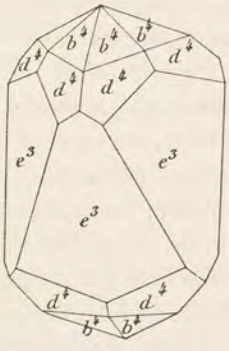


Fig. 86.
Calcite de Louverné.

Il n'est pas rare de voir tous les scalénoèdres d'un échantillon coiffés par de semblables lentilles ; tel est le cas du bloc qui a fourni les macles suivant b^1 signalées plus haut ; les deux individus de celles-ci supportent chacun leur petit rhomboèdre terminal.

La figure 86, dans laquelle le rhomboèdre e^3 domine, représente un cas exceptionnel. Les cristaux de ce type présentent souvent en outre de petites facettes $e^{11/6}$, e^2 et ils passent progressivement au type prismatique, qui est souvent réalisé par l'empilement à axes parallèles d'un grand nombre de ces rhomboèdres aigus.

Enfin, des rhomboèdres e^1, rouges, de 4 à 5 millimètres, oscillant vers $e^{12/17}$ $(0.29.\bar{2}\bar{9}.22)$, constituent une grande rareté dans ce gisement.

Pour terminer ce qui concerne Louverné, il me reste à signaler que l'on y trouve des géodes de dolomite crêtée jaunâtre sur laquelle sont souvent implantés des cristaux de calcite. Exceptionnellement, l'ordre de cristallisation est inverse.

Corbières. — *Aude*. De jolis cristaux e^1 $(02\bar{2}1)$, à formes courbes, ont été trouvés dans les fentes des grès permiens, exploités autrefois au Canet-du-Luc.

Gard. Le terrain houiller des environs d'Alais a fourni d'assez jolis cristaux de calcite, associés à la pyrite. Dans les échantillons que j'ai examinés, je n'ai observé que d^2.

Plateau Central. — *Corrèze*. Les fentes des grès houillers de Chabrignac renferment de beaux cristaux de calcite. Les uns, associés à de la barytine, présentent la forme d^2 dominante, avec ou sans faces arrondies de la zone $d^2\ e^1$. Les autres, implantés sur des rhomboèdres de dolomite, sont terminés par des faces b^1 brillantes et possèdent en outre une série de formes courbes.

Puy-de-Dôme. D'assez jolis cristaux de calcite jaune, avec des pointements b^1 nets et des faces e^2 très courbes, ou des rhomboèdres aigus voisins, recouvrent des cristaux de dolomite rosée et de pyrite dans les fissures des assises houillères de Messeix.

Loire. La calcite est peu abondante dans les fentes du houiller du bassin de Saint-Étienne ; je ne connais aucun gisement remarquable à signaler ; la forme dominante paraît être le rhomboèdre b^1 (Roche Molière et Montrambert en particulier).

Nièvre. Les veines de calcite du houiller de la Machine renferment des cristaux très éclatants, malheureusement fort enchevêtrés ; b^1 est associé à des scalénoèdres très striés, parmi lesquels, $b^{7/3}$ $(4.3.\bar{7}.10)$, $b^{5/2}$ $(32\bar{5}7)$, $b^{8/5}$ $(3.5.\bar{8}.13)$, b^9 $(8.1.\bar{9}.10)$ ont pu être identifiés ; il existe aussi de petites facettes e^3, e^2, e^1, d^2.

Saône-et-Loire. Les fentes du terrain houiller du bassin d'Épinac (notamment aux Thélots) sont fréquemment tapissées d'énormes cristaux blancs, transparents ou translucides, parfois enfumés, de calcite. Ils présentent uniformément les formes e^2 b^1, avec prédominance de cette dernière. Ils sont souvent implantés par une de leurs faces prismatiques et sont peu épais, malgré leurs grandes dimensions, de telle sorte qu'il est impossible de les isoler. Ces cristaux atteignent souvent 4 centimètres suivant un axe binaire.

A Igornay, les cristaux de calcite sont variés de forme ; ce sont tantôt de gros scalénoèdres d^2, à formes inégalement développées et tantôt des cristaux polysynthétiques, constitués par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus, terminés par b^1, avec en outre les formes e^2, e^1 et parfois de petites facettes d^2. Ces cristaux sont accompagnés de cristaux de pyrite.

La calcite des mines de la Chapelle-sous-Dun et de Beauchamp a les mêmes formes que celle d'Épinac.

Vosges. — *Haute-Saône*. C'est le rhomboèdre b^1, qui est la forme dominante des cristaux de calcite de Ronchamp.

[*Alsace*]. Grands et beaux cristaux b^1 e^2 dans les fentes du grès permien de Bourbach-le-Bas, près Massevaux. Cristaux d^2 dans les fentes de la grauwacke de Thann.

Alpes. — *Savoie*. Les fentes des schistes houillers des environs de Servoz renferment des lames transparentes ou hexagonales (a^1 bordée par p) de calcite.

γ). Dans les assises secondaires.

Trias.

Plateau central. — *Ardèche*. La figure 87 représente un échantillon de calcite provenant du trias des Salelles, près les Vans ; il est constitué par une série de cônes emboîtés, individuellement constitués par un cristal de calcite à clivage spathique, courbe, séparé des voisins par une petite couche d'argile, qui colore l'échantillon en gris noirâtre. C'est un type (*Nagelkalk*) comparable aux concrétions calciques des calcaires magnésiens de Durham, présentant cette structure que les

minéralogistes anglais appellent *cone-in-cone*. Ces échantillons représentent sous une forme macroscopique, la structure en forme de pinceau conique, que l'on voit si souvent dans les préparations microscopiques de tant de minéraux fibreux ou sphérolitiques. Des échantillons analogues ont été trouvés à Gaulard en Sainte-Colombe (*Tarn-et-Garonne*) ; j'ignore à quel niveau géologique.



Fig. 87.

Structure *cone-in-cone* de la calcite de Van (*Photographie grandeur naturelle*).

Des cristaux de calcite du type I, à faces arrondies se rencontrent à Marvigne.

Vosges. — Dana cite (*Mineralogy*, 1892, 266), dans le grès rouge des Vosges, sans indication géographique précise, des cristaux analogues à ceux de Fontainebleau, mais dans lesquels la calcite, ayant originellement enveloppé des grains de quartz, a postérieurement disparu, laissant ainsi son moulage en grès. Je n'ai pas vu de semblables cristaux.

[*Alsace*]. — Le trias alsacien est assez riche en cristaux de calcite, dont un grand nombre ont été décrits par M. Stöber (*Abh. geol. specialkarte Elsass-Lothr.* V. Heft 1, p. 27, 1892), qui a signalé et figuré les formes suivantes.

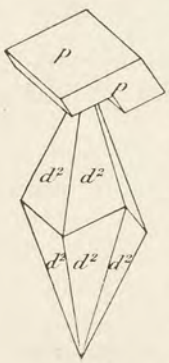


Fig. 88.

Rhomboèdre coiffant un scalénoèdre. Weiler.

Dans le calcaire à trochites de Dongolsheim près Sulzbad, les cristaux de calcite appartiennent à trois types. On y trouve en effet des scalénoèdres d^2, à structure zonée de brun jaunâtre (intérieur) ou de blanc, des rhomboèdres b^1, puis enfin des cristaux plus complexes de petite taille (2 mm.), dont la fig. 89 représente l'aspect, avec $e^{49/26}$ $(0.25.\bar{2}\bar{5}.1)$, $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$, $e^{2/3}$ $(05\bar{5}4)$, $e^{1/3}$ $(04\bar{4}5)$.

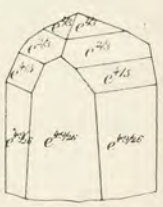


Fig. 89.

Calcite de Dangolsheim.

Le muschelkalk supérieur de Zabern contient des géodes de cristaux, dans lesquels domine d^2, avec ou sans e^2, e^3, e^4.

A Weiler, près Weissenburg, les cristaux sont constitués, soit par des rhomboèdres p, soit par des scalénoèdres d^2, parfois groupés

entre eux, comme dans la figure 88. La fig. 91 représente une forme beaucoup plus rare, dans laquelle p est associé à e^2, d^2 et au scalénoèdre D ($42\bar{6}1$) ou à une forme voisine.

Des combinaisons variées : d^1 e^1 e^2 e^3 et enfin (fig. 21) d^2 b^1 $e^{9/5}$ ($0.14.\bar{1}\bar{4}.1$) ont été trouvées à Niederbronn.

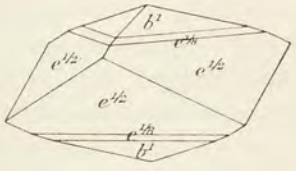


Fig. 90.
Calcite de Maursmünster.

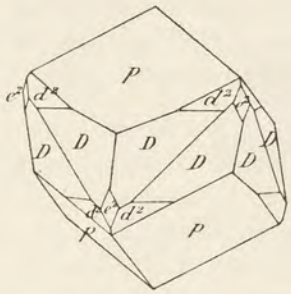


Fig. 91.
Calcite de Weiler.



Fig. 92.
Calcite de Reichshoffen.

La fig. 90 représente un cristal provenant de la dolomie (*Lettenkohlendolomit*) de Maursmünster, et dans lequel domine $e^{1/2}$ ($01\bar{1}1$), associé à $e^{1/8}$ ($03\bar{3}5$) et à b^1.

Les cristaux des marnes keupériennes de Reichshoffen sont caractérisés, soit par la prédominance de $e^{5/3}$ ($08\bar{8}1$) [$e^{5/3} = e^{15/9}$ de la figure 92], avec b^1 et a^1, soit par celle de d^2, accompagné de $e^{9/5}$, b^1 et e^1, comme dans les cristaux de Niederbronn.

Alpes. — *Hautes-Alpes*. M. de la Durandière m'a communiqué de beaux cristaux d^2 de calcite, des environs de l'Argentière et provenant sans doute du trias.

Algérie. — *Oran*. Au Djebel Keradja (Dj. Melah), gros cristaux pa^1, limpides, de calcite renfermant des aiguilles d'actinote : dans le même gisement, se trouvent des cristaux de dolomite de même forme.

Jurassique.
Infralias et lias [1].

Normandie. — *Calvados*. La collection du Muséum possède plusieurs échantillons de calcite, provenant des calcaires liasiques bleuâtres de Villy-Bocage, à 4 km. de Villers-Bocage. L'un présente les formes b^1 e^2, avec allongement suivant l'axe vertical, l'autre la combinaison p

1. Voir aussi page 564 pour certains gisements ferrifères liasiques.

e^4 $(50\bar{5}2)$. Ces cristaux ont leurs faces ternes ; ils sont implantés en nombre considérable sur leur gangue, leur axe vertical étant normal à celle-ci.

Manche. Les calcaires de l'infralias des environs de Valognes, ceux du sinémurien de Blosville renferment de gros scalénoèdres d^2 de calcite. C'est probablement de cette même région que proviennent de grands cristaux (4 cm), $e^3\,d^2$, que possède la collection géologique du Muséum, avec la seule indication « lias de la Manche ».

Poitou. — *Vendée.* De beaux cristaux de calcite se rencontrent dans les calcaires gris du lias moyen de Saint-Vincent-Sterlange ; la forme dominante est d^2, avec parfois de petites facettes d'un rhomboèdre aigu voisin du prisme e^2. Ces scalénoèdres renferment des cristaux, $p\ a^1$, de pyrite. A Ravarre près Corps, la forme dominante est encore d^2, mais avec p, b^1 et e^1 rudimentaires.

Charente. De gros cristaux de calcite, souvent colorés en jaune, se trouvent dans les fentes des calcaires liasiques de Fontapie ; je n'y ai observé que la combinaison $e^2\,b^1$, avec allongement net suivant l'axe vertical.

Cévennes. — *Hérault.* Les calcaires hydrauliques de Bédarieux renferment assez fréquemment des cristaux de calcite. M. Delage m'en a communiqué une série, dont les plus grands atteignent 14 centimètres suivant l'axe vertical. Ils ont rarement des faces planes, ils sont superficiellement corrodés et leurs angles ne se mesurent pas avec précision. Il existe trois types : 1° scalénoèdre d^2 seul ; ce sont les cristaux les moins fréquents ; 2° d^2 dominant, avec $e^1\ b^1\ e^{5/3}\,(08\bar{8}1)$; les cristaux de ce type sont ceux dont la taille est la plus grande ; enfin 3° les cristaux, les plus abondants, sont allongés suivant l'axe vertical et présentent la combinaison de b^1 avec e^2 ou plus souvent des rhomboèdres aigus à faces arrondies et en particulier $e^{9/5}$ $(0.14.\bar{1}4.1)$; il existe en outre parfois de petites faces d^2.

MM. Frossard et A. de Gramont m'ont donné de belles géodes, creusées dans un calcaire blanc jaunâtre marneux et tapissées de jolis cristaux de calcite provenant des environs du Bousquet d'Orb, (probablement de la montagne du Pioch). J'ai observé notamment de gros cristaux, $b^1\ e^2$, un peu allongés suivant l'axe vertical ; d'autres échantillons présentent de petits cristaux $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$ $b^1\ e^2$,

recouverts par d'autres plus gros, offrant la combinaison $d^2\ b^1\ e^2$, avec développement presque égal des deux premières formes et quelquefois de petites facettes e^1.

Enfin, dans les mêmes blocs, mais sur les parois de géodes différentes, se rencontrent des cristaux, dans lesquels d^2 domine; ils sont quelquefois terminés par b^1 et présentent assez fréquemment des faces arrondies de la zone $e^1\ d^2$.

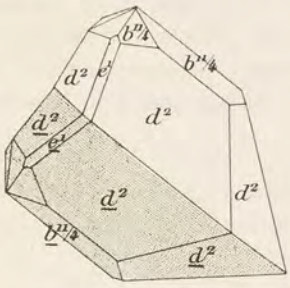


Fig. 93.
Macle suivant b^1.

Il existe aussi des macles suivant b^1, dans lesquelles d^2 est accompagné de e^1; elles sont identiques à celle de Guanajuato représentée par la fig. 93 (empruntée à M. Pirsson), mais avec cette réserve cependant, que la forme $b^{11/4}$, qui figure sur celle-ci, est remplacée par b^1. On observe en outre une petite gouttière, formée par des facettes e^2, symétriquement inclinées sur le bord de la ligne de macle.

Gard. De beaux cristaux de formes variées (d^2 ; p ; $b^1\ e^2$ ou rhomboèdres voisins) se trouvent dans les fentes de l'infralias de Bramabiau en Camprieu. A Durfort, la combinaison dominante est $d^2\ e^3$ (également développés) ; à Tamaris près Alais, d^2 (dominant) avec e^2, p et fréquentes macles suivant a^1.

M. Carrière m'a communiqué un gros cristal (6 cm. 5) provenant du lias des environs d'Alais. La forme dominante est d^2, avec e^2 et p (oscillant avec des b^x). Il existe des facettes linéaires e^4 ; les arêtes les moins obtuses de d^2 sont remplacées par une gouttière à bords arrondis rappelant celles du cristal de Belfort de la fig. 139, mais elle est remplie par une arête d^2 arrondie semblant indiquer une superposition de plusieurs cristaux de même orientation. Au milieu du cristal, en est enchâssé un autre de même forme (avec e^3 en plus), il est maclé suivant a^1 avec la portion inférieure attachée à la gangue.

Plateau Central. — *Lozère.* Les calcaires hettangiens des environs de Mende renferment de gros cristaux de calcite, d^2, maclés suivant a^1. Ils atteignent 4 centimètres suivant l'axe vertical.

Aveyron. Gros cristaux, $b^1\ e^2\ e^1$, près de la Roque-Sainte-Marguerite.

Loire. A Pouilly-sur-Charlieu, les fentes des calcaires et les loges de leurs ammonites sont fréquemment tapissées de cristaux de calcite ; j'ai

observé de petits prismes e^2, très allongés suivant l'axe vertical, terminés par p, b^1, e^1, d^2. La figure 94 représente l'un des aspects de ces cristaux : d^2 est parfois à peine indiqué. La fig. 95 reproduit une belle macle en cœur suivant p $(10\bar{1}1)$, provenant de la même localité ; les deux individus présentent le prisme e^2 surmonté de d^2, avec des traces de e^1. De beaux cristaux $(e^2\ b^1)$ ont été trouvés à Vougy-Montrenard et à la Rajasse.

Rhône. Les calcaires liasiques de Chessy fournissent de jolis cristaux

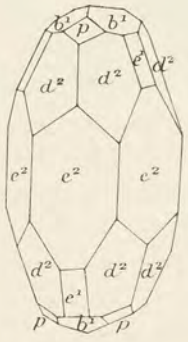


Fig. 94.
Calcite de Pouilly-sur-Charlieu.

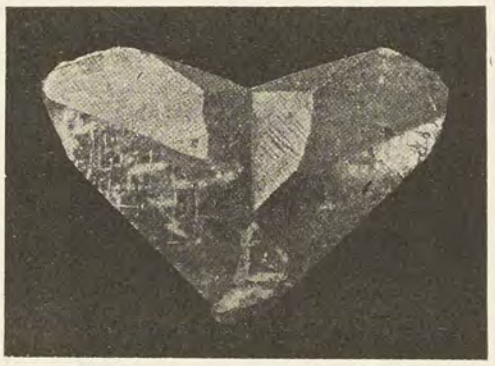


Fig. 95.
Macle suivant p de deux scalénoèdres d^2. Pouilly-sur-Charlieu. (*Photographie grossie deux fois environ.*)

incolores de calcite de petite taille, mais très limpides ; leurs formes sont simples $(e^2\ b^1\ e^1)$, avec allongement suivant l'axe vertical. J'ai vu aussi des gros rhomboèdres jaunes à faces courbes $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$.

Saône-et-Loire. Les carrières de calcaire liasique de Génelard sont riches en beaux cristaux, qui sont généralement localisés dans des géodes limitées par les cloisons d'énormes ammonites. La forme dominante est b^1, mais avec des particularités de structure à signaler. Chaque face du rhomboèdre est constituée par l'emboîtement à axes parallèles d'un grand nombre de cristaux de même forme, de telle sorte qu'elle paraît formée par l'interpénétration de plusieurs lames triangulaires en retrait les unes sur les autres. Beaucoup de cristaux ainsi constitués sont empilés suivant l'axe vertical.

De gros cristaux $(e^2\ b^1)$ se rencontrent dans le lias des environs de Toulon-sur-Arroux ; des cristaux plus petits de la même forme abondent dans les loges des grosses ammonites de Marcigny.

Le rhomboèdre b^1 domine dans les cristaux de calcite associés à la pyrite, dans les calcaires hettangiens de Mazenay.

A Culles, dans le lias, nombreux rhomboèdres aigus, $e^{5/4}$ $(03\bar{3}1)$, atteignant 1 centimètre ; leurs faces sont très ondulées.

Nièvre. De très gros cristaux de calcite, souvent teintés en jaune, se trouvent dans les calcaires liasiques de Corbigny.

Berri. — *Cher.* Gros cristaux d^2e^2 (macle a^1) dans le lias de Sancoins.

Ardennes. — *Ardennes.* Dans les calcaires d'Iges, masses bacillaires rayonnées, terminées dans des géodes par des scalénoèdres (d^2) polysynthétiques jaunâtres.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle.* Les loges des ammonites des couches ferrugineuses de Maxeville, près Nancy, renferment souvent de petits cristaux de calcite, parmi lesquels j'ai rencontré les combinaisons suivantes : b^1 e^2 d^3, avec de petites facettes d^2 ; d^2 avec b^1 et e^3. A Messein, jolis groupements cristallitiques et corrodés de rhomboèdres e^1.

[*Lorraine*]. La limonite oolithique de Hayingen renferme, avec de petits rhomboèdres de dolomite ferrifère, de beaux cristaux de calcite ; les uns présentent la combinaison b^1 e^2, les autres, plus riches en faces, possèdent comme formes dominantes b^1, avec en outre p et les scalénoèdres d^3 $(31\bar{4}2)$, $d^{7/2}$ $(72\bar{9}5)$ et d^7 $(71\bar{8}6)$. Ces

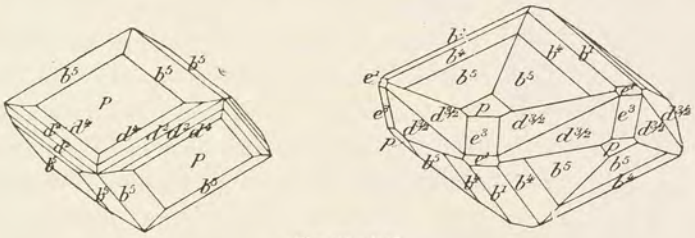


Fig. 96 et 97.
Calcite de Hettingen.

cristaux ont été décrits par M. Stöber (*Abh. geol. Specialkarte Elsass Lothr.* V. H. 1, p. 41), ainsi que d'autres, présentant de nombreuses formes et qui proviennent de fentes et de druses des grès du lias inférieur (*grès du Luxembourg*) de Gross-Hettingen, sur la frontière du

Luxembourg. Ils se rencontrent aussi dans l'intérieur de fossiles (*pleurotomaria*, *natica*, *nautilus*).

Les figures 96 à 100 représentent quelques-uns des cristaux de ce

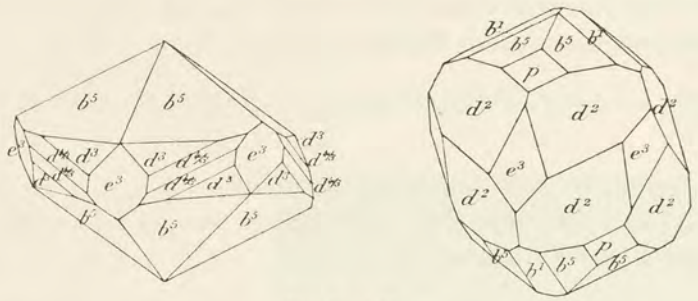


Fig. 98 et 99.
Calcite de Hettingen.

gisement, qui sont particulièrement remarquables par l'abondance des formes de la zone $p\ d^2$; elles se rencontrent soit en petit nombre, soit en grande quantité réunies dans un même cristal : b^4 $(31\bar{4}5)$, $b^{9/2}$ $(7.2.\bar{9}.11)$, b^5 $(41\bar{5}6)$, d^7 $(71\bar{8}6)$, d^4 $(41\bar{5}3)$, $d^{7/2}$ $(72\bar{9}5)$, d^3 $(31\bar{4}2)$, d^2 $(21\bar{3}1)$, $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$, $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$, $d^{4/3}$ $(43\bar{7}1)$. Il faut y ajouter les scalénoèdres v $(62\bar{8}1)$, π $(4.8.\bar{1}2.5)$ et T $(2.9.\bar{1}\bar{1}.5)$, qui n'ont été rencontrés qu'une seule fois, et enfin les rhomboèdres e^3 $(40\bar{4}1)$, e^4 $(50\bar{5}2)$, p, e^1, $e^{1/3}$ $(04\bar{4}5)$, b^1.

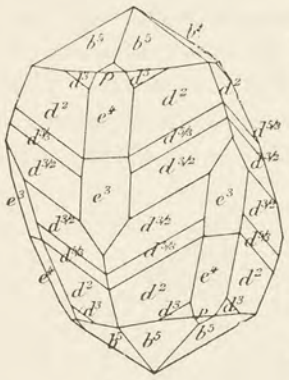


Fig. 100.
Calcite de Hettingen.

La prédominance de p, de b^5 ou de d^2 donne aux cristaux les divers aspects, que mettent bien en relief les figures ; ces cristaux n'ont généralement pas plus de 4 mm. de plus grande dimension ; les faces de la zone $p\ d^2$ sont souvent arrondies. Ces cristaux présentent une grande analogie de formes avec ceux, beaucoup plus gros, des calcaires paléozoïques de la Loire-Inférieure et d'Angers.

M. Ungemach a bien voulu me fournir les renseignements suivants sur une série de cristaux provenant de mines, dont je n'ai pas personnellement examiné d'échantillons.

A Nilvange, des cristaux jaunes clairs, implantés directement sur

la limonite oolithique, sont constitués par $e^{6/5}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.4)$ [oscillant vers $e^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$ et e^1], avec e^3 et p. D'autres cristaux sont groupés en stalactites, les plus petits sont constitués par $e^{19/14}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.3)$, avec ou sans p ; dans des cristaux plus grands, le premier de ces rhomboèdres est courbe et oscille vers $e^{6/5}$, il est accompagné de p, $e^{20/7}$ $(90\bar{9}2)$, de $e_{1/3}$ $(24\bar{6}1)$ et e^3 (fig. 101).

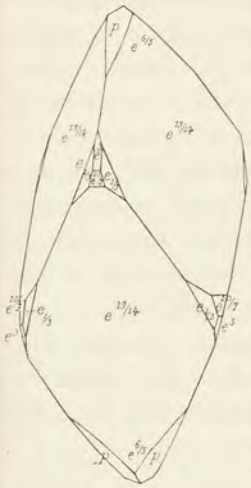


Fig. 101.
Calcite de Nilvange.

A Hayange, on n'a trouvé que de petits cristaux e^1, avec e^3 et p. Par contre, Algrange a fourni de très beaux cristaux de forme plus compliquée : à la mine Röchling, très beaux cristaux éclatants, groupés à axes parallèles, dans veinules spathiques traversant le minerai : e^3 d^4 $(41\bar{5}3)$ d^7 $(71\bar{8}6)$ $e^{7/3}$ $(10.0.\bar{1}0.1)$ $b^{3/2}$ $(12\bar{3}5)$ p et e^2 (fig. 102). Des cristaux, implantés sur sidérite, présentent b^1 et e^3, également développés, avec souvent $b^{4/3}$ $(12\bar{3}5)$, d^3 $(31\bar{4}2)$ et $d^{5/2}$ $(52\bar{7}3)$; autre combinaison : b^1 e^2 polysynthétique, sur pyrite, elle-même implantée sur calcite ; b^1 e^3, cristaux très limpides renfermant des inclusions de sidérite. Enfin, la mine du Bochumer Verein a fourni des cristaux roses (b^1 p e^2) implantés sur barytine.

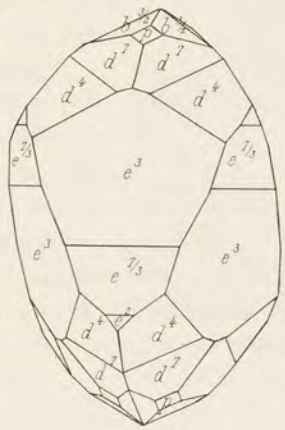


Fig. 102.
Calcite d'Algrange.

La collection de l'École des Mines possède de grands scalénoèdres d^2, provenant du calcaire liasique d'Ars-sur-Moselle.

Alpes. — *Haute-Savoie*. Le lias inférieur de Meillerie renferme d'assez gros cristaux limpides de calcite, sous forme de scalénoèdres d^2, associés à e^1 ou dont les arêtes d'intersection avec e^1 sont arrondies par suite de l'existence de scalénoèdres indéterminables ; ils sont souvent terminés par b^1 avec ou sans p (fig. 103) et présentent un rhomboèdre aigu, voisin du prisme e^2, arrondi.

Des cristaux plus petits réalisent la combinaison b^1 e^2, cette dernière

forme étant d'ordinaire peu développée ; ils offrent parfois de remarquables irisations, dues à un léger enduit ferrugineux. Enfin, j'ai observé des cristaux présentant la combinaison $e^{9/5}$ (0.14.$\bar{1}\bar{4}$.1) et des faces ternes p, b^1, avec une série de scalénoèdres b^x indéterminables. Ce gisement a fourni de beaux échantillons de collection.

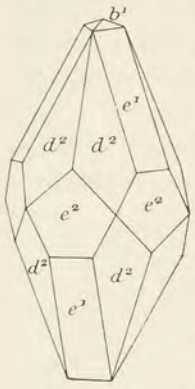


Fig. 103.
Calcite. Forme commune.

Haute-Savoie. La collection du Muséum possède de beaux rhomboèdres p, d'un gris fumée (3 centimètres), implantés sur un calcaire gris, assez cristallin, des environs de Bionnasset, près Saint-Gervais.

Savoie. Des cristaux de calcite se trouvent dans les calcaires liasiques des environs de Moutiers-en-Tarentaise ; ceux de la Chapelle-Blanche constituent de gros rhomboèdres primitifs p : c'est également la forme (avec parfois de petites facettes b^1) que j'ai observée dans des cristaux venant du mont Joly.

Isère. Des cristaux d'un blanc laiteux, atteignant souvent 4 à 5 centimètres de plus grande dimension, abondent dans les fentes des calcaires schisteux du lias de l'extrémité méridionale des Grandes

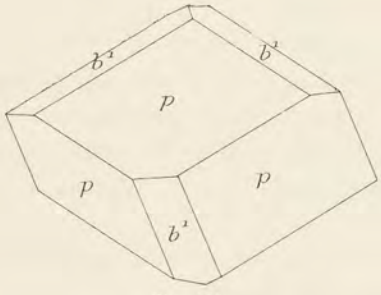


Fig. 104.
Forme commune à Maronne.

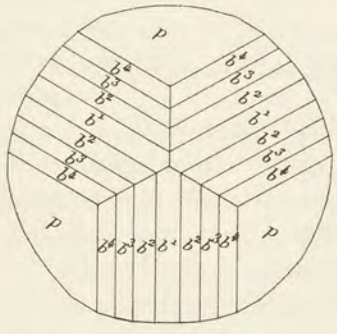


Fig. 105.
Projection sur la base d'une lentille, à surface cannelée, de la calcite de Maronne.

Rousses. Ceux de Maronne, notamment, sont constitués par p et b^1 [fig. 104 (Haüy, *op. cit.*, fig. 11)], souvent associés à des scalénoèdres de la zone p b^1 extrêmement cannelés et ne donnant pas de mesures précises, à cause de leurs faces ternes et des trop grandes dimensions de celles-ci ; les faces b^4 (31$\bar{4}$5), b^3 (21$\bar{3}$4) et l'isoscéloèdre b^2 (11$\bar{2}$3)

sont probables. La forme de ces cristaux (fig. 105), généralement d'un blanc laiteux, n'est pas la même que celle des cristaux qui accompagnent le quartz des filons quartzeux voisins, dont il est question plus loin ; cependant, Lévy a donné la figure 106 comme représentant des cristaux trouvés dans les fentes du calcaire de cette même localité.

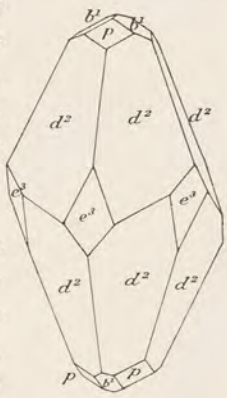


Fig. 106.
Calcite de Maronne.

Les assises liasiques de Saint-Quentin Fallavier, exploitées autrefois pour leur minerai de fer, renferment de petits cristaux limpides $e^{11/6}$ (0.17. $\overline{17}$.1) b^1.

Hautes-Alpes. Les fentes des calcaires ardoisiers liasiques des environs de la Grave renferment parfois de très beaux cristaux de calcite ; des géodes tapissées de rhomboèdres blancs, translucides, atteignant 4 cent. de plus grande dimension, ont été notamment trouvés dans le tunnel des Ardoisières, au-dessus de Ventelon (en sortant dans la direction du Lautaret). La forme dominante est p, avec parfois b^1 et des scalénoèdres arrondis b^x (type I a^{bis}).

J'ai observé aussi de jolis cristaux limpides b^1, associés à des cristaux de quartz incolores et limpides ou parfois troubles à cause d'inclusions argileuses.

Les calcaires ardoisiers de Bréziers présentent, au voisinage de veines spathiques contenant de la bournonite, de gros cristaux assez informes de calcite, sur lesquels s'en sont développés de plus petits à structure souvent cristallitique et groupés à axes parallèles. Ils appartiennent au type I a^{bis} avec d^2 et nombreuses faces b^x arrondies.

Basses-Alpes. Des scalénoèdres d^2 (atteignant 4 centimètres) ont été recueillis à la montagne de Thause près Digne.

Provence. — *Bouches-du-Rhône.* La combinaison b^1 e^2 se rencontre dans le lias moyen des environs d'Aix.

Médiojurassique (bajocien et bathonien).

Normandie. — *Calvados.* Les fentes des marnes du bathonien inférieur de Sainte-Honorine-des-Pertes renferment de beaux cristaux de calcite, constitués par des scalénoèdres d^2 (avec parfois traces de e^1),

implantés normalement à leur gangue et serrés les uns contre les autres. Ils atteignent près de 1 centimètre suivant l'axe vertical.

C'est du même niveau que proviennent les cristaux de Caen, décrits par Haüy [fig. 106 *bis* (Haüy, fig. 124)], présentant la combinaison e^2 $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$ d^2 b^1.



Fig. 106 *bis*.
Calcite des environs de Caen.

Poitou. — *Vienne*. Des cristaux de calcite ont été jadis cités par Desvaux (*Trav. Soc. Emul. Poitiers*, II, 73, 1804) dans les calcaires bajociens et bathoniens des environs de Poitiers : Gizay, la Villedieu, Château-Larcher, Passe-lourdin : e^3 ; e^4 ; $e^{3/2}$; d^2 ; e^2 ; b^1 ; enfin un rhomboèdre cuboïde ($e^{4/5}$?), trouvé aussi à Chauvigny et à Saint-Martin-de-la-Rivière. De Cressac a vu (*J. M.* XII, 14) à Port-Séguin la combinaison e^2 e^4 b^1. M. Welsch m'a signalé : e^2 b^1 d^2 (et scalénoèdres arrondis de la zone e^1 d^2) à Jouarenne près Iteuil ; b^1 e^2 à Croutelle.

Quercy. — *Tarn-et-Garonne*. Les calcaires bajociens, exploités aux portes de Saint-Antonin, contiennent de très belles géodes de cristaux de calcite, nets et parfois de grande taille. Ce sont des scalénoèdres d^2 enchevêtrés, atteignant individuellement 10 centimètres ; ils sont gris de fumée ; d^2 est souvent accompagné d'un rhomboèdre aigu arrondi, voisin de e^2.

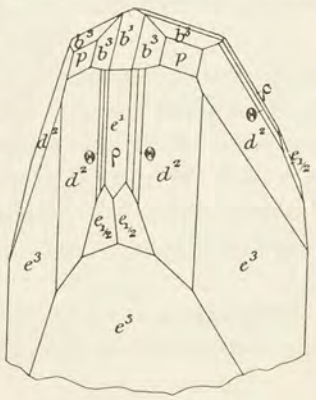


Fig. 107.
Calcite de Bruniquel.

Les carrières exploitées à Bruniquel sont non moins riches en grandes géodes, dans lesquelles se trouvent des cristaux de calcite limpides et de grande taille. Il existe deux types distincts : le premier est constitué par la combinaison e^3 $(40\bar{4}1)$ d^2 $e^{11/6}$ $(0.17.\bar{17}.1)$ ou $e^{9/5}$ $(0.14.\bar{14}.1)$, terminée par b^1 et des scalénoèdres de la zone p b^1, qui sont toujours ternes et ne donnent aucune réflexion au goniomètre (b^3, b^4), etc. Il existe en outre de petites faces e^1 linéaires, quelquefois bordées par Θ $(27\bar{9}4)$ et ρ $(25\bar{7}3)$; fréquemment e^1 est aussi accompagné de facettes $e_{1/2}$ $(13\bar{4}1)$ fort petites, mais planes et brillantes (fig. 107). Enfin les cristaux présentent souvent sur les arêtes d^2 e^3 (infér.) une face arrondie, que je n'ai pu

préciser. Les cristaux de ce type, quand ils dépassent 2 centimètres, sont polysynthétiques et beaucoup de leurs faces sont arrondies. Suivant les échantillons, c'est e^3 ou d^2 qui, par sa prédominance, imprime aux cristaux leur aspect caractéristique.

Le second type est constitué par e^2 ou $e^{9/5}$ surmonté de b^1 (fig. 108) avec parfois de petites facettes e^1 et p.



Fig. 108.
Groupe de cristaux b^1 $e^{9/5}$ de Bruniquel.
(*Photographie un peu réduite.*)

Berri. — *Cher*. M. Ungemach m'a signalé des cristaux de 2 cm. dans les fentes des calcaires bathoniens de Nérondes : e^3 (dominant) avec d^2, $d^{5/3}$ ($53\bar{8}2$) et plus rarement b^1 et $d^{3/2}$ ($32\bar{5}1$).

Cévennes. — *Gard*. A Vissec : b^1 e^2 d^2 ; à Bez : d^2, dans le bathonien.

Plateau Central. — *Aveyron*. Dans le bajocien des environs de Millau, à la montée du Larzac : b^1 e^1 e^2 d^2.

Rhône. Le calcaire à entroques ¿bajocien des grandes carrières exploitées à Couzon renferme des géodes que tapissent de magnifiques cristaux de calcite, souvent associés à du quartz. Ces cristaux, remarquables moins par leur grande taille que par leur netteté et la variété de leurs formes, l'éclat de leurs faces et leur limpidité, ont été étudiés à de nombreuses reprises par Romé de l'Isle (*Cristallographie*), de Bournon (*Traité de la Chaux carbonatée*. 1808), Haüy (*op. cit.*), et plus récemment par M. Gonnard (*B. S. M.* X, 297. 1887 et XX, 1897. 18 et 330), qui n'y a pas trouvé moins de 31 formes différentes, constituant entre elles d'assez nombreuses combinaisons.

La plupart des cristaux de Couzon sont caractérisés par la prédominance de e^1 ($02\bar{2}1$), qui existe seul ou associé à p [(fig. 109) (Haüy, *op. cit.*, fig. 12)] et, dans les cristaux anciennement décrits, à a^1(0001) et e^6($70\bar{7}4$) ; à $e^{9/5}$ ($0.14.\bar{1}4.1$) et $e_{1/2}$ ($14\bar{3}1$) [fig. 10 (Haüy, *op. cit.*, fig. 95) ; à p et d^1 ; à e^3 $e^{9/5}$ p b^1 d^2 (fig. 11, 27, 15).

Les cristaux décrits par M. Gonnard et trouvés, il y a quelques années, sont plus intéressants ; ils mesurent 2 centimètres au plus : ils sont souvent attachés à leur gangue par une extrémité du prisme e^2 (à faces irrégulières plus ou moins développées) et ne présentent, à l'état libre dans les géodes, qu'un sommet riche en faces, le plus souvent brillantes. Les plus simples de ces cristaux se rapportent au type de Pau, représenté par les figures 155 et 156. e^2 et e^1 dominent ; ils sont accompagnés de p, de d^2 ($21\bar{3}1$), avec de petites facettes e^3 ($40\bar{4}1$) Quelques scalénoèdres nouveaux : K ($4.7.\bar{11}.3$), K_1 ($34\bar{7}2$), (zone d^2 $e_{1/2}$, U ($19.36.\bar{55}.13$) et V ($16.59.\bar{75}.17$), puis d'autres formes γ ($23\bar{1}2$) [1], $e_{1/2}$ ($14\bar{3}1$), $e^{11/9}$ ($0.17.1\bar{7}.1$), $d^{2/3}$ ($32\bar{5}1$), se présentent en outre plus ou moins développées dans quelques combinaisons

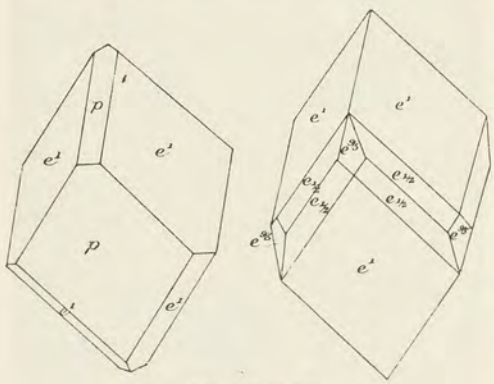


Fig. 109 et 110.
Calcite de Couzon. Formes communes.

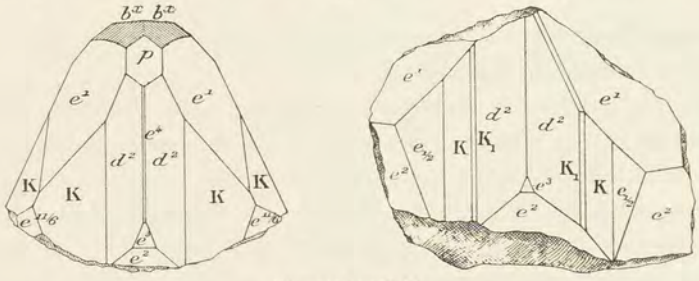


Fig. 111 et 111 *bis*.
Calcite de Couzon. Formes rares.

représentées par les figures 111 à 114, dues à M. Gonnard. Il me semble que les faces marquées e^4 dans la fig. 112 sont en réalité, comme dans les cristaux de Pau (fig. 156) et de Louverné (fig. 62), constituées par un escalier de petites faces e^3 et p.

1. Ces faces, bien que larges, ne donnent que des mesures médiocres ; il est possible qu'il existe aussi des formes voisines appartenant à la même zone d^2 e^1 (et notamment α ($44\bar{8}3$) et π ($4.8.\bar{12}.5$).

Les pointements striés et marqués b^x dans la fig. 111 sont souvent constitués par de nombreuses faces de la zone p b^1 ; ce sont b^1, b^2 $(11\bar{2}3)$, b^4 $(31\bar{4}5)$, b^6 $(41\bar{5}6)$, $b^5(51\bar{6}7)$, $b^{9/2}$ $(7.2.\bar{9}.11)$, $b^{10/3}$ $(7.3.\bar{10}.13)$, $b^{17/6}$ $(11.6.\bar{17}.23)$, $b^{13/6}$ $(7.6.\bar{13}.19)$, et $b^{7/4}$ $(3.4.\bar{7}.11)$.

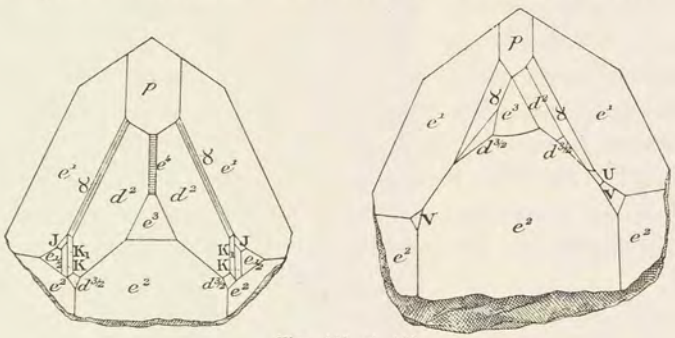


Fig. 112 et 113.
Calcite de Couzon. Formes rares

Les macles sont très rares dans les cristaux de Couzon ; la fig. 114 représente la seule qu'ait étudiée M. Gonnard ; c'est une macle suivant a^1 par accolement et par entrecroisement. Les cristaux élémen-

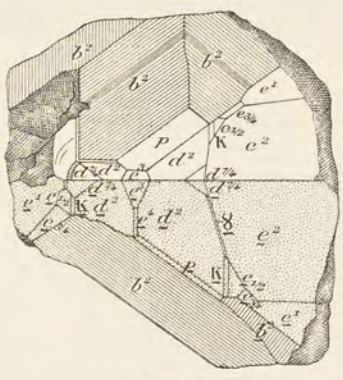


Fig. 114.
Calcite de Couzon. Macle suivant a^1.

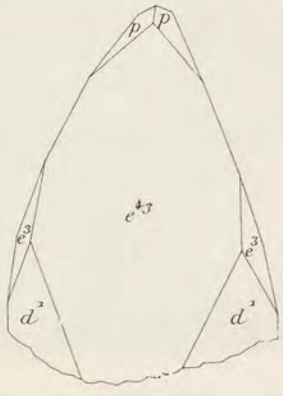


Fig. 115.
Calcite du tunnel de Collonges.

taires présentent, en outre de quelques-unes des formes rares citées plus haut, $d^{7/4}$ $(7.4.\bar{11}.3)$ et le scalénoèdre $e_{3/4}$ $(17\bar{8}3)$, qui n'a encore été trouvé que sur ce cristal.

Les faces e^1 présentent parfois des sillons profonds, correspondant à des corrosions, qui se sont effectuées suivant des plans b^1.

On rencontre aussi dans le même gisement des cristaux appartenant à deux types différents de ceux qui viennent d'être décrits, ce sont : des rhomboèdres b^1 seuls ou associés à des cristaux avec e^2 dominant, p, d^2 et $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$, ou bien des rhomboèdres inverses aigus, voisins de e^2 $(e^{9/5}, e^{11/6})$, avec e^4 et $e^{4/3}$. M. Ungemach m'a signalé les combinaisons : e^4 $e_{1/2}$ $e^{2/3}$ $(05\bar{5}4)$ e^3 e^2, et e^4 e^2 e^3 p d^2 $e^{2/3}$.

Le rhomboèdre e^4, seul ou associé à p, se rencontre également dans les cristaux de Curis, d'Oncin près Chessy, de Vougy près Roanne.

M. Gonnard a signalé (*B. S. M.*, XX, 121, 1897) la combinaison $e^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$ d^4 $(11\bar{2}0)$, avec traces de p, dans des cristaux de 1 à 2 cm. 5 trouvés lors du percement du tunnel de Collonges près Lyon. La figure 115 représente les cristaux de ce gisement, que je dois à ce savant.

Saône-et-Loire. — De fort beaux cristaux de calcite existent dans le bathonien de Collongette à Lugny; ce sont des rhomboèdres e^4, inco-



Fig. 116.
Calcite sur calcaire de Collongette. (*Légère réduction.*)

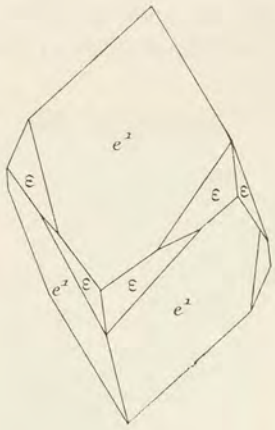


Fig. 117.
Figure théorique de la photographie précédente.

lores, associés à un scalénoèdre très voisin de ε $(5.8.\bar{1}\bar{3}.3)$ (fig. 116 et 117) : comme les mesures n'ont pu être effectuées qu'au goniomètre d'application, je n'ai pu préciser davantage. Ces cristaux atteignent plusieurs centimètres de plus grande dimension. La fig. 118 représente des figures de corrosion très fréquentes sur les faces e^4 de ces cristaux.

A Laives, près Sennecey-le-Grand, beaux cristaux d^2 (avec facettes arrondies ρ ou π) e^2.

Le bathonien de Lacrost, près Tournus, est aussi riche en cristaux de calcite. Ce sont d'abord des rhomboèdres e^1, incolores ou blancs, englobant un scalénoèdre jaune. Il existe aussi des scalénoèdres d^2 jaunes, avec e^1 ou faces courbes de la zone $d^2\,e^1$ accompagnant ou remplaçant ce rhomboèdre ; ces formes sont accompagnées de e^2, parfois de $e^{9/4}$ $(13.0.\overline{13}.1)$ et de e^3 : les macles a^1 sont fréquentes.



Fig. 118.
Figures de corrosion sur une face e^1 de la calcite de Collongette. (*Léger agrandissement.*)

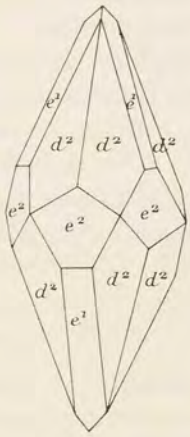


Fig. 119.
Calcite.
Forme commune.

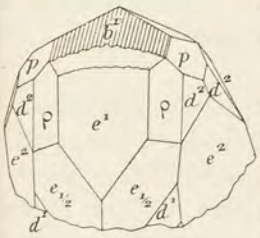


Fig. 120.
Calcite de Saint-Martin-Belle-Roche.

Le bajocien du Mâconnais renferme fréquemment des cristaux de calcite, qui se trouvent dans toutes les fissures des calcaires à entroques et à polypiers. Ils sont généralement pauvres en faces (d^2, avec ou sans e^1 ou b^1, Pouilly, Solutré, la Grisière en Flacé-lès-Mâcon), La Roche Vineuse [autrefois Saint-Sorlin] (cristaux atteignant 3 cm.) ; $b^1\,e^2$ (Pouilly), e^1 (les Collas en Saint-Vérand). Mais exceptionnellement on rencontre des cristaux riches en faces ; tel est le cas de ceux qui tapissent les loges

des ammonites du calcaire à polypiers de Saint-Martin-Belle-Roche (autrefois Saint-Martin de Senozan) ; j'y ai observé la combinaison à faces éclatantes : $e^1\ d^2\ e_{1/2}\ d^1\ p$, avec de larges faces ρ $(25\bar{7}3)$, assez courbes, oscillant d'une part vers π $(4.8.\bar{1}2.5)$ et d'une autre vers ω $(4.12.\bar{1}6.7)$. Elle est terminée par b^1 cannelé, séparé de e^1 par un rhomboèdre bosselé indéterminable $[e^{1/3}$ (?)] (fig. 120). Dans le même gisement, masses bacillaires se terminant par $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$.

La combinaison e^1 (dominant) $p\ b^1\ e^2\ d^2\ e^3$ et parfois $e_{1/2}$ est fréquente dans le bajocien de La Clayette ; elle constitue des cristaux très transparents.

Côte-d'Or. M. Collot m'a signalé des cristaux $b^1\ e^{9/5}$ $(0.14.\bar{1}4.1)$ dans le bathonien inférieur de Baume-la-Roche près Dijon ; aux Perrières, à Dijon, on rencontre d^2 avec des facettes e^1 arrondies ; e^1 se trouve dans le bathonien supérieur de la même localité. La collection de l'École des Mines renferme un calcaire de Dijon contenant des cristaux $e^1\ e_{1/2}$ de calcite.

Yonne. Les calcaires bathoniens de Vézelay sont traversés par des veinules de calcite jaune columnaire, parfois terminées par de gros cristaux e^1, à faces généralement ternes.

Ardennes. — *Ardennes* et *Aisne.* Les calcaires marneux du bathonien supérieur qui peuvent être suivis depuis Hirson (*Aisne*), jusqu'à Charleville (*Ardennes*), renferment de grandes géodes, qui occupent souvent l'intérieur de polypiers ; on y rencontre des cristaux fort nets de calcite.

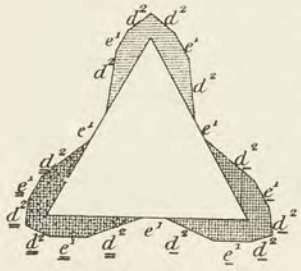


Fig. 121.
Section parallèle à la base du groupement représenté par la figure 136 (à droite).

La combinaison dominante est $e^1\ d^2$, avec souvent e^2 ; on peut citer comme gisements principaux Effry, Eparcy, l'Abbaye près Darcilly (*Aisne*), ainsi que Rumigny (*Ardennes*).

Dans cette dernière localité, tous les cristaux présentent les particularités de structure montrées par les figures 136 (à droite) et 121 ; ils sont constitués par un cristal central e^1, sur les arêtes duquel sont venus s'orienter trois cristaux de la forme $d^2\ e^2$ avec généralement des rudiments de e^1. Les faces e^1 de ces nouveaux individus n'ont pu se réunir, de telle sorte qu'au milieu d'elles, apparaissent en creux, sous forme d'une gouttière profonde, les faces e^1 du cristal central.

Je dois à M. Tronquoy des cristaux recueillis à Éparcy, qui sont constitués par e^1 p ; les faces prédominantes sont creusées de profondes figures de corrosion ; les faces p sont recouvertes d'excroissances irrégulières tendant à reconstituer les plans e^1. D'autres cristaux sont formés par un scalénoèdre aigu très courbe, accompagné de b^1, e^2, $e^{12/17}$, $(0.29.\bar{2}\bar{9}.22)$.

Beaux cristaux jaunes (2 centimètres) $e^{14/13}$ $(09\bar{9}4)$, oscillant jusqu'à $e^{5/4}$ $(03\bar{3}1)$, dans les fentes du bathonien d'Haraucourt.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. J'ai vu des cristaux de calcite, indiqués comme provenant du bajocien des environs de Nancy, sans indication plus précise ; ils présentent la forme e^1 dominante, avec parfois p.

Vosges. — [*Alsace.*] Les marnes du dogger supérieur des environs de Pfirt ont fourni à M. Stöber (*op. cit.*) de petits cristaux (5 mm.), offrant les formes d^2 b^1 e^2 e^1, avec (fig. 122) ou sans e^3.

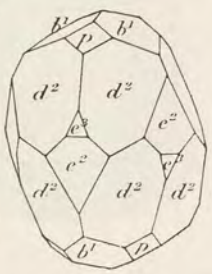


Fig. 122.
Calcite de Pfirt.

Belfort. Dans les environs de Belfort, au mont Cravanche (bajocien), il existe deux types : 1° cristaux jaunes offrant la combinaison b^1 e^2, avec macles suivant a^1; 2° cristaux blancs présentant les formes d^2, e^1, e^2. A la Miotte (bathonien), se rencontrent de jolis cristaux blancs d^2 (dominant), avec b^1, e^1, e^2 (ou $e^{11/6}$) à faces ondulées, non mesurables ; dans les carrières de l'Essert, M. Meyer a signalé d^2 b^1 ; d^2 e^2 b^1, avec macle suivant a^1.

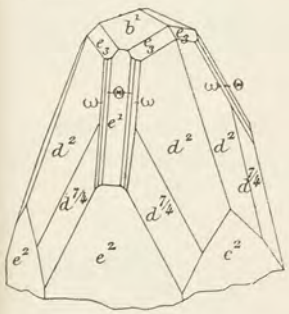


Fig. 123.
Calcite de Chalezeule.

Jura. — *Haute-Saône*. Des cristaux nets de calcite se trouvent dans le calcaire à entroques du bajocien inférieur de Comberjou à 6 kilomètres de Vesoul.

Le rauracien de la Roche-sur-Vannon renferme des cristaux transparents, rappelant ceux de Couzon (e^2 e^1, avec parfois e^3 et de petites facettes d^2).

Les calcaires de Chalezeule doivent fournir des échantillons fort intéressants, si j'en juge par celui que j'ai étudié, mais dont les cristaux sont malheureusement un peu arrondis par dissolution superficielle. Leur forme dominante est d^2, terminé par b ; on remarque

en outre e^2, e^1, $d^{7/4}$ (7.4.$\bar{1}\bar{1}$.3), des faces arrondies de la zone $e^1\,d^2$: ω (4.12.$\bar{1}\bar{6}$.7) et Θ (27$\bar{9}$4) (fig. 123). Enfin, je citerai entre d^2 et b^1 une forme arrondie, qui paraît être e_3 (22$\bar{4}$3).

Doubs. La forme habituelle des cristaux de calcite des calcaires bajociens de Besançon est $e^2\,b^1$; ils sont souvent raccourcis suivant l'axe vertical.

J'ai étudié de gros échantillons provenant du calcaire à polypiers (bajocien supérieur), recueillis, il y a trente ans, sur la route de Besançon à Pouilley-les-Vignes. Ce sont des cristaux $e^2\,b^1$, généralement maclés par accolement suivant a^1 ; l'un d'eux renferme un cristal d^2 offrant la même macle et orienté comme son hôte ; la fig. 124 reproduit la photographie de ce curieux emboîtement de deux cristaux de forme différente, dont j'ai signalé déjà plusieurs exemples (fig. 54 et 69).



Fig. 124.
Macle suivant a^1 de cristaux de la combinaison $b^1\,e^2$, enveloppant une macle de même nature, constituée par d^2. Pouilley-les-Vignes.

De gros scalénoèdres d^2 de calcite ne sont pas rares dans le bathonien des environs de Montbéliard, de Bavans ; des cristaux de la forme $b^1\,e^2$ (avec des rhomboèdres aigus indéterminables et de petites faces d^2) se trouvent dans le même étage à Beure.

Jura. Les calcaires bathoniens blancs de Pont-du-Navoy renferment de gros cristaux de calcite de la combinaison $d^2\,e^1\,e^2$, terminés par b^1 et des faces b^x arrondies.

Sur des cristaux provenant du bajocien coupé par la route d'Amange à Moissey (massif de la Serre), j'ai observé la combinaison $d^2\,e^1\,e^2$ X (2.23.$\bar{2}\bar{5}$.12).

Alpes. — *Hautes-Alpes.* Les calcaires noirs bajociens sont traversés entre Tallard et Gap par des fissures, dans lesquelles se trouvent de beaux rhomboèdres incolores, et presque limpides, p, avec ou sans b^1. Ils sont fréquemment allongés suivant une arête pp.

Suprajurassique.

(Callovien, oxfordien, séquanien, kimeridgien, portlandien.)

Flandre. — *Pas-de-Calais*. Les calcaires de la côte de Boulogne sont assez riches en gros cristaux de calcite peu variés de formes. La combinaison dominante est b^1 e^2, les uns sont allongés, les autres très raccourcis suivant l'axe vertical ; il existe aussi des rhomboèdres e^1.

Normandie. — *Orne*. La collection du Muséum possède de très gros cristaux de calcite provenant de Mortagne, mais je ne sais à quel niveau du suprajurassique ils ont été recueillis. Ce sont des scalénoèdres d^2, atteignant 12 centimètres suivant l'axe vertical ; ils sont parfois maclés suivant a^1 et terminés tantôt par p, tantôt par des scalénoèdres obtus b^x arrondis et indéterminables. Ces cristaux sont roses à leur surface et blancs au centre. Des cristaux plus petits présentent en outre le prisme e^2 (fig. 125).

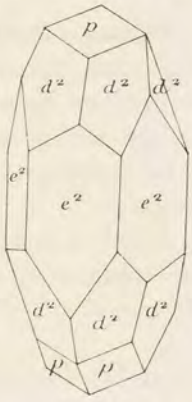


Fig. 125.
Calcite.
Forme commune.

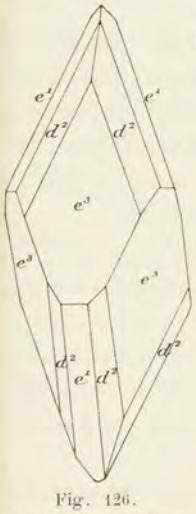


Fig. 126.
Calcite des environs de la Rochelle.



Fig. 127.
Calcite de Vars.

Saintonge. — *Charente-Inférieure*. J'ai observé e^3, avec parfois de petites facettes e^1, sur de jolis cristaux englobant un cristal de même forme et provenant des calcaires marneux du rocher d'Yver. Ils sont d'un blanc jaunâtre et leurs arêtes sont courbes. Des cristaux de 1 centimètre se trouvent dans le kimeridgien de Châtelaillon, près La Rochelle, leur forme dominante est e^3, avec fréquemment d^2. C'est probablement de ce gisement que proviennent les cristaux figurés par Haüy (*op. cit.*, fig. 100) avec la mention La Rochelle (fig. 126).

Charente. Quelques cristaux recueillis dans les calcaires argileux kimeridgiens de Vars sont limpides, ils sont constitués par un rhomboèdre très aigu, arrondi ($e^{9/5}$ ou $e^{11/6}$), terminé, par $e^{1/3}$ (0445) et de petites facettes b^1 (fig. 127).

Quercy. — *Lot-et-Garonne.* Les calcaires à ciment (kimeridgien) de Fumel renferment des géodes de gros cristaux limpides de calcite, parmi lesquels domine le rhomboèdre b^1.

Cévennes. — *Hérault.* C'est la forme $e^{4/5}$ ($03\bar{3}2$), qui caractérise les cristaux des calcaires coralligènes du jurassique supérieur, au contact de l'éocène d'eau douce de Murles.

Gard. J'ai examiné des scalénoèdres métastatiques en mauvais état (probablement d^2) provenant des environs de Sumènes.

Plateau Central. — *Ardèche.* Des cristaux de calcite du calcaire séquanien de Crussol sont constitués par des scalénoèdres d^2, avec e^1 et diverses autres formes, non déterminables à cause de l'arrondissement des faces, qui ont subi une dissolution superficielle.

Le scalénoèdre d^2 domine dans les cristaux du calcaire beriasien de Vogué.

Nièvre. Les calcaires de Clamecy renferment en grande abondance des cristaux de calcite, qui ont été anciennement décrits par C.A. Becquerel (*J. P.* LXXXIX. 462. 1819). D'après les figures de cet auteur, ils se rapportent à trois types : 1° (type I *d*) cristaux avec le rhomboèdre e^1 ($02\bar{2}1$) dominant, accompagné de b^1 ($01\bar{1}2$).

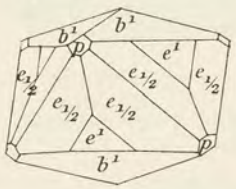


Fig. 128.
Calcite de Clamecy.

2° (type III *b*) Scalénoèdre $e_{1/2}$ ($14\bar{3}1$), soit seul, soit accompagné de petites facettes b^1, e^1, p, d^2 ; dans ces cristaux, $e_{1/2}$ est en général très développé (fig. 150 et 151), mais parfois il est raccourci (fig. 128 d'après Becquerel), dans le sens vertical, par suite du grand développement du pointement b^1.

3° (type III *a*) Le dernier type est caractérisé par la prédominance du scalénoèdre d^2, toujours accompagné par e^2, b^1 et e^1, avec, en outre, parfois, entre d^2 et e^2, de petites facettes linéaires ξ ($22\bar{4}1$) et une forme indéterminable, puis entre d^2 et e^1, de petites facettes π ($4.8.\bar{1}\bar{2}.5$) et Θ ($27\bar{9}4$) ; Becquerel signale aussi de très petites facettes $e_{1/2}$ et une forme indéterminable de la zone $b^1\,d^2$ (fig. 129, d'après Becquerel).

La plupart des cristaux de ce gisement, que j'ai examinés (coll. de Haüy et du Muséum), se rapportent aux types I et III et sont con-

formes à la description de Becquerel. De très gros rhomboèdres e^1 sont profondément creusés de sillons parallèles aux plans b^1 ; la dissolution, qui s'est effectuée suivant ces plans, a parfois gagné jusqu'au milieu du cristal. Tantôt elle s'est produite suivant un seul plan b^1, il est alors possible d'extraire du cristal des lames (plans de séparation) parallèles, à surface assez plane, et tantôt au contraire, la dissolution s'est effectuée suivant les trois plans b^1, qui se coupent sur les faces e^1 sous des angles de 133°52′. Quant aux cristaux du type III, que j'ai examinés, ils présentent seulement la combinaison $d^2\,e^3\,e^2$, avec ou sans b^1, de telle sorte qu'il ne m'a pas été possible de préciser la position exacte des faces rondes, indiquées sommairement par Becquerel.

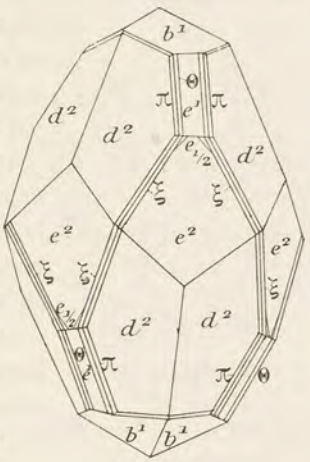


Fig. 129.
Calcite de Clamecy.

J'ai étudié quelques cristaux recueillis récemment à Beuvron près Clamecy ; ils appartiennent à des types variés, suivant que domine b^1 (type I. *c*) ou comme dans les cristaux précédents, e^1 ou d^2. Dans ce dernier cas, ils présentent souvent de petites facettes e^2 et, sur l'arête la plus obtuse de d^2, des faces e^4 $(50\bar{5}2)$ très striées horizontalement.

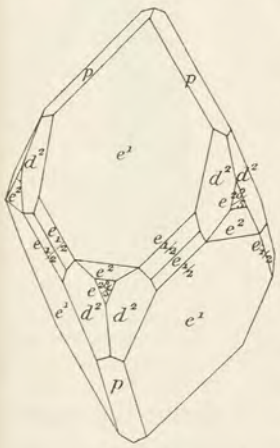


Fig. 130.
Calcite de Bourges.

Dans le rauracien de La Charité, domine la combinaison $e^2\,b^1$.

Berri. — *Cher*. Les calcaires marneux de Saint-Amand renferment des géodes de calcite, qui peuvent être isolées sous forme de boules creuses, tapissées de cristaux à faces généralement un peu arrondies : leur forme dominante est d^2, avec e^2 et b^1, subordonnés. Les calcaires à *Astarte* des environs de Bourges (notamment à la carrière de Lazenay) renferment des cristaux de calcite fort limpides, qui rappellent certaines combinaisons de Couzon (type I *d*) ; e^1 domine, associé à p et $e_{1/2}$ $(14\bar{3}1)$, $e,^2$ d^2. Il existe en outre (fig. 130) de petites facettes peu brillantes

d'un rhomboèdre direct $e^{28/5}$ (11.0.$\bar{1}\bar{1}$.6.), qui est l'inverse de $e^{12/17}$, que j'ai trouvé sur des cristaux de calcite d'Avignonet.

Bourgogne. — *Saône-et-Loire*. La forme dominante des cristaux de calcite des calcaires marneux oxfordiens des environs de Mâcon (Lévigny près Charnay, les Perrières-en-Flacé) est la combinaison b^1 e^2 (et plus rarement $e^{9/5}$ à la place de e^2).

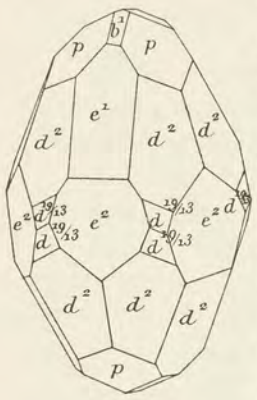


Fig. 131.
Calcite de Crèches.

Dans une géode des Perrières, j'ai observé un cristal e^2 b^1 en partie enveloppé par un cristal e^2 $e^{3/5}$ (0887) très corrodé de nouvelle génération ; cette combinaison e^2 $e^{3/5}$ se trouve aussi seule (fig. 133).

A Crèches, les loges de grandes ammonites sont parfois tapissées de très jolis cristaux transparents appartenant à deux types : 1° e^1, avec ou sans p et d^2, et plus rarement a^1 peu développé ; ce sont les cristaux les plus gros, ils atteignent 1 centimètre ; 2° e^1 e^2 $e_{1/2}$; 3° combinaison de d^2 dominant, e^2, e^1 et p, avec ou sans b^1, a^1, des scalénoèdres striés b^x et $d^{19/13}$ (19.13.$\bar{3}\bar{2}$.6) (fig. 131).

J'ai observé aussi la combinaison e^1 b^1 $b^{7/3}$ (4.3.$\bar{7}$.10) e^2 e^3 d^2 $d^{3/2}$ (32$\bar{5}$1) $d^{5/3}$ (53$\bar{8}$2). Dans une même géode, c'est, suivant les cristaux, le rhomboèdre e^1 ou le scalénoèdre d^2 qui domine.

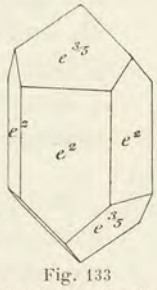


Fig. 133
Calcite des Perrières-en-Flacé.

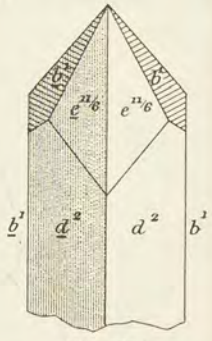


Fig. 132.
Macle suivant b^1, de Crèches.

Des cristaux de même forme se rencontrent quelquefois à l'intérieur de nodules de limonite ; leurs faces sont alors remarquablement éclatantes. Enfin, exceptionnellement, se présente la combinaison b^1 (très striée) d^2 et $e^{11/6}$; la figure 132 représente une intéressante macle suivant b^1 de deux cristaux de ce type.

La calcite farineuse n'est pas rare dans les fentes des calcaires du Mâconnais et notamment à Chevagny-les-Chevrières.

De beaux cristaux se trouvent à Saint-Hilaire près Fontaine-les-Châlon (b^1 et un rhomboèdre inverse voisin de e^2).

A Tournus, dans le séquanien, petits cristaux d^2 et d^2 e^3 b^1, blancs laiteux.

Yonne. Le massif coralligène séquanien (astartien), constitué par le calcaire oolithique blanc de Tonnerre, est riche en géodes de calcite. Les cristaux, raccourcis suivant l'axe vertical, présentent b^1 comme forme dominante, avec e^1 [quelquefois $e^{8/7}$ $(05\bar{5}2)$] e^2 (fig. 134), et d^2.

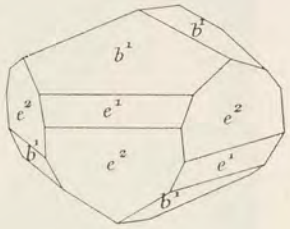


Fig. 134.
Calcite de Tonnerre.
Forme commune.

Dans le kimeridgien de Chambondon près Tonnerre se trouvent des géodes plus ou moins globuleuses, tapissées de jolis scalénoèdres d^2 de calcite.

Les cristaux provenant des calcaires jaunes oxfordiens de Vermenton (Vermanton) sont des scalénoèdres d^2.

Champagne. — *Haute-Marne.* Gros scalénoèdres d^2 transparents dans les calcaires de Baudrecourt.

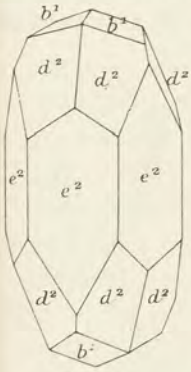


Fig. 135.
Forme commune de la calcite de l'Aube.

Aube. Leymerie a appelé l'attention (*B. S. G.* IX. 276. 1838) sur la constance de la forme des cristaux de calcite, qui tapissent les cavités des polypiers ou plus rarement des mollusques du calcaire blanc oolithique à nérinées de l'Aube ; ils présentent la combinaison b^1 d^2 et e^2 (fig. 135). Les macles suivant a^1 sont très fréquentes, avec ou sans angles rentrants, suivant que e^2 est peu ou très développé (les Riceys, Courteron, etc.).

Meuse. Dans les calcaires du kimeridgien moyen de Popey près Bar-le-Duc, gros scalénoèdres d^2.

[**Alsace**]. Les assises rauraciennes de Liesberg près Délemont renferment d'énormes cristaux de la forme e^1, dépassant 10 centimètres suivant l'axe vertical.

Belfort. Les assises séquaniennes des environs de Belfort sont assez riches en cristaux de calcite ; il y a lieu de faire une mention spéciale pour ceux de Perouse.

J'ai examiné plusieurs cristaux provenant de cette localité et atteignant 5 centimètres de longueur ; ils sont très corrodés et ne permettent pas de mesure précise. La forme dominante est e^1, dont les

arêtes culminantes sont profondément rongées ; il existe en outre de (larges faces) et un scalénoèdre négatif que je n'ai pu déterminer avec précision et dont l'angle sur p est de 109°. Une particularité est commune à tous ces cristaux ; elle consiste en ce que chaque face e^1 est creusée d'une profonde gouttière, paral-

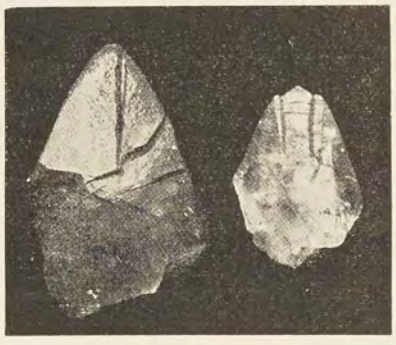


Fig. 136.
Groupements symétriques par rapport à d^1 ($11\bar{2}0$) de cristaux de calcite (à gauche, Perouse, à droite, Rumigny).

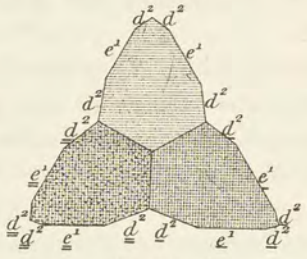


Fig. 137.
Section parallèle à la base du groupement représenté par la figure 136 (à gauche).

lèle à sa diagonale symétrique (fig. 136, à gauche) : ce fait semble indiquer que le cristal a une structure analogue à celle du groupement



Fig. 138.
Macle suivant e^1 de deux scalénoèdres à faces arrondies. Perouse.

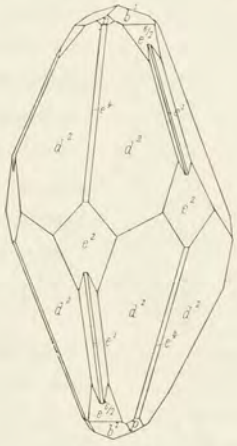


Fig. 139.
Calcite de Belfort.

de Rumigny, représenté par la même figure (à droite), c'est-à-dire qu'il consiste dans la réunion de trois cristaux disposés symétriquement par rapport à d^1 (clivages communs) (fig. 137) et recouvrant peut-être un

cristal central invisible. J'ai observé une macle de deux de ces cristaux suivant e^1 $(02\bar{2}1)$ (fig. 138).

Peut-être est-ce de ce gisement que provient un échantillon, étiqueté Belfort, sans indication plus précise, que m'a signalé M. Ungemach ; il consiste en un calcaire, dont les deux faces supportent de gros cristaux (d^2 e^3 b^1) de calcite, recouverts eux-mêmes de cristaux plus petits, qui appartiennent à deux types distincts, suivant le côté considéré de l'échantillon : 1° d^2 dominant, avec $e^{6/7}$ $(0.13.\bar{1}\bar{3}.8)$, b^1, e^1, e^2, p, e^4 $(50\bar{5}2)$; les faces e^1 forment le fond, linéaire, d'une sorte de canal (fig. 139) remplaçant les arêtes d^2 ; il s'agit sans doute là d'une structure comparable à celle décrite plus haut.

2° e^2 d^2 (dominant), avec p, b^1, e^1, e^3, $d^{17/9}$ $(17.9.\bar{2}\bar{6}.8)$, e^4, p et b^1.

J'ai examiné aussi des cristaux provenant des localités suivantes : à la côte de Danjoutin (rauracien), la forme dominante est b^1, associé à e^2 ou à un rhomboèdre aigu non mesurable (cristaux ternes) ; à Bermont (astartien), b^1 e^2 raccourcis, mais avec de petites faces arrondies du scalénoèdre d^2.

Jura. — *Haute-Saône*. Les calcaires kimeridgiens de la tranchée de Bourdon, à Mont-le-Vernois, contiennent de jolies géodes atteignant la grosseur des deux poings et tapissant des cristaux de calcite e^2 b^1 d^2, etc.

Dans les calcaires oxfordiens de Bucey-lès-Gy, la forme dominante de la calcite est b^1, avec ou sans e^2.

Doubs. Le scalénoèdre d^2, la combinaison e^2 b^1, ou l'association des deux faciès, se rencontrent dans les calcaires du jurassique supérieur des environs de Besançon ; dans les marnes oxfordiennes de Palente notamment, abondent des boules creuses, facilement isolables, que revêtent de gros cristaux ; dans le bathonien à polypiers, de beaux cristaux b^1 e^1 p et d^2, avec en outre une forme en zone entre d^2 et un scalénoèdre b^x arrondi. Le rhomboèdre $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$ a été trouvé à Ornans, dans des calcaires schisteux oxfordiens.

Ain. L'oolithe blanche kimeridgienne (ptérocérien) d'Oyonnax est assez riche en cristaux de calcite. Ceux des bancs de calcaire dur sont constitués par la combinaison e^2 b^1, assez allongée suivant l'axe vertical : dans les calcaires tendres, les cristaux se trouvent surtout à l'intérieur de fossiles (*nérinées* et *diceras*), ils présentent la même

combinaison, mais avec les faces e^2 extrêmement réduites ; ils constituent souvent des groupements crétés.

Les calcaires gris (oxfordien supérieur), exploités à Tenay, sont traversés par des veinules de calcite spathique, blanche, opaque, se terminant quelquefois dans les géodes par des cristaux incolores et transparents : e^3 $(40\bar{4}1)$, d^2, avec parfois p, b^1 et de petites facettes striées b^2 $(11\bar{2}3)$, $b^{7/3}$ $(4.3.\bar{7}.10)$.

L'oxfordien d'Oncieu fournit d'assez jolis cristaux : $e^{8/7}$ $(0\bar{5}52)$, oscillant jusqu'à $e^{6/5}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.4)$.

Alpes. — *Savoie*. Les calcaires hydrauliques oxfordiens de Cons, près Faverge, renferment de belles géodes de calcite, dans lesquelles les cristaux de la forme p dominent, avec parfois d^2, qui, dans certains des échantillons que j'ai examinés, est très developpé.

Dans les calcaires sublithographiques séquaniens de Montmélian se rencontrent de gros cristaux incolores ou enfumés. La forme prédominante est b^1, avec e^2 plus ou moins développé. Dans quelques cristaux, b^1 est remplacé par un scalénoèdre b^3 $(21\bar{3}4)$ ou b^4 $(31\bar{4}5)$.

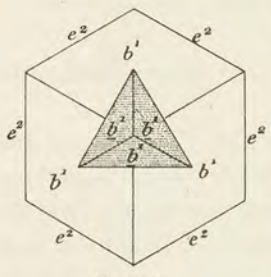


Fig. 140.
Macle par pénétration suivant a^1 de cristaux b^1 e^2. Projection sur la base. Porte-de-France.

C'est la même combinaison b^1 e^2 que j'ai observée dans de jolis cristaux du calcaire oxfordien de Lemenc près Chambéry.

Isère. Les calcaires compacts séquaniens de la Porte-de-France, exploités comme pierre de taille, sont traversés par de nombreuses veinules de calcite spathique, au milieu desquelles se rencontrent parfois des géodes tapissées de fort beaux cristaux. Ces calcaires sont compris entre le calcaire à *Per. Martelli* et les calcaires tithoniques à *Pyrgope janitor*, surmontés par les calcaires argileux noirs purbeckiens à *Hoplites privasensis*, qui servent à la fabrication du ciment de Grenoble. Haüy a signalé dans ce gisement le rhomboèdre $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$.

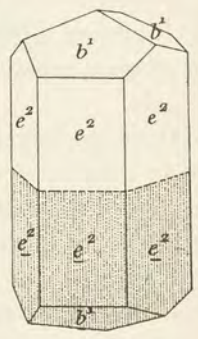


Fig. 141.
Macle par accolement suivant a^1 de cristaux b^1 e^2. Porte-de-France.

Les beaux cristaux que possède la collection du Muséum, depuis 1848, appartiennent à divers types.

1° (Types I *b* à type II *b*.) Combinaisons b^1e^2 ; les macles suivant l'axe ternaire sont fréquentes. Quand les faces e^2 sont presque absentes ou très réduites, la macle a lieu par pénétration (fig. 140) ; lorsque les faces e^2 au contraire sont très développées, la macle se fait par accolement suivant a^1, donnant lieu ainsi à des prismes à sommet triangulaire, symétriques par rapport à un plan transversal. Aucune suture n'est d'ordinaire visible sur les faces e^2, comme dans la fig. 141, qui est théorique. Ces divers cristaux, maclés ou non, terminés aux deux extrémités et isolés, sont gris, un peu enfumés et seulement translucides ; ils atteignent 3 à 4 centimètres de plus grande dimension. On a trouvé aussi dans ce gisement des cristaux blancs, dans lesquels b^1 oscille avec des scalénoèdres b^x très courbes.



Fig. 142.
Groupe de scalénoèdres d^2 sur calcaire de la Porte-de-France.

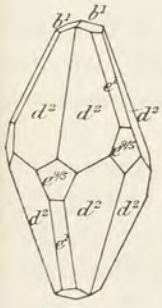


Fig. 143.
Calcite.
Forme commune.

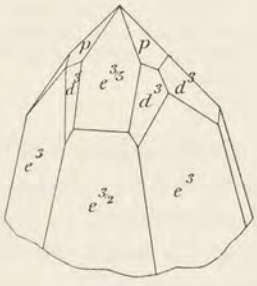


Fig. 144.
Calcite.
Porte-de-France.

C'est probablement de ce même gisement que proviennent certains des rhomboèdres b^1 blancs, enchevêtrés dans des géodes, que j'ai vus dans de nombreuses collections, avec l'indication Grenoble ou Dauphiné.

2° Cristaux enfumés de la combinaison e^3, avec $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$ à faces bombées, $e^{3/5}$ $(08\bar{8}7)$, p et de petites facettes d^3 $(31\bar{4}2)$, très striées, oscillant jusqu'à d^5 $(51\bar{6}4)$ (fig. 144). Ces cristaux ayant 2 à 3 cm. sont

couverts de cristaux mal formés atteignant 8 mm, à faces et arêtes courbes : ils sont constitués par les mêmes formes, mais avec en plus des scalénoèdres b^x arrondis.

3° d^2 (type III *a*), avec d'ordinaire e^2 ou des rhomboèdres aigus voisins [notamment $e^{11/6}$ $(0.17.\bar{1}\bar{7}.1)$ et $e^{9/5}$ $(0.14.\bar{1}\bar{4}.1)$], ainsi que b^4, e^4 (fig. 142 et 143), et fréquentes macles par accolement suivant a^4.



Fig. 144 *bis*.
Groupement à axes parallèles de scalénoèdres obtus sur un gros scalénoèdre d^2. Porte-de-France.

4° Combinaison de scalénoèdres obtus à faces striées et courbes [b^3 $(21\bar{3}4)$ dominant] (type III, *b*), associés à e^2 et groupés en grand nombre à axes parallèles sur de gros scalénoèdres d^2, atteignant 12 centimètres suivant l'axe vertical (fig. 144 *bis*).

De gros cristaux (d^2 b^4) ont été trouvés, avec célestite, dans les loges d'une ammonite (*Lytoceras Liebigi*) des calcaires berriasiens de Fourvoirie.

Des scalénoèdres d^2 se trouvent, avec dolomite et quartz, dans les fentes des septaria des marnes oxfordiennes de Meylan.

Basses-Alpes. Les dolomites du jurassique supérieur de Rouyon renferment des cristaux de calcite de la combinaison b^4 $e^{9/5}$ $(0.14.\bar{1}\bar{4}.1)$. Le rhomboèdre e^4 se rencontre à Castellane ; la combinaison b^4 e^2 existe dans les calcaires calloviens (ou bathoniens) des Aupillons près Barcelonnette.

Crétacé.

Infracrétacé (néocomien et albien).

Landes. Les calcaires marneux albiens de la carrière de Vimport, près Tercis, renferment de nombreuses géodes, s'isolant parfois sous forme de gros nodules creux, que tapissent des cristaux d^2, avec fréquemment e^4 (linéaire), e^2 et d^2 ; ils sont d'un blanc éclatant.

M. Soldé m'a remis de fort beaux échantillons de la combinaison d^2 (dominant) e^3 b^1, avec des faces T (2.9.$\bar{11}$.5) courbes, mais cependant déterminables [d^2 T = 150°40′ (moy.)] (fig. 145). Ces nodules sont souvent, sinon toujours, constitués par des polypiers.

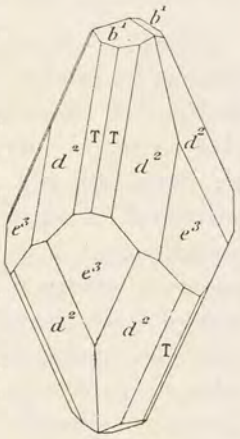


Fig. 145.
Calcite de Vimport.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Les fentes des ardoises calcaires de Labassère renferment quelques cristaux de calcite. Ils présentent la combinaison de b^1, avec le rhomboèdre aigu $e^{9/5}$ (0.14.$\bar{14}$.1) et le prisme d^1 (11$\bar{2}$0) extrêmement strié ; les cristaux sont très souvent maclés par accolement suivant a^1 (fig. 146).

J'ai observé aussi de petits cristaux noirs e^1, avec $d^{8/5}$ (8.5.$\bar{13}$.3) peu développé.

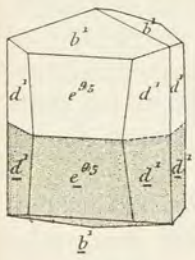


Fig. 146.
Macle suivant a^1 de la combinaison $b^1 e^{9/5} d^1$.
Labassère.

Cévennes. — *Gard*. Des clivages de calcite transparente (spath d'Islande) ont été recueillis dans les fentes des calcaires hauteriviens de Saint-Alban, près Alais.

J'ai examiné des cristaux de calcite des calcaires barrémiens des environs de Nîmes, terminés par b^1, à faces arrondies ; ils sont constitués soit par e^2, soit par des rhomboèdres voisins et en particulier par $e^{19/9}$ (28.0.$\bar{28}$.1) (fig.147) ou $e^{11/5}$ (16.0.$\bar{16}$.1) ; il existe fréquemment aussi de petites facettes de scalénoèdres : d^2, $d^{5/3}$ (53$\bar{8}$2) ou $d^{7/4}$ (7.4.$\bar{11}$.3).

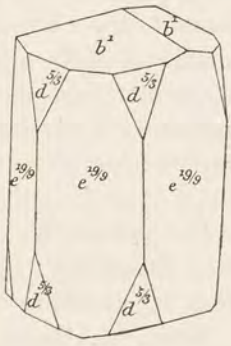


Fig. 147.
Calcite de Nîmes.

Des rhomboèdres inverses, voisins de e^1, mais non mesurables, atteignant 4 centimètres et entièrement transformés en phosphorite, ont été trouvés dans les poches à phosphorite, creusées dans les calcaires urgoniens de Tavel.

De beaux cristaux ont été signalés en de nombreux points des environs d'Anduze (rhomboèdres au Trial, scalénoèdres au-dessous du château de St-Deyran) [de Brun. *Bull. soc. étud. sc. nat. Nîmes*, 1900].

Champagne. — *Aube*. Le type I b (b^1 et b^1 e^2 raccourci) est commun dans les calcaires néocomiens à *spatangues* de l'Aube et notamment à Fouchères.

Alpes. — *Haute-Savoie*. J'ai examiné un assez grand nombre de cristaux de calcite du Salève (notamment de la grotte de Seillon) ; ils sont parfois énormes, pesant plusieurs kilogrammes, mais leurs faces, plus ou moins corrodées superficiellement, sont rarement brillantes. M. Brun, qui m'a communiqué ces cristaux, n'a pas séparé ceux provenant du suprajurassique de ceux recueillis dans le néocomien. Ils appartiennent à de nombreux types. 1° rhomboèdre p simple, avec parfois de petites facettes b^1. 2° rhomboèdre b^1, souvent lenticulaire et passant à des lentilles arrondies par suite du très grand développement des scalénoèdres obtus indéterminables, avec quelquefois en outre de petites facettes brillantes e^2, d^2. 3° combinaison b^1 e^2 ; c'est elle qui constitue les plus gros cristaux (type II b). Enfin, on rencontre aussi, mais moins fréquemment, des scalénoèdres d^2 [avec e^1, $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$] et des rhomboèdres e^1.

La calcite des calcaires blancs des Fiz constitue de gros rhomboèdres b^1, à faces courbes, offrant parfois une structure comparable à celle des cristaux de Génelard (p. 480). Des échantillons de ce genre abondent dans les blocs du grand éboulis, situé au-dessus de Servoz et que l'on traverse pour aller au Lac vert.

Les calcaires néocomiens des Balmettes, faubourg d'Annecy, présentent des cristaux de calcite limpide de la forme b^1 e^2, généralement raccourcis suivant l'axe vertical.

Savoie. De beaux cristaux de calcite ont été trouvés dans les calcaires urgoniens d'Aix-les-Bains (près l'établissement) ; ils sont de formes variées ; les plus communs ont pour rhomboèdre dominant b^1 (très strié) avec de petites facettes e^2.

J'ai observé des cristaux b^1, avec ou sans p, provenant des Bauges, près Chambéry ; ils ont été recueillis dans l'urgonien (ou peut-être dans le jurassique supérieur).

Enfin, M. Haug m'a communiqué des échantillons provenant du calcaire valanginien du mont Corbelet, à Saint-Thibaud-de-Couz ; ils présentent les mêmes particularités de structure que ceux de la grotte de Hamma à Alger (page 522) : le rhomboèdre dominant est $e^{4/3}(0\bar{7}\bar{7}2)$.

Isère. Les calcaires zoogènes bleuâtres valanginiens du Fontanil renferment des cristaux raccourcis b^1 e^2.

Hautes-Alpes. Les calcaires barrémiens des environs de Sisteron renferment des cristaux de calcite souvent très gros, mais à faces peu brillantes. La forme dominante est d^2, avec p et e^x ; les macles suivant a^1 sont assez fréquentes.

Diois. — *Drôme.* De jolis cristaux limpides (e^2 b^1) se rencontrent avec dolomite dans les calcaires néocomiens de Châtillon-en-Diois ; ils tapissent quelquefois les cavités de brachyopodes.

Provence. — *Var.* Les fentes du jayet du Var présentent des cristaux de calcite b^1.

Bouches-du-Rhône. A la carrière du Duc, près de la station de la Mède en Châteauneuf-les-Martigues (au pied de la chaîne de la Nerthe), on a trouvé dans l'urgonien des masses columnaires de calcite blanche, dont les individus constituants, facilement isolables, mais dépourvus de formes cristallographiques, ont jusqu'à 6 centimètres de diamètre sur 3 décimètres de long. Dans la chaîne de la Nerthe, il existe aussi des cristaux nets : e^2 b^1 d^2, et parfois des scalénoèdres dominants.

Algérie. — *Constantine.* Les cristaux de calcite des assises crétacées des Portes de fer (El Biban) appartiennent à des types variés : 1° b^1 à faces planes ou cristaux lenticulaires ; 2° b^1 e^2, cristaux peu allongés suivant l'axe vertical ; 3° p cristaux ternes, dont les arêtes culminantes sont arrondies (b^1 et b courbes). Ils sont groupés en grand nombre à axes parallèles, avec tendance à la production d'empilements suivant l'axe vertical.

M. Renou a signalé (*Explor. de l'Algérie*, 1848, p. 29) à la surface du sol, au Mont Sidi R'rheis, des rhomboèdres de clivages de calcite pesant plus de 100 kilogrammes ; ils proviennent des fentes des calcaires à rudistes (aptien.)

Supracrétacé.

(Cénomanien, turonien, sénonien, danien.)

Saintonge. — *Charente.* Jolis cristaux, dans les fentes du calcaire de la tranchée du chemin de fer, entre Cognac et Veillard ; ils sont caractérisés par l'égal développement de d^2 et de $e^{7/5}$ ($04\bar{4}1$), oscillant vers $e^{5/3}$ ($08\bar{8}1$), avec de petites facettes e^1 ; ils sont terminés par b^1 (fig. 148).

Pyrénées. — [*Aragon*]. Les calcaires maestrichtiens du Pic d'Otal (à 8 km. S.-S.-O. du port de Gavarnie), doivent fournir de magnifiques cristaux de calcite, si j'en juge par les échantillons roses ou blancs, que j'ai examinés et qui ont été corrodés par exposition aux intempéries : ils atteignent plusieurs centimètres et sont constitués par les combinaisons $e^1\ d^2$ ou un scalénoèdre voisin ; $e^1\ d^{5/3}$; parfois les faces e^1, oscillant avec des rhomboèdres plus aigus, sont creuses sur une partie de leur surface ; il semble qu'au cours de la cristallisation, les faces e^1 aient cessé de s'accroître dans leur partie centrale et qu'ils se soit développé des faces scalénoédriques sur leurs arêtes ; c'est la reproduction des cas représentés par la fig. 136, p. 500.

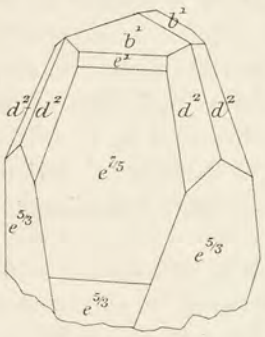


Fig. 148.
Calcite de Veillard.



Fig. 149.
Macle suivant e^1 de deux scalénoèdres d^2. Pic d'Otal. (*Photographie grandeur naturelle*).

Sur un groupe de cristaux, j'ai rencontré une macle suivant b^1, du type de la fig. 93 (p. 479). Enfin, la fig. 149 représente la photographie d'une belle macle suivant e^1 ($02\bar{2}1$), isolée de toute gangue, qui provient du même gisement.

Bassin de Paris. — *Seine*. Les cristaux, régulièrement orientés à l'intérieur des oursins de la craie de Meudon, ont des faces courbes ; ils sont constitués par $e^{6/5}$ ($0.11.\bar{1}\bar{1}.4$) ou un rhomboèdre voisin.

Maine. — *Sarthe*. M. Ungemach m'a signalé de jolis cristaux lenticulaires ($b^1\ d^2\ e^1$ et un rhomboèdre direct voisin de e^2) provenant de la craie de Connerré.

Je dois à l'obligeance de M. Chelot de petits cristaux jaunâtres ($d^2\ e^3$) recueillis dans les grès cénomaniens de la Trugale, en Neuville-sur-Sarthe.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Les fentes des calcaires exploités à Montgaillard, au nord de Bagnères-de-Bigorre, renferment d'assez beaux cristaux de calcite limpide, dont la forme dominante est b^1.

Cévennes. — *Gard.* Les grès verts gardoniens, situés dans la vallée du Rhône entre Pont-Saint-Esprit et le confluent de l'Ardèche, renferment des lits de calcaire grisâtre contenant du lignite. Au milieu de celui-ci se trouvent des concrétions de calcite fibreuse (allongement suivant *pp*) développant par le choc une remarquable odeur de *truffe*. Émilien Dumas a décrit cette calcite (*Statist. minér. Gard*, II, 1876, 491) sous le nom de *truffite*. Il indique comme gisement précis les bords immédiats du Rhône à la partie inférieure d'un escarpement situé à 300 mètres au nord de la citadelle de Pont-Saint-Esprit. Les rognons fibreux de calcite sont allongés et atteignent parfois 2 mètres de longueur. La même substance se trouve en aval du pont de l'Ardèche et, sur la rive droite, au niveau de la rivière.

Champagne. — *Yonne.* Haüy a décrit des cristaux du type III *a*, provenant de la craie de Saint-Julien-du-Sault (*op. cit.*, fig. 94) et représentés par les figures 150 et 151 ; la forme dominante est le scalénoèdre $e_{1/2}$ $(14\bar{3}1)$, associé à d^2, e^1 et à p.

La craie des environs de Sens renferme des géodes de cristaux transparents à Rozoy ; $e_{1/2}$ $(13\bar{4}1)$, d^2 et e^2 dominent, avec e^1, p, b^1, e^1, $e^{19/9}$ $(28.0.\bar{2}8.1)$; M. Collot m'a signalé en outre π $(4.8.\bar{1}2.5)$, $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$, e^3 $(40\bar{4}1)$. Dans ces cristaux, qui se rencontrent aussi dans les fentes de silex, d^2 est courbe et $e_{1/2}$ très brillant. La fig. 152 représente une combinaison fréquente dans les cristaux que j'ai étudiés.

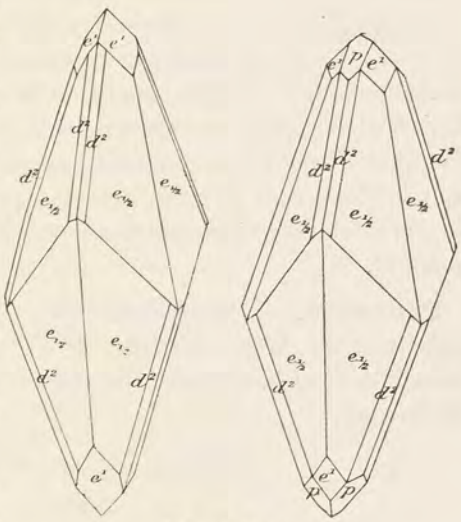


Fig. 150 et 151.
Calcite de Saint-Julien-du-Sault.

Je dois à M. Renard des cristaux de forme analogue, provenant d'autres localités voisines et notamment de Cochepie près Villeneuve-sur-Yonne. A Vareilles, c'est encore $e_{1/2}$ qui est la forme dominante, mais les cristaux sont très raccourcis par suite du grand développement de b^1 (accompagné de scalénoèdres b^x courbes) ; il existe aussi $e^1 p$ et de petites facettes $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$ en zone avec $e_{1/2}$.

De très gros cristaux ont été trouvés à Paron dans une carrière aujourd'hui abandonnée : à Malay-le-Petit, la forme dominante est e^1, avec traces de p.

J'ai examiné un intéressant échantillon recueilli dans une fente de la craie sans silex d'Armeau ; ce sont des rhomboèdres aigus $e^{7/4}$, $e^{11/6}$, parfois e^1, terminés par p et b^1 (faces ternes) : il existe aussi des facettes d^2.

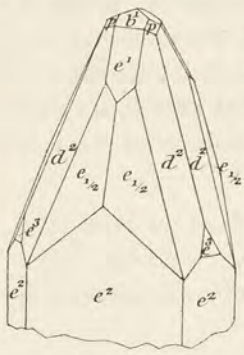


Fig. 152.
Calcite de Rozay.

A Vieuxchamp, au nord d'Auxerre, le cénomanien (craie glauconieuse) est traversé par des veinules de calcite columnaire, ayant plusieurs centimètres d'épaisseur et se terminant souvent par des pointements distincts. Dans quelques échantillons, les cristaux sont de grande taille (1 à 2 centimètres) et uniformément constitués par e^1, avec ou sans de petites facettes p ; dans d'autres, ne dépassant pas 7 millimètres, le rhomboèdre dominant est $e^{7/5}$ $(04\bar{4}1)$, avec souvent en outre e^1 moins développé.

Aube. La collection du Muséum possède de magnifiques cristaux de calcite incolores et limpides, atteignant 3 cm. 5 et provenant de la craie à *Micraster* de Thuisy près Estissac ; la forme dominante est e^1, avec de petites facettes p, e^3, d^2. Ils ont été trouvés au milieu de masses bacillaires de calcite remplissant les fentes de la craie blanche, près d'une tuilerie. Les faces e^1 de ces cristaux présentent des corrosions linéaires correspondant aux plans b^1.

Provence. — *Bouches-du-Rhône.* De très beaux cristaux, souvent jaunâtres, de la combinaison b^1 e^2 (ou rhomboèdres aigus voisins) abondent dans les calcaires fuvéliens (sénonien supérieur) de Trets et de Fuveau.

d) Dans les assises tertiaires.

Eocène.

Bassin de Paris. — *Seine* et *Seine-et-Oise.* La calcite cristallisée se trouve en grande quantité dans l'éocène du Bassin de Paris. Peu abondants et rarement beaux dans la partie inférieure du système, les cristaux abondent au contraire dans les assises du lutétien supérieur, désignées sous le nom de *caillasses*. Les alternances de marnes, de calcaires et de gypse, qui constituent ce niveau, ont subi sur le bord de la vallée

de la Seine des transformations chimiques modernes, dont les détails seront exposés dans l'étude du gypse. Dans un grand nombre de localités et notamment à Paris même, les lits et les cristaux de gypse ont disparu et sont remplacés par des agrégats miarolitiques de cristaux de calcite, de quartz, avec parfois lutécite, fluorine, célestite, etc. La calcite ainsi produite est jaune clair et se présente invariablement sous forme de rhomboèdres inverses, souvent libres, n'atteignant que rarement plus de 2 millimètres ; le rhomboèdre e^1 $(02\bar{2}1)$ se rencontre fréquemment, mais j'ai observé fort souvent aussi, des rhomboèdres plus aigus ; $e^{8/7}$ $(05\bar{5}2)$ et $e^{6/5}$ $(0.11.\bar{1}1.4)$; leurs faces sont rarement planes, elles sont d'ordinaire ondulées, comme corrodées (Vanves).

Ce sont des rhomboèdres du même genre qui épigénisent de grandes lentilles de gypse à Vaugirard, Neuilly, etc.

La collection du Muséum renferme, avec l'indication vague de carrière au sud de Paris, de jolis échantillons constitués par des groupes en chou-fleur de petits rhomboèdres $e^{8/7}$, sur lesquels sont implantés irrégulièrement des cristaux plus petits de la même forme. Ils rappellent ceux des grottes de Dargilan et les groupements cristallitiques de sel gemme allongés suivant un axe ternaire représentés par les fig. 8 à 10 des pages 754 et 755 du tome II.

La *calcite farineuse* est fréquente dans les cavités du calcaire grossier (lutécien) et du bartonien. Elle constitue des masses cotonneuses, épaisses parfois de plusieurs centimètres à Nanterre (*tripoli de Nanterre*) : elle abonde aussi dans les carrières bordant la Bièvre sous Bicêtre ; dans les géodes de calcite des caillasses (Paris, abattoirs de Vaugirard), elle constitue de petits agrégats cotonneux ressemblant à des chrysalides de papillon.

M. Ungemach m'a signalé un échantillon, indiqué dans sa collection comme provenant de Nanterre ; il consiste en cristaux jaunes de vin (1 cm.) présentant la combinaison $e_{1/2}$ $(13\bar{4}1)$ e^1 $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$ (fig. 153) ; C'est là une forme tout à fait exceptionnelle dans le Bassin de Paris et que je n'y ai personnellement jamais observée.



Fig. 153.
Calcite de Nanterre (?).

Seine-et-Marne et *Marne*. Le calcaire ludien de Champigny renferme de nombreuses cavités, recouvertes par de la calcédoine et du quartz,

dont les cristaux sont parfois eux-mêmes saupoudrés de petits rhomboèdres e^1 de calcite, à faces très ondulées ; de gros cristaux de la même forme se trouvent aussi dans des cavités à surfaces mamelonnées de calcaire brunâtre concrétionné.

La calcite farineuse se rencontre dans les fentes du calcaire de ce gisement. A Veneux-Nadon près Moret, des cristaux e^1 sont jaunes d'or et de grande taille. Ils reposent directement sur le calcaire.

Aisne. La sablière de Crouy près Soissons (bartonien) renferme des géodes de calcite jaune d'or de la grosseur du poing ; elles sont tapissées de cristaux e^1.

Les sables yprésiens de Coucy-le-Château renferment des nodules calcaires, atteignant un décimètre de diamètre ; ils sont constitués par de la calcite translucide, jaune d'or, à clivages courbes ; ce sont des rhomboèdres inverses plus aigus que e^1, mais indéterminables ; les pointements montrent l'existence des groupements à axes imparfaitement parallèles, qui donnent à l'extérieur de ces nodules l'aspect de ceux de marcassite représentés par la fig. 17 (p. 653, tome II).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Le poudingue de Palassou (ludien) des environs de Pau est en grande partie composé par des blocs calcaires, arrondis, cimentés par de la calcite. Ce ciment présente parfois de grandes cavités, que tapissent d'admirables cristaux. Ceux-ci d'un blanc éclatant, transparents, constituent des géodes, qui font l'ornement des collections.

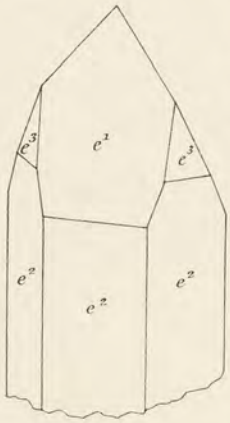


Fig. 154.
Calcite de Pau.
Forme commune.

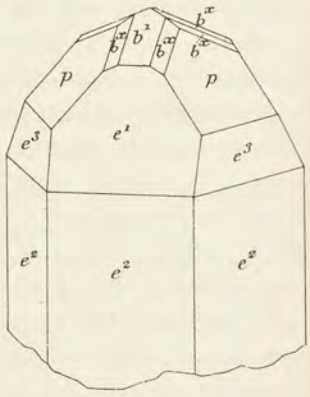


Fig. 155.
Calcite de Pau.
Forme commune.

J'en ai examiné un assez grand nombre que j'ai recueillis sur les coteaux de Jurançon ou qui proviennent du Vignal en Gelos et de Pau : je dois ces derniers à M. de Gramont. Les cristaux de Pau et ceux de Guindalos en Jurançon sont les plus nets, d'une limpidité admirable.

Ils sont à rapporter à deux types : 1° la plupart d'entre eux sont caractérisés par la prédominance de e^1, à faces remarquablement brillantes, associé à e^2, à faces ondulées ; e^3 (fig. 154) et p sont en outre très fréquents ; souvent le sommet de e^1 est remplacé par b^1, associé à des scalénoèdres b^x (fig. 155), très striés, donnant au goniomètre une série continue d'images. Ces cristaux rappellent beaucoup par leur aspect certains de ceux de Couzon, décrits page 487.

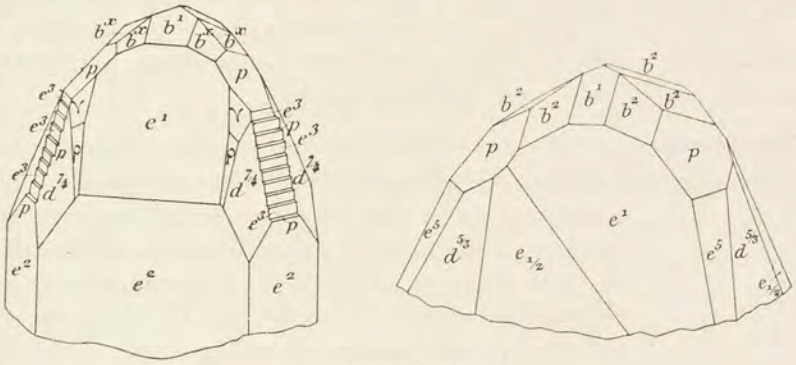


Fig. 156 et 157.
Calcite des environs de Pau.

Fréquemment l'arête culminante de e^1, au lieu d'être occupée par une face p continue, est remplacée par des facettes en escaliers, constituées alternativement par p et e^3 (fig. 156). Les formes précédentes se compliquent parfois par la présence de quelques scalénoèdres, plus ou moins développés, et en particulier de $d^{7/4}$ (7.4.$\bar{11}$.3), oscillant vers $d^{17/9}$ (17.9.$\bar{2}\bar{6}$.8) ; enfin j'ai observé des facettes très petites, mais fort brillantes des scalénoèdres ρ (25$\bar{7}$3) et γ (35$\bar{8}$4), (fig. 156) ; ces deux formes formant zone avec p sont rarement complètes sur un même cristal.

Je signalerai un cristal formé de $e^1\ p\ e^5$ (20$\bar{2}$1), avec une face $d^{5/3}$ (53$\bar{8}$2), accompagnée d'une large face d'un scalénoèdre nouveau plus rapproché de e^1 que $e_{1/2}$ et très voisin de celui-ci. Cette face est malheureusement trop ondulée pour permettre de fixer exactement son symbole ; la figure 157 a été dessinée en lui supposant la notation $e_{1/2}$.

2° Ces cristaux, plus rares que les précédents, sont caractérisés par la prédominance de d^2 et l'extrême réduction de e^1 ; ils sont terminés

par p b^4 et des scalénoèdres courbes b^x ; à signaler en outre quelques formes intéressantes : d^4 $(41\bar{5}3)$ et d^5 $(51\bar{6}4)$, $d^{8/5}$ $(8.5.\bar{1}\bar{3}.3)$, $e_{1/2}$, fournissant de bonnes mesures, et enfin entre e^1 et d^2 une série de scalénoèdres arrondis, parmi lesquels l'existence de ρ $(25\bar{7}3)$ et de π $(4.8.\bar{1}\bar{2}.5)$ peut être considérée comme établie.

Les marnes lutéciennes de la Côte des Basques, à Biarritz, sont traversées de veines de calcite, formées par des rhomboèdres aigus, implantés perpendiculairement aux parois ; ils sont à rapporter tantôt à e^1, à faces nettes, et tantôt à des rhomboèdres plus aigus, groupés en grand nombre à axes parallèles pour former des cristaux polysynthétiques sur lesquels se voient quelques faces d^2.

Corbières. — *Aude*. Les calcaires ludiens (carcassien de Leymerie), de Villeneuve-la-Comptal et du Mas-Saintes-Puelles, à l'Ouest de Castelnaudary, ainsi que les fentes des grès qui les surmontent, renferment de jolis cristaux de calcite, dans lesquels Haüy a trouvé pour la première fois son rhomboèdre cuboïde $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$ [fig. 15 (Haüy, *op. cit.*, fig. 9)], parfois associé à e^2 [fig. 158 (Haüy, *op. cit.*, fig. 50)] ; les cristaux, qui se trouvent dans sa collection, sont jaunes.

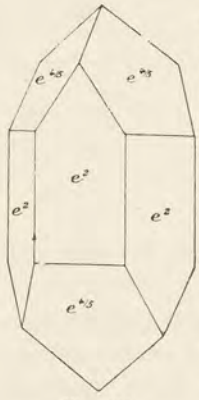


Fig. 158.
Calcite des environs de Castelnaudary.

Quercy. — *Tarn-et-Garonne*. De belles géodes se rencontrent dans les carrières de Dolifé, au Nord-Ouest d'Avignon (calcaires du niveau de Mas Saintes-Puelles). Elles sont tapissées d'un nombre considérable de petits cristaux, présentant la combinaison d^2 p $e^{6/5}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.4)$, avec un ou deux rhomboèdres inverses, plus aigus que e^4, ayant pour symbole $e^{12/17}$ $(0.29.\bar{2}\bar{9}.22)$ et $e^{31/32}$ $(0.21.\bar{2}\bar{1}.11)$.

Plateau Central. — *Tarn*. Les calcaires marneux, lutéciens, à 1 km. E. N. E de Castres renferment des concrétions calcaires globuleuses ou cylindriques de calcite fibreuse, avec centre lamellaire, citées par les minéralogistes du XVIIIe siècle sous le nom de priapolithes ou de melons du Sidobre.

Alpes. — *Basses-Alpes*. Les calcaires nummulitiques de Barcelonnette renferment d'assez beaux cristaux de calcite de la forme b^4 e^2, généralement peu allongés suivant l'axe vertical.

Alpes-Maritimes. Les calcaires éocènes des environs de Menton et

notamment ceux qui se trouvent à la frontière italienne et à quelques centaines de mètres au delà de celle-ci, à Vintimille (Rochers rouges), sont creusés de cavernes, célèbres par les fouilles qu'y ont faites les préhistoriens. Celles-ci ont mis à découvert des fentes remplies d'argile et tapissées d'énormes scalénoèdres d^2, souvent maclés suivant a^1 et présentant de petites facettes e^2 et e^4.

Provence. — *Bouches-du-Rhône.* Les calcaires d'eau douce, éocènes, de Luynes, renferment des cristaux offrant la combinaison b^1 e^1 d^2 e^2 ; la même formation présente au quartier de Montaignef, près Aix, des masses d'albâtre blond grossier, creusées de géodes où se voient parfois des pointements distincts e^4 ou $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$.

Algérie. — *Constantine.* M. Groth a signalé l'existence dans la collection de Strasbourg d'un cristal d^2 encapuchonné de calcite, indiqué comme provenant de Philippeville ; ses couches successives peuvent se détacher, comme cela a lieu parfois dans les cristaux de quartz. Il provient sans doute des assises liguriennes.

Oligocène.

Bassin de Paris. — *Seine* et *Seine-et-Oise.* Les marnes vertes supragypseuses renferment en abondance des nodules calcaires, d'un gris verdâtre (souvent confondus avec la célestite, qui se trouve au même niveau), parfois traversés par des fentes de retrait, que tapissent de petits cristaux limpides de calcite. J'ai observé d^2 dominant, avec ou sans e^4, dans des échantillons de Montreuil-sous-Bois (*Seine*), de Livry-la-Garenne (*Seine-et-Oise*). Les grands cristaux de gypse des marnes vertes d'Argenteuil sont plus ou moins complètement pseudomorphisés en calcite.



Fig. 159.
Concrétions calcaires imprégnant des grains de sable. Bellecroix.

Seine-et-Marne. La partie supérieure des sables tongriens (stampiens) de Fontainebleau (sables d'Ormoy) renferment les curieux cris-

taux, qui se trouvent dans toutes les collections et que l'on désigne encore quelquefois sous le nom impropre de grès cristallisé de Fontainebleau, bien que Romé de l'Isle, dès 1774 (*Catalogue des curiosités naturelles de M****. Paris 1774. 208), ait montré leur véritable nature ; leur gisement a été étudié l'année suivante par de Lassonne (*Hist. Acad. sciences*, 1775). Ils ont été souvent décrits depuis et notamment par Delesse (*Z. d. d. g. G.* 1853. 600), Breithaupt (*Berg. u. Hüttenm. Zeitsch.* 1861), Anger (*Tschermak's. Mitt.* 1875. 156).



Fig. 160.
Groupe de rhomboèdres e^1, englobant des grains de sable. Bellecroix. (*Réduction au cinquième.*)

Ces cristaux se rencontrent dans le quartier de la forêt, appelé Bellecroix, au rocher Germain. Le sable y est par places agglutiné par de la calcite, soit en roche compacte, soit en concrétions présentant des formes globulaires ou coralloïdes des plus variées (fig. 159). On rencontre parfois des poches remplies de sable pulvérulent ; leurs parois sont tapissées de cristaux, qui se trouvent aussi et souvent en grand nombre, isolés en individus absolument parfaits, ayant invariablement la forme du rhomboèdre e^1 ($02\bar{2}1$) (fig. 16). Souvent aussi, ces cristaux se groupent pour former de magnifiques assemblages, atteignant plusieurs décimètres dans toutes les dimensions, comme les beaux spécimens de la collection du Muséum (fig. 160). Les cristaux, qui terminent ces groupements, sont soit parfaitement nets, soit constitués par des interpénétrations à axes plus ou moins parallèles d'un grand nombre d'individus (fig. 161), soit enfin formés par des enchevêtrements sans régularité.



Fig. 161.
Groupement à axes parallèles de rhomboèdres e^1. Bellecroix. (*Grandeur naturelle.*)

Les cristaux de ce gisement peuvent atteindre individuellement 6 centimètres suivant l'axe vertical.

Dans une lame mince taillée dans l'un de ces cristaux, on voit un grand nombre de grains de quartz, à orientation quelconque, englobés par une plage de calcite à orientation uniforme : c'est un type de structure pœcilitique. Au point de vue de la structure intime et de l'origine, ces cristaux sont donc comparables à ceux de gypse du Souf algérien ayant englobé du sable : d'après les analyses de Delesse (*op. cit.*) la proportion du sable quartzeux englobé varie de 57 à 83 0/0, dans les cristaux étudiés par lui.

Les échantillons, qui ont été laissés à la pluie, présentent des faces ternes s'arrondissant par suite de la dissolution de la calcite et de la mise en liberté des grains de quartz, que cette dernière ne consolide plus.

On trouve parfois dans ce gisement des cristaux de calcite limpides, dépourvus d'inclusions, et d'autres offrant tous les passages aux individus riches en grains de quartz.

De la calcite, offrant la même structure que celle de Fontainebleau, se rencontre [1] à Étampes (masses concrétionnées), aux environs de Nemours, à Lorrez-le-Bocage, etc.

Les calcaires blancs sannoisiens (Calcaire de Brie) de Valvins, près Fontainebleau, sont assez riches en géodes, tapissées de gros cristaux hyalins de calcite, dans lesquels e^1 domine, avec parfois de petites facettes du rhomboèdre p et du scalénoèdre d^2. Ces cristaux présentent de profondes figures de corrosion.

Quercy. — *Tarn-et-Garonne*, *Lot-et-Garonne*. Les poches à phosphorite du Quercy, creusées dans les calcaires jurassiques, renferment fréquemment des cristaux de calcite de formation contemporaine de leur remplissage. J'ai vu notamment de gros cristaux trouvés dans ces conditions à Caylus (*Tarn-et-Garonne*) (e^1), à Bach (*Lot*), macles suivant a^1 de cristaux $d^2\ b^1\ e^2$, avec de petites facettes linéaires e^1 : quelques gisements ont fourni des cristaux de calcite ($e^1\ b^2$) transformés en phosphorite.

Aquitaine. — *Gironde*. Les calcaires à astéries du tongrien supérieur, exploités dans les carrières des environs de la Roque près Cadillac, renferment des géodes de cristaux jaunes, fragiles, constitués par le rhomboèdre aigu $e^{4/3}$ ($0\bar{7}\bar{7}2$) dont les faces sont très ondulées.

1. J'ai reçu de Madagascar un échantillon provenant de 6 km. au Nord de Bekopaka ; il est constitué par un clivage de calcite mesurant 8 cm. de plus grande dimension et englobant du sable quartzeux blanc ; il est semblable au minéral de Fontainebleau ; je n'ai pas de renseignements précis sur l'âge du gisement, qui est peut-être crétacé.

Dordogne. Dufrénoy a signalé (*op. cit.* II. 293. 1856), dans les sables de Bergerac, des cristaux e^1 de calcite, englobant des grains de quartz comme ceux de Fontainebleau[1].

Languedoc. — *Hérault*. Les calcaires éogènes (probablement oligocènes), s'observant à 5 ou 6 kilomètres au nord de Montpellier, renferment des géodes de calcite, qui contiennent des cristaux très transparents, lâchement unis, parmi lesquels domine e^1, aux faces très brillantes, avec figures de corrosion clairsemées, mais remarquablement nettes (fig. 162) ; les arêtes culminantes sont arrondies par des scalénoèdres souvent indéterminables, mais parmi lesquels $e_{3/2}$ ($14\bar{5}3$) est parfois distinct. On observe aussi çà et là de petites facettes d^2.



Fig. 162.
Figures de corrosion sur une face e^1 de calcite des environs de Montpellier. (*Grossissement de 10 diamètres.*)

Cévennes. — *Gard*. Les conglomérats calcaires aquitaniens des environs d'Alais renferment, au vallon de Maupas près Mazac en Saint Privat-des-Vieux, un filon de calcite de 5 à 6 mètres d'épaisseur, qui a fourni des rhomboèdres de clivage, transparents et presqu'aussi limpides que le spath d'Islande. Ce gisement renferme aussi de très gros rhomboèdres inverses, plus aigus que e^1, à faces courbes et indéterminables.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Les marnes verdâtres oligocènes du Velay sont traversées par des veinules de calcite, renfermant parfois de jolis cristaux nets de ce minéral. Ils sont particulièrement abondants à Farges, à Cussac et à la Chaux-du-Fay près Brioude, à Fay-le-Triouleyre en Le Monteil, etc.

La forme la plus commune est le scalénoèdre d^2, avec traces de e^1 ou de b^1 (Cussac, Fay-le-Triouleyre) ; on trouve aussi p b^1 (Fay-le-Triouleyre).

1. Il cite aussi des cristaux du même genre dans les landes de Bayonne (*Basses-Pyrénées*).

C'est probablement des parties gréseuses de ces marnes que provient un échantillon de Farges, conservé dans la collection du Muséum. Il est formé par la combinaison de e^1, avec le rhomboèdre très aigu, $e^{9/5}$ $(0.14.\bar{1}\bar{4}.1)$ (fig. 163).

Je dois à l'obligeance de M. Boule de curieux globules de calcite de la grosseur d'un grain de raisin, se réunissant parfois en grappes volumineuses pour former une couche continue à Grenier-Montgon (deuxième tournant de la vieille route de Massiac à Lempdes). Ces globules, d'un gris verdâtre, sont fragiles ; ils possèdent une structure fibreuse du centre à la périphérie, avec nombreuses courbes de retrait.



Fig. 163.
Calcite de Farges.

Puy-de-Dôme. Les cristaux de calcite sont assez fréquents dans les calcaires marneux oligocènes de la Limagne ; ceux des gisements suivants méritent une mention spéciale à cause de leur beauté :

Le Puy Saint-Romain, le Puy Corent, Saint-Amand Tallende, Authezat.

Haüy a cité la combinaison e^1, b^1 et $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$ au Puy Corent (fig. 164 et 15).

Ces cristaux se rapportent à deux types ; le premier et le plus caractéristique est constitué par des rhomboèdres jaunes, variant du jaune paille au jaune vineux très foncé (Puy Saint-Romain). Le rhomboèdre e^1 est très fréquent, surtout dans les cristaux dépassant un centimètre, qui s'associent souvent pour former des groupements à axes parallèles d'un grand nombre d'individus, qui sont plus ou moins tordus.

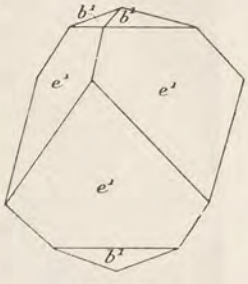


Fig. 164.
Calcite du Puy Corent.

Les cristaux de ces gisements sont souvent cités comme exemples du cuboïde d'Haüy ; en réalité, dans les nombreux échantillons que j'ai étudiés, $e^{4/5}$ est parfois remplacé par des formes voisines ; j'ai rencontré entre autres $e^{6/5}$ et $e^{17/25}$, sur de gros cristaux fournissant de bonnes mesures au voisinage du sommet, qui est plan, mais oscillant dans leur partie inférieure, jusqu'à $e^{14/13}$ $(09\bar{9}4)$.

Ces rhomboèdres portent d'ailleurs très souvent de fines stries parallèles à leur diagonale horizontale, qui rendent la mesure de

l'angle culminant assez indécise. Quelques cristaux portent de petites facettes p ; celles-ci sont rarement complètes, ce qui peut faire supposer qu'elles sont dues à des clivages.

Ces cristaux tapissent des cavités irrégulières du calcaire ou bien

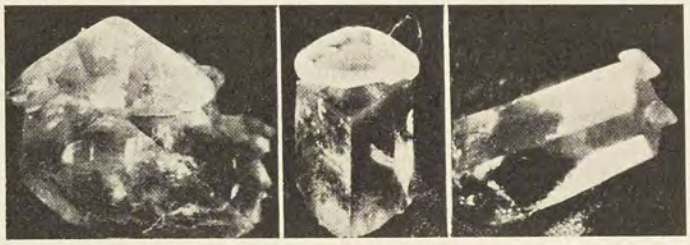


Fig. 165 à 167.
Petits cristaux blancs de calcite, groupés sur cristaux jaunes allongés suivant une arête culminante. Puy Saint-Romain (*Grossissement trois diamètres.*)

des vides parallèles au délit de la roche ; à Saint-Romain, ils sont parfois accompagnés de barytine. Les géodes de ce genre sont souvent de très grande taille et parfois si rapprochées les uns des autres que certains échantillons sont en réalité constitués par des lits parallèles de cristaux, séparés les uns des autres par des lits marneux n'ayant pas plus d'un millimètre d'épaisseur.



Fig. 168.
Groupement de cristaux de calcite du Puy Saint-Romain.

Le second type se trouve parfois en gros cristaux dans des géodes distinctes, il est plus souvent implanté sur le premier type, contrastant par l'aspect terne et laiteux, par la couleur blanche de ses cristaux, avec le vif éclat et la belle couleur jaune de leur support cristallin. Ces cristaux sont constitués par b^1 (dominant), accompagné de rhomboèdres aigus inverses à faces bombées, qui vont de e^1 à e^2. Beaucoup de ces cristaux sont composites et formés par un grand nombre d'individus de même forme, s'entrepénétrant ou s'enfilant suivant leur axe vertical.

Exceptionnellement, on trouve des rhomboèdres à faces brillantes, mais très profondément cannelées et ayant subi une évidente corrosion.

Les cristaux de ce second type sont parfois orientés sur les rhomboèdres jaunes ; j'en ai trouvé des exemplaires de grande taille (2 cm.) ayant à leur centre un rhomboèdre e^1 jaune (Puy-St-Romain). Une mention spéciale est due à de petits cristaux jaune pâle, provenant du même gisement ; ils sont allongés suivant une arête culminante et coiffés d'un petit cristal blanc, e^1 (ou un rhomboèdre voisin à faces courbes et raboteuses) terminé par b^1, très cannelé et se prolongeant sur les arêtes du rhomboèdre jaune par des escaliers dus à la répétition de p : il existe en outre de petites facettes brillantes $e_{1/2}$, e^2, d^2. Ces cristaux, très irréguliers de forme, sont comme moulés sur le sommet de leur support (fig. 165 à 168) ou plus rarement implantés par une des faces rhomboédriques.

M. Giraud m'a signalé comme fournissant des rhomboèdres aigus les gisements suivants, dont je n'ai pas vu d'échantillons : Saint-Dierry-la-Bataille (dans arkose et calcaire avec barytine), les Pradeaux près Issoire.

C'est d'un gisement de la Limagne que provient la combinaison $b^1\ \gamma$ ($35\bar{8}4$), citée par Haüy (*op. cit.* fig. 26), comme ayant été trouvée près de Clermont (fig. 169). L'échantillon original de sa collection a pour gangue un calcaire jaune, très compact; je l'ai soumis à M. Giraud, qui a spécialement étudié la stratigraphie de cette région ; il l'a assimilé à un calcaire spathique (à *Cypris*) du stampien inférieur, qui n'existe qu'aux environs de Champeix (Ludesse, le Thuel, Puy-de-Lavelle, Saint-Floret), région où il a vu lui-même, sans les recueillir, de nombreux cristaux de calcite.

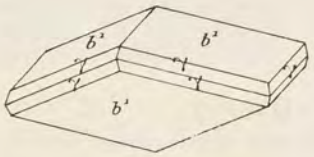


Fig. 169.
Calcite des environs de Clermont.

Des cristaux b^1 (avec ou sans e^x, oscillant vers e^2, peu développé) se trouvent à Mirefleurs, à Mauzun et Marolles près Billom.

Enfin il me reste à signaler de beaux cristaux (3 cm.) $e_{1/2}$ ($13\bar{4}1$) e^1, que j'ai trouvés récemment dans une vieille collection, avec la mention « Limagne », sans indication plus précise.

Alsace. — M. Ungemach m'a signalé dans les calcaires de Brunstatt, près Mulhouse, la combinaison $d^2\,e^3$, dans ceux de Riedisheim de très gros cristaux (10 cm.) de la forme : d^2 (dominant) $b^1\,e^3$, avec divers scalénoèdres courbes de la zone $d^2\,e^1$.

Miocène.

Corbières. — *Hérault.* M. Collot m'a signalé dans les calcaires d'eau douce miocènes de Magalas des cristaux de la forme $b^1\ e^1\ e^{9/5}$ $(0.14.\bar{1}\bar{4}.1)$, avec parfois de petites facettes d^2.

Bassin du Rhône. — *Drôme.* La molasse de Saint-Paul-Trois-Châteaux renferme des masses bacillaires de calcite, formées par des cristaux, lâchement unis et pouvant être détachés sous forme de grandes baguettes de plusieurs centimètres de longueur que termine le rhomboèdre $e^{7/5}(04\bar{4}1)$.

Plateau Central. — *Tarn.* J'ai recueilli de beaux et nombreux cristaux de calcite ($e^2\ b^1$, raccourcis ou allongés suivant l'axe vertical) dans les calcaires argileux d'Augmontel près Mazamet, exploités dans des carrières situées sur la route de Castres.

Algérie. — *Alger.* Le miocène inférieur de Tizi-Ouzou est traversé par des veinules de calcite spathique, dans lesquelles se trouvent des géodes, tapissées de cristaux lenticulaires b^1.

Pliocène et pleistocène.

Quercy. — *Lot, Tarn-et-Garonne.* Des poudingues calcaires de Sainte-Marie, près Aiguillon, sont cimentés par de la calcite renfermant des géodes, que tapissent de beaux rhomboèdres e^1 limpides.

Bassin du Rhône. — *Rhône.* Les galets des alluvions interglaciaires de Beaunan, près Lyon, sont localement cimentés par des croûtes de cristaux de calcite implantés perpendiculairement aux parois ; ce sont des rhomboèdres inverses, plus aigus que e^1, à faces courbes, qui paraissent appartenir à $e^{8/7}$ $(05\bar{5}2)$.

Algérie. — *Alger.* Les carrières du Hamma, à Mustapha (Alger), ouvertes dans la molasse calcaire, ont fourni de très beaux échantillons de calcite. Ceux que je dois à M. Flamand sont constitués par des rhomboèdres aigus $e^{3/2}(05\bar{5}1)$ (fig. 170) ou par des baguettes très cannelées, que terminent des pointements du rhomboèdre $e^{3/2}$, oscillant avec d'autres de plus en plus aigus ; le plus souvent ces baguettes sont lâchement unies et supportent un grand nombre de cristaux de même forme, mais beaucoup plus petits, qui parfois remplissent entièrement leurs intervalles. Ces masses cristallines de calcite s'émiettent facilement sous la pression du doigt. Elles présentent une grande analogie avec les formations très cris-

tallines se produisant dans les bassins de cristallisation des grottes, dont il va être question plus loin.

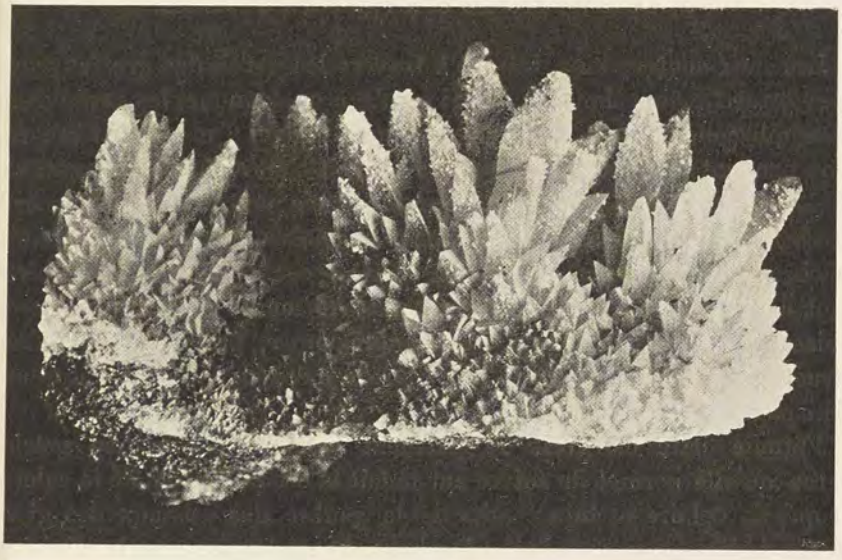


Fig. 170.
Rhomboèdres aigus inverses ($e^{3/2}$), eux-mêmes recouverts irrégulièrement de cristaux plus petits, sur calcaire pliocène des carrières du Hamma, Alger. (*Grandeur naturelle.*)

Souvent ces rhomboèdres ont leurs faces remplacées par une gouttière à surface striée : il semble qu'ils résultent alors du groupement, symétrique par rapport à d^1 $(11\bar{2}0)$, de scalénoèdres très aigus (fig. 171).

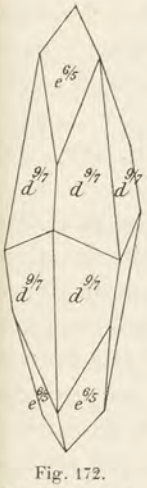


Fig. 172.
Calcite d'Alma.

La collection du Muséum possède depuis fort longtemps des échantillons de calcite, étiquetés carrière des Platanes à Alger, et présentant les mêmes caractères que ceux qui viennent d'être décrits. Ils ont été recueillis dans les mêmes conditions. Le nom de cette carrière n'est plus connu actuellement à Alger.

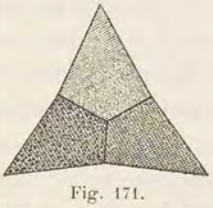


Fig. 171.
Section parallèle à la base des cristaux représentés par la fig. 170.

Les pectens du pliocène d'Alma, près Alger, sont parfois creusés de géodes, que tapissent des scalénoèdres aigus $d^{9/7}$ $(9.7.\bar{1}\bar{6}.2)$, terminés par le rhomboèdre courbe $e^{6/5}$ $(0.11.1\bar{1}.14)$, oscillant, jusqu'à $e^{5/4}$ $(03\bar{3}1)$ (fig. 172).

Période actuelle.

a) Dans les grottes et les galeries de mines.

Les eaux souterraines, filtrant à travers les parois des grottes creusées naturellement dans les calcaires d'âge quelconque, les recouvrent d'enduits concrétionnés de calcite et plus rarement d'aragonite fibreuse, d'où pendent souvent des stalactites et d'où s'élèvent des stalagmites. Stalagmites et stalactites se rejoignent parfois pour donner naissance à des colonnes, dont les formes étranges et parfois grandioses ont rendu célèbres de nombreux gisements. Quand ces concrétions calcaires sont à fibres suffisamment serrées, et forment des masses assez puissantes, elles constituent des *marbres onyx*, présentant la même structure que ceux résultant des sources thermales, dont il est question page 540.

J'étudie cette catégorie de gisement dans un paragraphe spécial parce qu'elle permet de suivre sur le fait la cristallisation de la calcite et qu'elle éclaire certains traits de la genèse des cristaux des gisements sédimentaires étudiés plus haut. Je répète ici que la division que j'ai adoptée est destinée simplement à faciliter mon exposé ; certains des gisements passés en revue dans les pages précédentes pourraient être aussi bien traités ici.

Les innombrables variétés de stalactites peuvent, au point de vue structurel, se grouper autour de plusieurs types, dont les différences s'expliquent par les variations des conditions physiques, dans lesquelles s'est effectuée la cristallisation du carbonate de calcium dissous dans l'eau, chargée d'anhydride carbonique.

1° *Stalactites fistuleuses*. C'est le type le moins cristallin, celui qui prend naissance quand l'évaporation est très rapide.

Le mécanisme de la production de ce genre de stalactites peut être facilement étudié sous les arches des ponts, sous les tunnels et les aqueducs, dans certaines galeries de mines, etc. Une goutte d'eau chargée de carbonate de calcium vient perler à la surface d'une paroi rocheuse. Quand sa masse est suffisamment grande, elle tombe, mais si le phénomène est assez lent, l'évaporation peut se produire et il se forme à la surface du rocher un petit bourrelet de calcite. Une seconde, une troisième, une infinité de gouttes viennent successivement perler à la surface de cette petite protubérance, l'accroissent

sans cesse et la transforment bientôt en un tube cylindrique creux, constitué par des écailles concentriques, un peu visqueuses, à l'état frais, friables une fois leur dessiccation effectuée. Ces tubes peuvent atteindre 1 centimètre de diamètre et 50 ou 60 centimètres de longueur ou même davantage, si un accident ou leur propre poids ne les fait se briser. Les gouttes d'eau en tombant sur la paroi inférieure de la caverne déterminent par un mécanisme analogue la formation de sta-

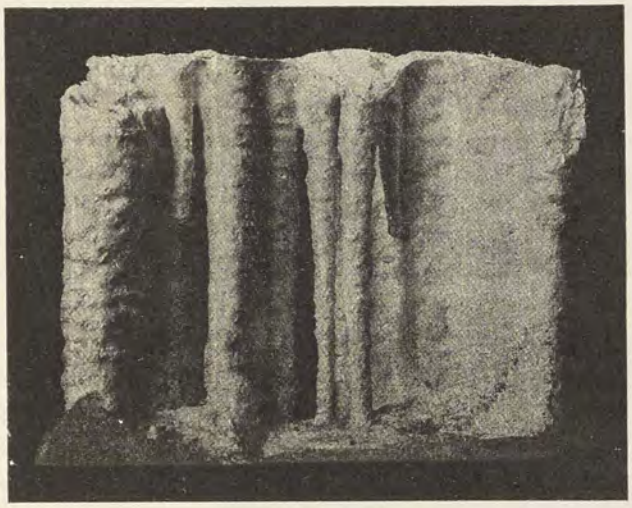


Fig. 173.
Stalactite calcaire de l'aqueduc de Maintenon.
(*Réduction au quart.*)

lagmites, grâce à la cristallisation du carbonate de calcium, qui n'a pas été retenu par la stalactite. Les stalagmites ont le plus généralement une forme évasée, arrondie et mamelonnée, moins régulière que celle des stalactites.

L'examen microscopique montre que les unes et les autres sont constituées par de la calcite cryptocristalline, sans orientation géométrique.

La figure 173 reproduit la photographie d'un bel échantillon de calcite stalactiforme, formé dans l'aqueduc de Maintenon (*Eure-et-Loir*). Des productions de ce genre, d'une blancheur éclatante, s'y accumulent rapidement et peuvent fournir d'intéressants éléments d'étude.

Dans une vieille carrière de Tramayes (*Saône-et-Loire*) ont été trouvées, il y a quelques années, des masses papyracées, friables, de calcite, ayant une semblable structure, mais elles sont formées de lits horizontaux parallèles.

Dans la profondeur du sol, là où l'évaporation est nécessairement plus lente et la diminution de pression moins brusque, la cristallinité des stalactites devient plus grande et c'est alors que se produisent les types suivants.

2° *Stalactites cristallines tubulaires.* Ce type est le moins fréquent de tous à l'état de pureté théorique : Haüy en a décrit (*op. cit.*) la forme la plus commune. Quelques gisements français en fournissent de bons exemples.

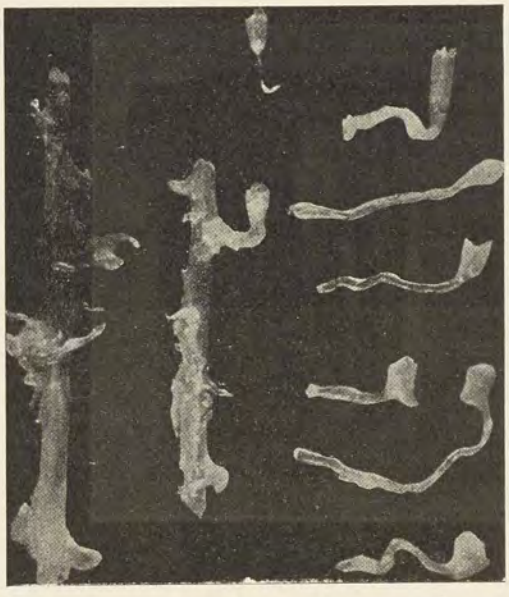


Fig. 174.

Stalactites cristallines tubulaires (*à gauche*) et stalactites filiformes (*à droite*). Grotte d'Engihoul [*Belgique*].

Ces stalactites, qui peuvent dépasser un mètre de longueur, sont tout d'abord constituées par des tubes creux, qui paraissent formés par un cristal unique (fournissant des clivages nets) limité par une surface cylindrique. Elles sont en réalité, le plus souvent, constituées, non par un seul cristal, mais par des cristaux, groupés en grand nombre à axes parallèles; la disposition de ceux-ci n'est pas toujours la même ; tantôt ils sont enfilés suivant l'axe vertical et tantôt ils sont empilés parallèlement à une face rhomboédrique (généralement e^1 ou p). La surface de ces stalactites est quelquefois lisse, mais souvent elle présente des stries et des nodosités, que limitent des faces brillantes. Parfois elles sont terminées par un pointement rhomboédrique aigu. Il n'est pas rare de trouver de semblables stalactites, pourvues de plusieurs pointements rhomboédriques, plus ou moins parallèles ; elles proviennent alors de la coalescence de plusieurs stalactites semblables.

L'orientation des individus élémentaires ne se produit pas toujours à axes rigoureusement parallèles, fréquemment on constate de petites

déviations, effectuées toujours dans le même sens et conduisant à des formes bizarres, courbes, branchues, qui donnent à l'ensemble l'aspect d'un cristal tordu et fourchu (fig. 174). C'est le cas pour de petites stalactites constituées par des fils souvent très grêles, contournés, noués, terminés par de petites clochettes et qui cependant donnent par leur rupture un clivage net et unique : ces formations tapissent les parois rocheuses, qui semblent alors revêtues d'une élégante végétation.

Le mode de formation de ces stalactites est le même que pour le type précédent, mais, dès l'origine, la calcite s'est déposée avec une orientation géométrique unique, qui détermine celle de l'édifice ultérieur tout entier et contrebalance parfois l'action de la pesanteur, de sorte que l'axe de la pièce n'est pas dirigé de haut en bas. Tant que celle-ci est en voie d'accroissement, le cristal cylindrique reste ouvert à son extrémité inférieure, mais si le tube s'oblitère pour une cause quelconque, il se ferme par un pointement cristallin. La paroi vient-elle à céder, en quelques points, il se forme latéralement une protubérance, à forme souvent bizarre, dont la pointe est tournée soit en bas, soit en haut, suivant la forme de la blessure ; les excroissances de ce genre sont, elles aussi, creusées d'un canal et possèdent la même orientation géométrique que leur support.

Le ruissellement extérieur modifie par engraissement irrégulier et déforme ainsi ces stalactites, qui sont souvent plus ou moins transparentes. Quand elles se brisent naturellement ou artificiellement, elles peuvent continuer à s'accroître, leur extrémité pouvant se garnir alors de prolongements cristallitiques ou se cicatriser normalement. Lorsqu'une stalactite tubulaire se ferme à son extrémité inférieure, ou bien elle reste creuse, ou bien son canal central s'obture peu à peu, par dépôt de calcite ; celle-ci est orientée comme la pièce, mais devient souvent laiteuse au lieu d'être transparente ou translucide, comme le tube initial.

Il est vraisemblable que les stalactites de même structure cristalline, mais dépourvues d'un canal central se produisent par un mécanisme comparable.

Au moment de la mise en page de cette feuille, j'ai eu connaissance de deux intéressants mémoires consacrés, l'un à la description de la grotte Rosée, à Engihoul près Engis, aux environs de Liège [*Belgique*] (Cosyns. *Revue Université Bruxelles.* 1907), l'autre, consacré à une importante monographie des stalactites du même gisement (Prinz, *Les cristallisations des grottes de Belgique*, Bruxelles, 1908). L'un des auteurs

M. Cosyns, a bien voulu me donner plusieurs échantillons de cette localité et me remettre les deux photographies, reproduites ci-contre, représentant, l'une (fig. 174) des fils contournés semblables à ceux

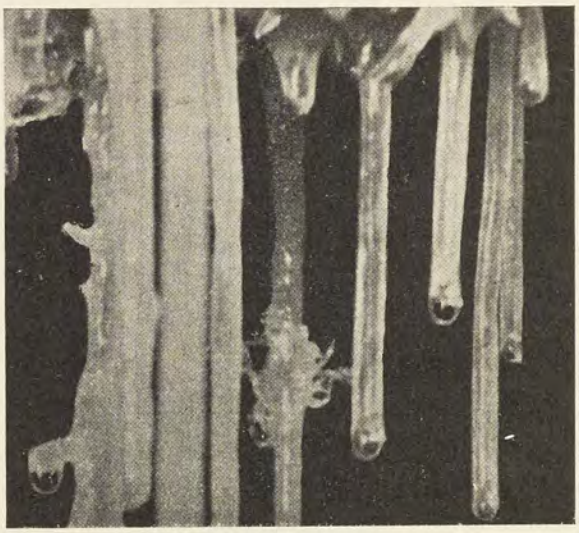


Fig. 175.
Gouttes d'eau à l'extrémité de stalactites tubulaires en voie de formation.
Grotte d Engihoul [*Belgique*].

signalés plus haut ainsi que des stalactites tubulaires et l'autre (fig. 175) des gouttes d'eau suspendues à des stalactites tubulaires en voie de formation.



Fig. 176.
Section d'une stalactite calcaire à structure fibreuse formée autour d'une stalactite tubulaire. Grotte d'Ussat (*Ariège*). (*Réduction de 2/3.*)

M. Prinz a longuement analysé les formes multiples et le mécanisme de formation de ces stalactites, signalant maintes particularités sur lesquelles, à mon grand regret, je ne puis insister. Dans ce gisement remarquable, les formes géométriques entrant dans la constitution des stalactites sont : e^1, e^3, p et plus rarement d^1, d^2, e^2, $e^{7/5}$.

3° *Stalactites à structure fibreuse.* Le type le plus commun des stalactites calcaires est fourni par un cône plus ou moins effilé, à surface irrégulière, lisse ou raboteuse ; sa cassure transversale montre d'ordinaire des fibres de calcite, allongées suivant leur axe vertical et implantées normalement à

l'allongement de la stalactite. Il existe souvent au centre de celle-ci un cristal de calcite spathique, dont l'axe ternaire coïncide avec l'allongement de la pièce (fig. 176). L'existence de cette partie centrale a une grande importance, car on peut admettre, comme l'a fait M. Prinz pour les stalactites de ce genre trouvées à Engihoul, qu'à l'origine, celles dont il s'agit ici ont été constituées par des stalactites du type précédent qui, après obturation, ont été revêtues, grâce au suintement extérieur, d'une enveloppe cristalline, dans laquelle l'orientation de la calcite n'a plus été donnée par le cristal central, mais s'est faite perpendiculairement à celui-ci.

Des recherches seraient nécessaires pour établir s'il en est toujours ainsi ou s'il n'est pas possible d'admettre, comme on l'a fait assez généralement jusqu'à présent, que des stalactites, construites d'après le premier type exposé plus haut, puissent, au moins dans certains cas, se transformer en stalactites à structure rayonnée, grâce à un travail moléculaire postérieur.

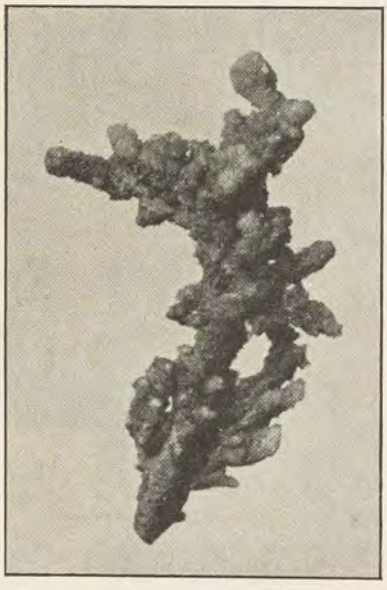


Fig. 177.
Stalactite formée de grappes de petits scalénoèdres de calcite, sans orientation distincte. Rancié. (*Grandeur naturelle.*)

Les individus constituant les fibres sont généralement assez gros pour que leurs clivages soient distincts, mais quand ils sont très menus, leurs clivages peuvent ne plus être visibles et le minéral est souvent pris pour de l'aragonite ; tel est le cas de stalactites, parfois ramifiées, provenant de *Corse* (Brando et Girolata), que j'ai vues dans d'anciennes collections avec cette dénomination inexacte.

4° *Stalactites cristallines sans orientation régulière.* On peut ranger dans ce groupe des stalactites, uniquement formées par des grappes de cristaux d'assez grande taille ou de taille minime, mais distincte, et qui ne présentent aucune des deux dispositions, qui viennent d'être décrites ; la figure 177 est la reproduction d'une stalactite de ce genre trouvée dans la mine de fer de Rancié (*Ariège*).

Enfin, il existe des stalactites à surface irrégulière ou lisse qui sont formées par de la calcite, très cristalline, mais dans lesquelles les cristaux ne sont pas extérieurement distincts : elles diffèrent du premier type en ce que leur cassure est marmoréenne.

Il faut rattacher enfin aux stalactites des formes, souvent étranges, à faciès de draperies, qui, dans les grottes, tapissent parfois de vastes surfaces, et sont constituées par des groupements cristallitiques, très compliqués de cristaux de calcite, parmi lesquels se ren-

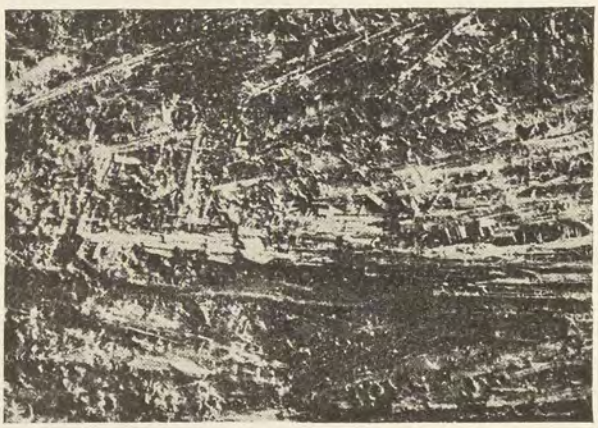


Fig. 178.
Calcite cristallitique (*Bergmilch*) de la grotte du Grapelet (*Hautes-Alpes*).
(*Photographie grandeur naturelle.*)

contrent, comme élément constituant des rhomboèdres composites, analogues à ceux décrits page 500 (fig. 137) et 523 (fig. 171) et qui ont été d'ailleurs probablement formés dans les mêmes conditions.

Pour terminer ce qui concerne la cristallisation de la calcite par suintement d'eau calcaire, il me reste à signaler les agrégats poreux, constituant parfois une sorte de sable grossier, blanc ou jaune clair, craquant sous le pied et, qui se trouvent souvent sur le sol des cavernes (*Bergmilch*, *Montmilch*), englobant des fragments rocheux éboulés des parois ou des ossements ; ils sont formés par des agrégats miarolitiques et réticulés de lamelles rhomboédriques cristallitiques, aplaties suivant une face *p* et allongées suivant une arête *pp*. La figure 178 représente la photographie d'un échantillon de ce genre, provenant de la grotte du Grapelet, près Sigottier (*Hautes-Alpes*) : je le dois à l'obligeance de M. Vésignié. J'ai recueilli des échantillons analogues dans la grotte

de Lherm près Foix (*Ariège*) ; ils englobent de nombreux ossements de mammifères et renferment, à l'état de mélange, des traces de brushite.

Enfin, dans les grottes, on rencontre aussi des cristallisations effectuées, non plus par suintement d'eau calcaire, comme dans les cas précédents, mais au milieu de cavités, de vasques, remplies d'eau courante et comparables, par suite, à de grands cristallisoirs. On n'y trouve parfois que des groupements de cristaux indistincts à structure cristallitique, constitués surtout par des rhomboèdres aigus et offrant les apparences les plus curieuses et les plus élégantes ; mais, dans certains cas, il s'y produit aussi de beaux et gros cristaux, ayant une tendance à se grouper en élégantes associations.



Fig. 179.

Cristal limpide de calcite en forme de calice triangulaire. Le haut de la figure reproduit la cavité du calice ; on y voit des pointements rhomboédriques. (*Grandeur naturelle.*)

On y trouve souvent aussi des cristaux en forme de coupes, de calices creux, limités extérieurement par des faces rhomboédriques planes (généralement e^1, e^2, avec ou sans p) et intérieurement par des facettes cristallitiques : on retrouve dans ces formes curieuses des particularités déjà vues dans les stalactites.

Ces formes cristallitiques, creuses ou non, sont fréquemment orientées en grand nombre à axes parallèles, leur partie supérieure, simulant une base, étant disposée suivant un même plan, qui correspond au niveau de l'eau dans les vasques ayant servi de cristallisoirs ; l'interprétation de cristaux de ce genre provenant de gisements français, que je n'ai pas visités moi-même, m'a été facilitée par leur comparaison avec des types analogues observés à Engihoul.

La figure 179 représente en grandeur naturelle un cristal de ce genre, limité par des faces e^1 courbes, correspondant à la partie inférieure d'un cristal, dont la partie supérieure serait constituée par de petites facettes p visibles sur le bord de la cavité. Ce cristal, qui m'a été communiqué par M. L. Michel, provient probablement de la *Haute-Marne*.

Je ne citerai pas de gisement spécial pour les stalactites, puisqu'elles se trouvent sans exception dans toutes les régions calcaires (Pyrénées, les Causses, Jura, etc.) ; je renvoie le lecteur au livre de M. Martel sur les *Abîmes* (Paris, 1894) où sont décrites les principales grottes françaises. Je ne m'occuperai ici que des localités m'ayant fourni des cristaux offrant quelque particularité cristallographique.

Notons en terminant que la calcite des stalactites est généralement très pure, dépourvue presque complètement de magnésie ; elle contient seulement parfois un peu de fer.

Bassin de Paris. — *Seine*. La collection de Haüy renferme l'extrémité d'une stalactite tubulaire transparente, indiquée comme provenant de Neuilly (près Paris) ; elle doit provenir de quelque cavité naturelle ou artificielle du calcaire grossier.

Les fentes non ouvertes de la formation gypseuse de Montmartre (Paris) sont localement recouvertes de croûtes concrétionnées mamelonnées ou stalactiformes de calcite jaune d'or, constituant un albâtre calcaire, à structure zonée et à belle couleur, utilisé jadis pour l'ornementation. Les clivages rhomboédriques, qui s'observent à l'extrémité des fibres, sont généralement courbes, et ont un éclat nacré rappelant celui de la plumbogummite. Les échantillons de ce genre ne se trouvent plus que dans les vieilles collections, la colline de Montmartre étant aujourd'hui couverte de constructions. Il n'est pas très rare d'observer à l'extrémité de ces croûtes de calcite des rosettes de rhomboèdres plus aigus que e^1, mais que je n'ai pu mesurer à cause du mauvais état de leurs faces ; ils rappellent les groupes en choux-fleurs des grottes de Padirac.

De belles stalactites et des croûtes de calcite fibreuse se rencontrent aussi dans les catacombes de Paris, creusées dans le calcaire grossier.

Normandie. — *Eure*. Les carrières exploitées à Caumont (*Eure*), près de la Bouille (*Seine-Inférieure*), dans la craie blanche, renferment de grandes cavités, véritables grottes, ayant fourni de bons types de stalactites tubulaires de calcite, remarquables par leur translucidité et leur surface corrodée, luisante, stalactites souvent nourries par l'extérieur et très irrégulières de forme (fig. 180). Elles sont souvent terminées par le rhomboèdre e^1 ou par $e^{5/4}$ ($03\bar{3}1$), dont l'axe est parallèle à celui de la stalactite.

On trouve aussi en grande abondance dans ce même gisement des

cristaux nets de calcite ; assez souvent ce sont des prismes e^2, creux, avec prédominance de trois faces ; ils sont terminés par la base et parfois par p.

Très abondantes sont des croûtes peu cohérentes, constituées par des cristaux implantés perpendiculairement à la paroi et présentant souvent tous la même taille (jusqu'à 4 centimètres). Des cristaux de même aspect forment aussi des masses irrégulières, dont les cavités sont hérissées de pointements en apparence très nets, mais difficiles à interpréter par suite de la courbure de leurs faces, qui sont comme en voie de dissolution. Leur forme unique est un rhomboèdre très aigu, dont les faces sont souvent creusées d'une gouttière et offrent l'aspect et les particularités des cristaux d'Alger, décrits page 523. Ce rhomboèdre est peut-être $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$; sur quelques cristaux, il existe en outre d^1 $(11\bar{2}0)$ et un scalénoèdre très aigu, voisin de la zone d^1 $e^{5/3}$, mais trop courbe pour pouvoir être précisé.



Fig. 180.
Stalactites terminées par un pointement rhomboédrique. Caumont (*Eure*).

Aquitaine. — *Gironde*. M. Harlé a bien voulu me recueillir des documents intéressants pour la connaissance de la genèse de la calcite. Auprès du château de la Tresne, situé non loin de la Gironde, à 10 kilomètres en amont de Bordeaux, se trouve une carrière souterraine, creusée dans le calcaire du tongrien supérieur ; au fond d'une de ses galeries, et à environ 400 mètres de l'extérieur, il existe une mare (10 m. $\times$ 2 m., avec profondeur d'environ 0 m. 15), sans écoulement apparent, qui recueille les eaux de suintement voisines. La température moyenne de l'eau et de l'air est d'environ 15° C.

A la surface de l'eau, se forme une légère pellicule calcaire, qui s'accroît peu à peu ; quand son poids devient assez considérable, la plaque s'enfonce et tombe au fond, où elle se soude aux plaques précédemment immergées. Le fond de la mare est recouvert par une couche de quelques centimètres d'épaisseur constituée par des plaques de ce genre. J'ai examiné des échantillons ayant plus d'un décimètre de côté, avec une épaisseur de 1 à 2 millimètres. Leur surface extérieure est terne et peu cristalline ; mais celle qui était en contact immédiat avec l'eau est couverte de pointements p très brillants. Sur la tranche des croûtes

immergées, se rencontre parfois un bourrelet de cristaux plus gros, sur lesquels on peut constater, en outre de p, l'existence de rhomboèdres courbes, oscillant entre e^3 et $e^{11/4}$; ces cristaux sont souvent polysynthétiques et présentent une légère torsion dans la zone verticale.

Çà et là, ces croûtes sont percées de sortes de petites cheminées, parfois obturées, garnies de pointements cristallins, qui paraissent avoir été produites aux points où se dégageaient des bulles de gaz.

Il m'a paru intéressant de faire analyser l'eau ; elle renferme 24 cm. 3 de CO^2 libre par litre ; le résidu de l'évaporation de un litre est

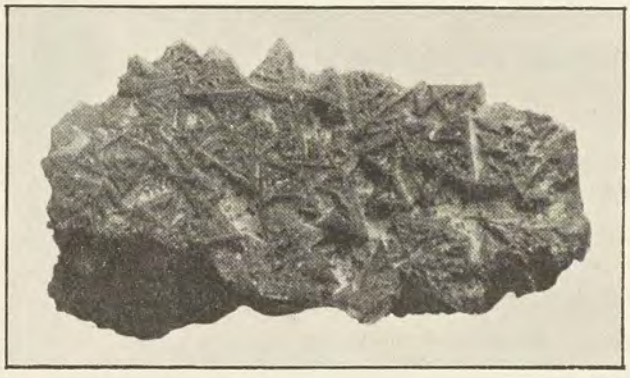


Fig. 181.
Cristaux cristallitiques de calcite d'un bassin de cristallisation d'une galerie de mine, près les Eaux-Bonnes. (*Grandeur naturelle.*)

de 0 gr. 436, parmi lesquels le $CaCO^3$ entre pour 0 gr. 282 et le Na Cl pour 0 gr. 105. L'origine de ce chlorure doit être cherchée dans le fumier, utilisé dans la carrière pour la culture des champignons.

Des pellicules du même genre se forment dans des conditions analogues dans la galerie de captage d'une source d'eau potable à Bourg-sur-Gironde.

Landes. M. Harlé m'a remis des concrétions de calcite, formées dans une vieille galerie creusée dans les marnes calcaires helvétiennes de Haut-Narosse près Dax ; elles présentent la particularité d'avoir leur surface constituée par un pavage de facettes rhomboédriques ; elles renferment, çà et là, des portions creuses, dans lesquelles on distingue des rhomboèdres cristallitiques blancs et opaques.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Des Cloizeaux a trouvé (*op. cit.*, II, 116), dans une galerie abandonnée située au-dessus des Eaux-Bonnes, de

curieux groupements de cristaux, ayant la forme de grosses baguettes creuses, accolées et limitées par un prisme trièdre e^2, que surmontent e^3 ($40\bar{4}1$), et a^1. Les faces a^1 sont évidées au centre. Tous ces cristaux, de même longueur, ont à leur extrémité l'aspect d'un cliché typographique, que met en évidence la fig. 181, reproduction de la photographie d'un échantillon de la collection de mon regretté maître. La comparaison de cet échantillon avec ceux décrits par M. Prinz conduit à penser qu'il provient d'une ancienne vasque de cristallisation.

[*Aragon*]. La mine de Saint-Jean, à Gistain (galerie S. Carlos), a fourni d'intéressants échantillons de calcite concrétionnée, fibreuse, colorée en rose vif par du carbonate de cobalt; ils ressemblent à ceux de Schneeberg.

Ariège. Voir page 529 pour les stalactites des mines de Rancié en Sem (fig. 177).

Pyrénées-Orientales. De gros cristaux blancs corrodés, qui paraissent devoir être rapportés à $e^{4/3}$ ($0\bar{7}\bar{7}2$), ont été trouvés dans la grotte de Mohèdes.

Plateau Central. — *Aveyron*. Les grottes célèbres de Dargilan dans le Causse noir renferment non seulement de magnifiques stalactites, mais encore, se formant dans des bassins de cristallisation, de curieux échantillons en forme de choux-fleurs constitués par des rhomboèdres aigus ternes de calcite jaune pâle. Ce sont des groupements cristallitiques, tout à fait comparables à ceux de sel gemme, allongés suivant un axe ternaire, dont j'ai donné des photographies, pages 754 et 755, t. II.

Corbières. — *Hérault*. Les travaux de construction de la petite gare de Courniou, située à 6 kilomètres de Saint-Pons, à la limite du Tarn, ont mis à découvert l'entrée d'une grotte creusée dans les calcaires paléozoïques. Cette grotte est tapissée de nombreuses stalactites, à structure fibreuse. Toutes celles que j'ai examinées ont pour axe un cristal orienté suivant l'allongement de la pièce ; elles ont donc débuté par une stalactite tubulaire, dont j'ai d'ailleurs observé des échantillons simples, provenant du même gisement. Ces deux types présentent parfois la particularité intéressante d'être recouverts par des cristaux nets et brillants de calcite, atteignant 2 centimètres suivant l'axe vertical; ils sont d'ordinaire formés par e^3 ($40\bar{4}1$), associé à p (fig. 182), à e^1 (fig. 184), à des rhomboèdres aigus,

ondulés et peu réfléchissants ; tantôt ceux-ci sont constitués par $e^{6/5}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}7)$, $e^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$ (fig. 183) ou par $e^{7/5}$ $(04\bar{1}1)$, inverse de e^3, le cristal présente alors la forme d'une pyramide hexagonale (fig. 185).

Ces cristaux sont souvent jaunes et à peine translucides.

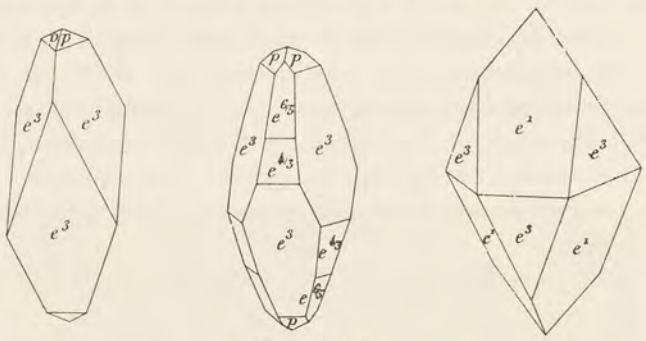


Fig. 182 à 184.
Calcite de la grotte de Courniou.

La fig. 186 reproduit la photographie d'un curieux échantillon constitué par de nombreux cristaux groupés à axes rigoureusement parallèles, de telle sorte que l'échantillon se comporte comme un cristal unique ; l'allongement de la pièce a lieu suivant une normale à une face p.

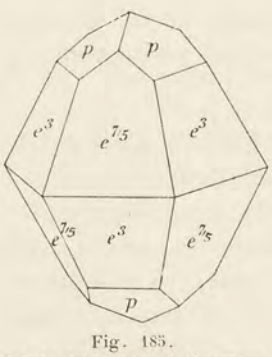


Fig. 185.
Calcite de la grotte de Courniou.



Fig. 186.
Crochet calcaire de la grotte de Courniou.

Il semble que cet échantillon soit comparable à ce que M. Prinz a appelé des *crochets* dans sa description de la grotte d'Engihoul. Ceux-ci se produisent sur les parois latérales par empilement de cristaux, le pointement de la pièce résultante étant généralement disposé vers le

haut. La figure est orientée en tenant compte de sa position probable par rapport au rocher dont cet échantillon a été détaché.

Enfin, il me reste à signaler de magnifiques échantillons, qui ont été probablement recueillis dans d'anciens bassins de cristallisation. Ils sont formés par la réunion de cristaux blancs, atteignant 4 cm. suivant l'axe vertical ; ils sont groupés en grand nombre à axes parallèles, sans cependant se toucher, formant ainsi des squelettes de très grands cristaux, dans lesquels toutes les faces p, très éclatantes, miroitent ensemble. Ce sont les seules qui soient planes. Elles sont accompagnées



Fig. 187.
Stalactite ou crochet ramifié, formé par un seul cristal. Grotte de Lacave.
(*Grandeur naturelle.*)

de divers rhomboèdres à faces plus ou moins courbes, parmi lesquels domine e^3.

Lot. M. Viré m'a remis d'intéressantes stalactites, provenant des grottes de Lacave. Beaucoup d'entre elles sont formées par un seul cristal de calcite spathique, dont l'axe ternaire coïncide avec l'allongement de la pièce, qui peut dépasser 25 centimètres de longueur ; le rhomboèdre e^1, ou une forme voisine, les termine d'ordinaire.

Ces stalactites sont souvent courbes ou même branchues, et implantées obliquement sur les parois de la grotte. Elles possèdent néanmoins l'apparence d'un cristal unique, comme celles du gisement précédent ; en réalité, elles sont constituées, comme je l'ai indiqué dans les généralités exposées plus haut, par le groupement d'un grand nombre d'individus cristallins, dont l'orientation diffère peu de celle du voisin et en dévie toujours dans le même sens. Elles donnent ainsi

l'illusion d'un énorme cristal ramifié, qui aurait subi une torsion considérable (fig. 187).

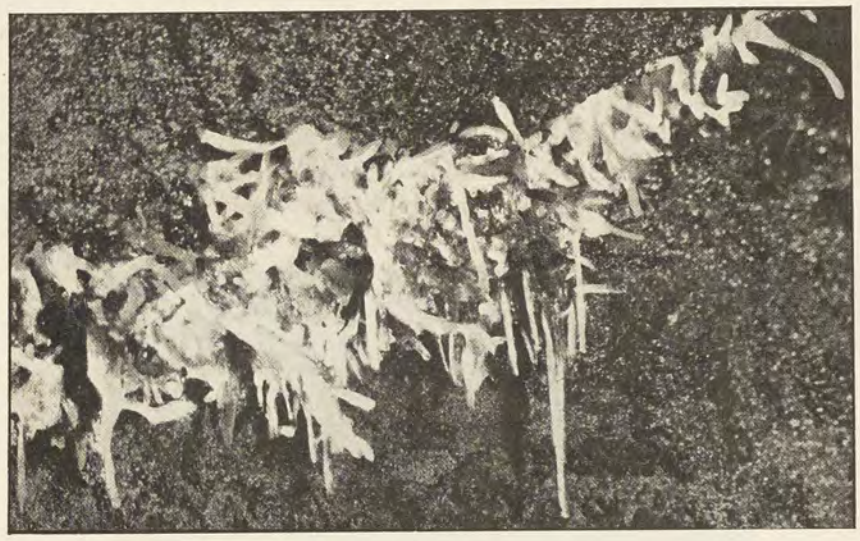


Fig. 188.
Stalactites formées par un seul cristal, implantées sur les parois de la grotte de Lacave.

La figure 188 reproduit une photographie que m'a communiquée M. Viré (*Bull. Muséum*. 1908. 135). Elle donne bien une idée de la disposition de ces groupements calcaires, dans la production desquels la force de cristallisation a été plus grande que l'action de la pesanteur sur les gouttes liquides.



Fig. 189.
Calcite de la grotte d'Osselle.

Lozère. — Voir p. 552 pour les stalactites des mines de Vialas.

Jura. — *Doubs*. Haüy a cité la combinaison $e^{3/2}$ ($0\bar{5}\bar{5}1$), e^3 ($40\bar{4}1$), [fig. 189 (Haüy, *op. cit.*, fig. 65)], dans des cristaux de calcite de la grotte d'Osselle (autrefois Auxelles), riche par ailleurs en belles stalactites à structure fibreuse.

Alpes. — *Isère*. La sidérite et le quartz des filons de la région d'Allevard sont assez souvent recouverts de cristaux de calcite (2 à 3 mm.) à faces courbes et ternes, constitués par e^4 ou un rhomboèdre voisin : ils ont l'aspect de grains d'orge.

C'est probablement dans des conditions analogues qu'ont été rencontrées des stalactites creuses, à orientation uniforme, que possède la collection du Muséum : elles sont indiquées comme ayant été trouvées dans une ancienne galerie de mine, située près d'Allemont, au-dessous du Trou des Sarrazins (Le Clot).

Lors de l'exploitation des mines de sidérite de Saint-Pierre de Mésage près Vizille, on a observé dans la galerie la formation de nombreuses stalactites calcaires. M. Groth a signalé (*Sitzungsb. k. bayer. Akad. Wiss.* 1885. 380) parmi celles-ci, des échantillons tubulaires, terminés par un pointement cristallin e^1, squelettiforme. Le même rhomboèdre se trouve dans la cavité axiale de la stalactite. Cette mine a fourni aussi de beaux échantillons d'aragonite concrétionnée.

Algérie. — *Alger*. Voy. p. 450 près le gisement de Bab-el-Oued.

b) Incrustations fluviatiles et marines ; produits d'infiltration.

Les ruisseaux sur leurs bords et dans leur lit laissent souvent déposer du carbonate de calcium, qui recouvre des débris minéraux ou organiques. La fixation de cette substance est souvent favorisée par des algues calcaires, par des charas, par des mousses (*Hypnum*, *Bryum*). La structure de la calcite ainsi formée est d'ordinaire cryptocristalline et ne peut guère être vue qu'à l'aide du microscope.

De semblables concrétions s'observent aussi sur le bord de la mer, mais présentent souvent un aspect spécial : tel est par exemple le produit, signalé par Des Cloizeaux (*op. cit.*, II, 1874, 118), analysé par Cloez [1] (*B.S.G.* VI, 86, 1874), puis décrit à nouveau par Moser (*Tschermak's Mitteil.* I, 174, 1878) sous le nom de *pélagosite*.

Il est indépendant de la nature du substratum sur lequel il se concrétionne : calcaire compact sur la côte d'Antibes (*Alpes-Maritimes*), granite (fort des Anglais à *Alger*), basalte (*Réunion*). La pélagosite forme des enduits ou de petits mamelons brillants, à aspect corné, noirs (Antibes), jaunes ou d'un blond clair (Alger) ; sa couleur est due à une matière organique.

Enfin, je signalerai ici quelques cas de formation de calcite tout à fait récente, produits dans des conditions comparables.

1. Analyse d'un échantillon du cap Ferrat, près Antibes (*Alpes-Maritimes*) : $CaCO^3 = 91,80$; $MgCO^3 = 0,90$; $FeO = 0,25$; $SiO^2 = 1,22$; $NaCl = 0,49$; $H^2O = 4,56$; mat. org. $= 0,71 = 99,93$.

Bassin de Paris. — *Seine.* Des travaux de voirie, effectués à Paris en 1904, ont mis à découvert, sur la place de la République, des couches tourbeuses, riches en petits cristaux de célestite (voir tome IV) entièrement transformés en calcite grenue. Ces pseudomorphoses sont identiques à celles de Sangershausen.

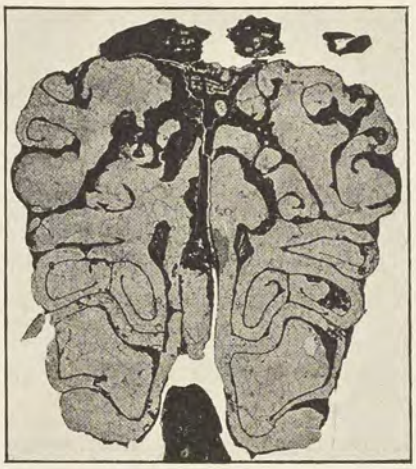


Fig. 190.
Cerveau de *Centetes caudatus*, transformé en calcite. Section transversale. (*Grossissement, 2 diamètres environ.*)

Madagascar. — Il est assez rare de voir la calcite épigéniser les organes mous des animaux. M. G. Grandidier m'a confié récemment le crâne d'un petit mammifère insectivore (*Centetes caudatus*), de la faune actuelle de Madagascar, trouvé dans les marais d'Antsirabe, et qui avait attiré son attention, à cause de sa densité anormale. La fig. 190, qui représente la photographie d'une coupe transversale de ce crâne, donne l'explication de cette particularité ; le cerveau et ses enveloppes sont entièrement transformés en calcite, qui a conservé les détails de leur structure.

2° *Dans les produits de sources.*

a) *Dans les sources thermales.*

C'est surtout sous forme de calcite que le carbonate de calcium est déposé par les sources thermales bicarbonatées. Elle y est fréquemment accompagnée d'un peu d'*aragonite* et très rarement de *ctypéite*. Le carbonate de calcium est dissous en profondeur, grâce à un excès d'anhydride carbonique, dont le départ à l'arrivée de l'eau près des affleurements détermine un dépôt minéral. La calcite vient se concrétionner sur les parois de sortie, dont elle obture parfois les griffons, qui se déplacent (Hammam Meskoutine) ou que l'on doit désobturer de temps en temps, quand les sources sont exploitées (Vichy, par exemple).

La calcite ainsi formée ne se présente que très rarement en cristaux distincts, elle constitue d'ordinaire des dépôts concrétionnés, à texture plus ou moins poreuse, que l'on désigne sous le nom de *travertin*; parfois au contraire, la texture est fort compacte et en même temps la structure très cristalline ; les couches concrétionnées résultantes offrent alors une grande analogie de structure avec celle des croûtes fibreuses stalactiformes des grottes. Ces dépôts calcaires sont souvent assez purs et assez beaux pour constituer un véritable *marbre onyx*, tel est le cas de ceux qui sont exploités actuellement en Algérie ; notons en passant que ces dépôts ont été produits par des sources thermales datant de la période quaternaire.

Dans beaucoup de sources bicarbonatées calciques, la formation de cette calcite est accélérée industriellement et utilisée pour la fabrication de ces petits objets, que connaissent tous ceux qui ont visité l'Auvergne et bien d'autres régions. Pour cela, l'eau minérale est tout d'abord débarrassée de la plus grande partie de son fer et de ses sels les moins solubles par passage sur des copeaux de bois ou des fragments de roche, puis elle est amenée en haut d'un escalier de bois sur les marches duquel elle tombe en très mince filet. Les objets à pétrifier (paniers remplis de fruits, nids d'oiseaux, petits animaux, moules en soufre ou en gutta-percha représentant des médailles, des bas-reliefs, etc.) sont placés sur ces marches et, au bout d'un temps plus ou moins long, variable avec les gisements, ils sont recouverts par un agrégat cristallin de calcite constituant ainsi une *périmorphose* expérimentale. Les objets placés en haut de l'escalier sont légèrement jaunes, par suite du dépôt d'une petite quantité de carbonate ferreux ; plus on s'éloigne du point d'émergence, plus les pétrifications sont blanches.

Il serait sans intérêt minéralogique d'énumérer toutes les sources bicarbonatées françaises, qui, on le sait, sont surtout concentrées dans la région volcanique du Plateau Central. Je ne citerai que quelques exemples caractéristiques (pour plus de détails, voir : Jacquot et Willm, *Les eaux minérales de la France*, 1894, et de Launay, *Recherche, captage, etc., des sources thermales*, 1899).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Ce département renferme de nombreuses sources, assez riches en carbonate de calcium dissous pour que leurs propriétés incrustantes puissent être activement utili-

sées pour la fabrication d'objets pétrifiés. Celles de Saint-Allyre à Clermont, de Royat, de Saint-Nectaire, de la Compissade entre la Bourboule et le Mont-Dore sont les plus connues.

Les sources thermales du Tambour près Coudes renferment à leur point d'émergence de petits cristaux de calcite (e^1), souvent englobés dans du bitume.

Allier. Les sources bicarbonatées de Vichy sont très incrustantes et déposent à leur émergence des travertins compacts ou fibreux ; celle de la Grande Grille, notamment, sort d'une colonne creuse de travertin calcaire à zones concentriques et à structure radiée, qui traverse verticalement les alluvions. Le même minéral se trouve dans d'autres sources (l'Hôpital, etc.), mais à ce point de vue, il faut signaler particulièrement le rocher des Célestins, d'où sourdent les sources de ce nom. Il est constitué par des croûtes parallèles de calcaire fibreux, dont les fibres sont normales aux parois. Ces croûtes sont ondulées et mamelonnées ; elles rappellent, comme beaucoup des concrétions de Vichy, l'aspect extérieur de la geysérite. Quand elles ont plus de 2 ou 3 centimètres d'épaisseur, elles sont souvent compactes. C'est au milieu de ces croûtes qu'ont été trouvées des poches, remplies par les pisolites d'aragonite, étudiés plus loin. Le rocher des Célestins, dont l'origine a fait l'objet de beaucoup de discussions, résumées par M. Voisin dans son mémoire sur les sources de Vichy (*A. M.* XVII. 533. 1879), est incontestablement la crête d'un filon d'incrustation, dont le remplissage s'est effectué par des dépôts successifs, parallèles aux épontes.

Vosges. — *Vosges*. La calcite a été rencontrée dans les cavités des briques romaines des sources de Plombières avec des zéolites. Elle constitue d'ordinaire des scalénoèdres aigus $d^{6/5}$ (6.5.$\bar{11}$.1), avec ou sans a^1 et p ; ils n'ont guère plus de 1 millimètre. La calcite accompagne fréquemment l'opale dans ce même gisement.

Champagne. — *Haute-Marne*. A Bourbonne-les-Bains, la calcite a été trouvée épigénisant des fragments de bois de hêtre, imprégnant une corne de bœuf.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées et Haute-Garonne*. De nombreux gisements d'onyx existent dans ces deux départements et on peut supposer qu'ils ont été produits par des sources thermales ; plusieurs sont ou ont été exploités ; le plus important d'entre eux se trouve à

Bagiry, entre les vallées de la Garonne et de la Barousse ; d'après les renseignements que m'a fournis M. Fromholt, il s'agit là de dépôts d'une véritable cascade, qui tombait jadis d'une falaise calcaire. L'onyx de cette localité est blanc, veiné de jaune ; les sections perpendiculaires à la fibrosité montrent des coupes triangulaires très nettes des cristaux constituants. Dans d'autres gisements : Thébé près Bagiry, Izaut-de-l'Hôtel, Ghein Dessus près du col de Larrieu, aux environs d'Aspet, un onyx analogue remplit des fissures d'un calcaire et a, par suite, une allure filonienne.

Algérie. — *Oran.* C'est très certainement à des sources thermales chaudes, aujourd'hui taries, qu'il y a lieu de rapporter la formation des dépôts concrétionnés de *marbre onyx*, qui sont activement exploités pour l'ornementation.

Il existe trois gisements principaux ; le plus important est celui de Tekbalet à 26 km. Nord 21° Est de Tlemcem. Les autres se rencontrent à Aïn-Sebra (17 km. S. 32° O. de Nemours) et à Sidi-Brahim (10 km.

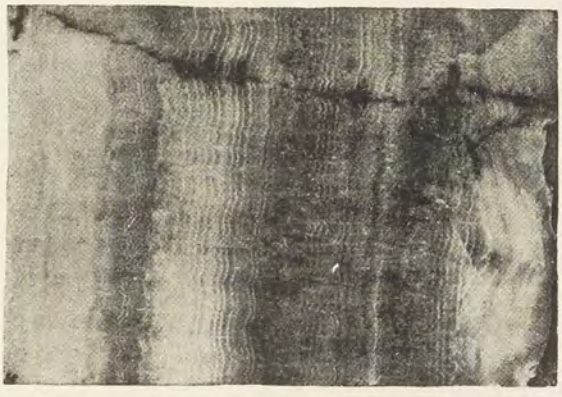


Fig. 191.
Plaque polie d'onyx de Tekbalet, parallèle à la fibrosité.

S. 4° O. de Nemours également). Tous trois sont d'âge quaternaire et recouvrent de leurs couches concrétionnées (rappelant celles du travertin de formation actuelle d'Hammam Meskoutine en Clauzel) (*Constantine*), les premiers des assises miocènes, le second des sédiments oxfordiens ; les lits d'onyx exploités ont parfois plus d'un mètre d'épaisseur ; ils alternent avec des travertins poreux et sans cohésion. A Tekbalet, il

est possible d'extraire d'énormes blocs, tels que ceux qui ont servi à faire les belles colonnes de l'Opéra de Paris.

L'onyx d'Algérie est formé par une succession de couches fibreuses (fig. 191), dont la couleur varie du blanc au rouge vif, au jaune d'or et enfin plus rarement au rose et au verdâtre ; il est très translucide ou complètement opaque. Les types blancs et particulièrement le blanc de lait sont les plus abondants. Tous les onyx n'ont pas une couleur homogène, beaucoup sont veinés, soit suivant les zones concentriques du dépôt, soit suivant des fentes ou des fissures irrégulières, le long desquelles s'est produite l'oxydation du fer contenu dans l'eau (veines rouges ou oranges).

Les briques de thermes romains des environs d'Oran, dans lesquelles Daubrée a signalé des zéolites, renferment de très petits scalénoèdres $d^{6/5}(6.5.\bar{11}.1)$ de calcite limpide, d'un blanc jaunâtre.

Madagascar. — Les travertins calcaires abondent aux points d'émergence des sources bicarbonatées de l'île et particulièrement à Antsirabe (source de la Reine) (36 à 42° C), où il existe une sorte de travertin, rappelant celui du rocher des Célestins.

A Mahatsinjo, près Miarinarivo, au nord-est du lac Itasy, ces travertins renferment de la *ctypéite* ; on y trouve aussi des croûtes translucides verdâtres d'une calcite concrétionnée, rappelant l'albâtre.

b) *Dans les sources froides.*

Le dépôt de calcite au point d'émergence des sources froides est un phénomène très général dans les régions calcaires, où les eaux sont très chargées de carbonate de calcium ; partout où elles sourdent à l'air libre, elles déposent ce corps sous forme de calcite ; cette précipitation est activée par les organismes, dont il a été question page 539 ; la calcite vient se déposer sur les débris organiques (feuilles, algues, mousses, herbes), qui multiplient les surfaces d'évaporation et produisent, par un procédé naturel, ce qui est réalisé artificiellement par les exploitants des sources incrustantes.

Les dépôts calcaires ainsi produits constituent des roches légères, caverneuses, tubulaires et concrétionnées, englobant non seulement des plantes, mais des insectes, des débris organiques de tout genre, qui disparaissent en laissant leur empreinte en creux (tufs éocènes de Sézanne)

Les dépôts de calcite, qui obturent rapidement les tuyaux de conduite des eaux riches en calcaire, ont une structure analogue, mais ils sont régulièrement concrétionnés par dépôt de couches concentriques, moulant les cavités dans lesquelles ils se produisent : ils ont généralement une structure fibreuse (Eaux d'Arcueil à Paris, Pont-du-Gard (*Gard*) etc.), avec fibres normales aux parois, comme dans certaines stalactites.

Voici, entre mille, quelques localités, où les dépôts calcaires peuvent être étudiés facilement :

Seine-Inférieure. Villequier.

Seine-et-Oise. Bougival.

Seine. Meudon.

Seine-et-Marne. Bords de la Louette près Étampes.

Oise. Arsan, dans le bois de Salency près Noyon.

Lorsque les eaux très calcaires sont animées d'un mouvement continu, elles peuvent tenir en suspension des particules solides, autour desquelles le carbonate de calcium vient se concrétionner. Ce phénomène donne naissance à de petites dragées calcaires, identiques à celles décrites plus loin dans l'aragonite et la ctypéite des sources thermales. Je dois à M. Barrois la communication d'échantillons de ce genre, formés accidentellement dans des appareils d'épuration des eaux de Laon (*Aisne*) (surface lisse et structure concentrique) et d'Arras (*Pas-de-Calais*) (surface hérissée d'aspérités et structure granulée sans zones concentriques).

3° *Dans les filons et les gîtes métallifères de substitution.*

Les filons métallifères constituent une source abondante de cristaux de calcite. Quelques-uns d'entre eux fournissent les plus beaux échantillons connus de ce minéral. La calcite y est accompagnée des minéraux métalliques caractéristiques de ces gisements ; on peut distinguer parfois plusieurs périodes dans sa cristallisation, à chacune desquelles correspondent généralement des formes distinctes.

En France, la calcite est d'ordinaire absente des filons aurifères, stannifères, bismuthifères et de la plupart des filons antimonifères [1]. Elle abonde au contraire dans les filons concrétionnés de tout genre.

1. Je n'ai observé de calcite dans aucun des filons quartzeux de stibine française; mais on a vu tome II, p. 458, que les calcaires dévoniens d'Angers et d'Erbray sont traversés par des filonnets de stibine, à gangue de calcite spathique.

Je ne m'occuperai ici que des cristaux distincts, laissant de côté les concrétions et les stalactites calcaires, qui sont abondantes dans certaines galeries de mine, où elles sont de formation actuelle (voir page 534 à 539).

a) *Filons plombifères, argentifères, cobaltifères, cuprifères.*

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* Les mines de galène et de blende de Pontpéan en Bruz renferment de très beaux cristaux de calcite : ils sont généralement de grande taille et n'ont presque jamais leurs faces brillantes, ce qui me paraît dû en partie à une corrosion résultant de l'action des eaux vitrioliques, qui circulent dans le filon, riche en pyrrhotite et en marcasite, facilement altérables.

La forme dominante est le rhomboèdre b^1 (type I), souvent groupé en associations crétées et recouvrant alors de larges surfaces de marcasite, de blende fibreuse ou de galène

Beaucoup plus rares mais plus beaux, sont des cristaux offrant le type I *a bis* ; c'est-à-dire la combinaison de scalénoèdes très obtus [b^3 à $b^{7/2}$] et $d^{7/2}$ (ou $'d^2$) également développés, avec de petites faces p, e^2 et e^3 ; ils atteignent 2 cm. 5 de plus grande dimension, leur faces sont ternes.

Ce gisement présente en outre avec une assez grande fréquence des groupements à axes parallèles d'un nombre considérable de cristaux, offrant soit la forme b^1, soit la combinaison plus compliquée du type I *a bis*. Les individus constituant ces groupements, qui atteignent près d'un décimètre, restent généralement assez distincts ; ils donnent à l'ensemble un aspect cristallitique extrêmement curieux.

Enfin, en terminant, il me reste à signaler une brèche, formée par des fragments de blende et de galène, réunis par un ciment de calcite néogène, que saupoudrent de petits cristaux de barytine.

M. Ungemach possède dans sa collection de beaux cristaux : $d^{3/2}$ ($32\bar{5}1$) (dominant) $e^{7/4}$ ($0.11.\bar{1}\bar{1}.1$) b^1, provenant de Montfort-sur-Meu. Ils sont implantés sur un mélange de dolomite, de pyrite et de galène.

Finistère. Dans les filons de galène de Huelgoat ont été rencontrés, tapissant de grandes géodes, de gros cristaux rhomboédriques, recouverts de petits cristaux de quartz, généralement colorés en rouge par de l'hématite. Ces rhomboèdres sont creux ; la matière qui les a formés a disparu, mais leur forme ($pp = 105°$ env.) ne laisse pas de doute sur la nature du minéral qui les constituait.

Basses-Pyrénées. Cristaux, b^1 e^2 d^2, à la mine d'Anglas, près des Eaux-Bonnes.

Pyrénées. — *Ariège*. J'ai recueilli de jolis cristaux de calcite dans la mine de galène de Montcoustant à Cadarcet ; ils sont accompagnés de sidérite, de dolomite, de pyrite, de blende, etc., et constituent dans ces associations le dernier minéral formé. La combinaison habituelle est b^1 et $e^{11/6}$ $(0.17.\bar{1}7.1)$, accompagnés fréquemment de rhomboèdres moins aigus à faces courbes. Les cristaux un peu gros (1 à 2 cm.) sont blancs et presque opaques ; les plus petits sont incolores et remarquablement transparents.

Corbières. — *Aude*. De gros cristaux b^1, souvent lenticulaires, ont été rencontrés avec chalcopyrite à Mas Cabardès.

Gard. De beaux cristaux de calcite ont été signalés (de Brun, *Bull. soc. étud. sc. Nîmes*, 1900) dans les mines de la Panissière à Rousson, de la grande Vernissière à Durfort, de Saint-Félix-de-Pallières; ceux de ce dernier gisement sont constitués par b^1 (avec macle suivant a^1), ils sont souvent implantés sur dolomite.

Plateau Central. — *Tarn*. La calcite est l'une des gangues principales de la galène de Peyrebrune près Réalmont ; j'y ai recueilli de gros rhomboèdres b^1, incolores, empilés suivant l'axe vertical ; quand ils sont associés à de la pyrite, ils sont souvent d'un jaune verdâtre ; b^1 y est accompagné de rhomboèdres inverses à faces courbes.

Lozère. Les mines de galène de Vialas, près Génolhac, ont fourni, lors de leur exploitation, des cristaux de calcite, remarquables par leur beauté et la variété de leurs formes. Les macles suivant l'axe ternaire y sont fréquentes et en même temps variées comme mode d'accolement. J'ai observé les types suivants dans les nombreux échantillons que j'ai étudiés.

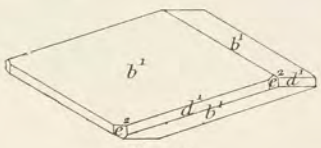


Fig. 192.
Calcite de Vialas.

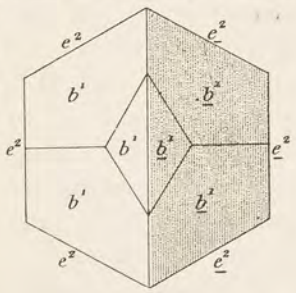


Fig. 192 *bis*.
Projection sur la base d'une macle par accolement suivant e^2. Vialas.

1° (Type I *b*) b^1 avec (fig. 192) ou sans rudiments de d^1 et de e^2 ; ces cristaux sont parfois fort brillants, à faces excellentes. Souvent transparents, ils sont associés à des cristaux hyalins de barytine.

Les macles se produisent, suivant a^1, avec pénétration, l'individu enveloppant étant d'ordinaire plus grand que l'autre, comme dans la figure 140. J'ai observé une belle macle suivant cette loi, formée par accolement et englobée par un cristal plus grand, qui porte des scalénoèdres arrondis et qui est orienté comme l'individu de la macle avec lequel il est en contact. Cette macle repose sur des cristaux b^1 plus petits, implantés sur des cristaux de dolomite rosée.

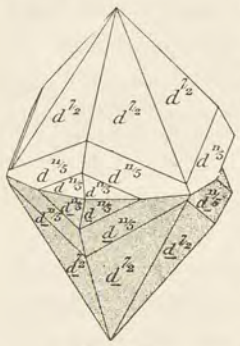


Fig. 193.
Calcite de Vialas. Macle suivant a^1.

M. Ungemach m'a signalé la combinaison b^1 $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$ $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$ e^2 dans des cristaux lenticulaires atteignant 2 cm., 5.

2° Combinaison b^1 e^2, avec d'ordinaire faible allongement suivant l'axe vertical (type II *b*). La fig. 192 *bis* représente la projection horizontale d'une macle par rotation autour de l'axe vertical, avec accolement suivant une face e^2, comme celle qui est fréquente dans certains cristaux d'hématite spéculaire : l'angle rentrant b^1 b^1 est de 127°30′. Le cristal que j'ai étudié est de grande taille ; il est implanté sur du quartz, en même temps que des cristaux de calcite plus petits. Parfois ce type est plus allongé suivant l'axe vertical et e^2 est remplacé par des rhomboèdres aigus voisins et en particulier par $e^{11/5}$ $(0.17.\bar{1}\bar{7}.1)$, avec ou sans petites facettes d^2 ; j'ai vu des cristaux de ce type tellement limpides, qu'à travers leurs faces, il est possible de distinguer les aspérités de la gangue sur laquelle ils sont implantés.

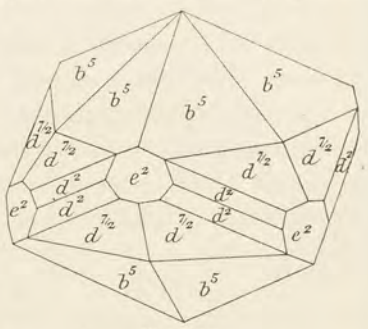


Fig. 194.
Calcite de Vialas.

3° (Types scalénoédriques.) Ces cristaux, de grande taille, sont généralement maclés (par accolement) suivant a^1. Le scalénoèdre d^2 est presque toujours présent, mais souvent très réduit et assez brillant, tandis que d'autres scalénoèdres plus obtus sont très striés, souvent ternes et impossibles à mesurer avec précision ; e^2 ou des rhomboèdres aigus voisins sont presque constants, mais toujours réduits. On peut distinguer les trois sous-types suivants :

a — d^2 [ou des scalénoèdres voisins $(d^{7/4}$ $(7.4.\bar{1}\bar{1}.3)$, $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$, $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$] est la forme dominante. *b* — le scalénoèdre dominant est un

métastatique à caractéristique >2 : d^5 $(51\bar{6}4)$, $d^{7/2}$ $(72\bar{9}5)$, d^4 $(41\bar{5}3)$, d^3 $(31\bar{4}2)$, etc. Tous ces divers scalénoèdres s'associent parfois dans un même cristal ; on en trouve aussi d'autres tels que $d^{11/5}$ $(11.5.\bar{16}.6)$, etc. qui sont subordonnés. Dans ces deux cas (type II), le sommet du cristal est presque toujours

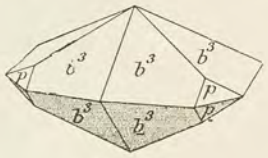


Fig. 195.
Calcite de Vialas.

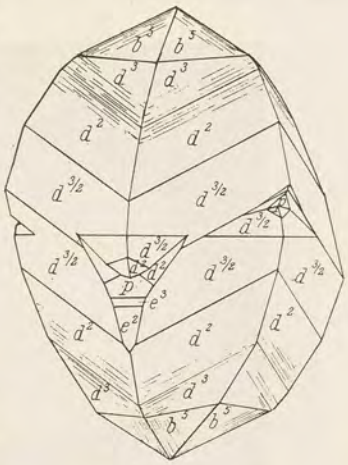


Fig. 196.
Calcite de Vialas.

constitué par des scalénoèdres obtus [b^{10} $(9.1.\bar{10}.11)$, b^9 $(8.1.\bar{9}.10)$, b^8 $(71\bar{8}9)$, b^6 $(51\bar{6}7)$, b^5 $(41\bar{5}6)$, b^3 $(21\bar{3}4)$, $b^{4/3}$ $(13\bar{4}7)$, etc.], ternes, striés et peu mesurables, oscillant entre p et b^1.

La fig. 196, qui m'a été communiquée par M. Ungemach, présente un aspect fréquent dans les cristaux du type II b, mais avec en outre une particularité spéciale. Au premier abord, ce cristal a une apparence simple. Mais il présente aux extrémités de ses trois axes horizontaux des angles rentrants, qui indiquent une macle suivant p.



Fig. 197.
Cristaux polysynthétiques de calcite disposés en couronne, dont la partie centrale est couverte de pyrite. Vialas. (*Réduction de moitié.*)

La fig. 193 est la reproduction d'un type assez commun dans de gros cristaux atteignant 4 à 5 centimètres ; ils sont toujours maclés suivant a^1 et implantés sur de plus petits dépourvus de macle ; $d^{7/2}$ a ses faces ternes, celles de $d^{11/5}$, au contraire, sont brillantes.

c. — Ce sont les formes b^x qui dominent (type III b). Les cristaux sont souvent fort gros, et alors impossibles à étudier à fond à cause de l'arrondissement, des cannelures et du défaut d'éclat de leurs faces ; b^1 est parfois

présent : les scalénoèdres les plus fréquents paraissent être $b^{7/3}$, b^3, b^4 : les macles a^1 sont communes ; la fig. 195 représente l'une de celles que j'ai observées.

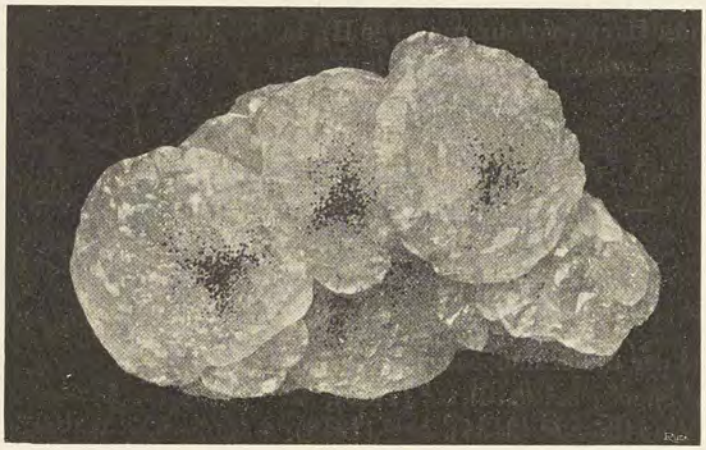


Fig. 198.
Groupement polysynthétique de calcite avec pointements rhomboédriques simulant une base saupoudrée de pyrite. Vialas.

La fig. 198 est la reproduction de la photographie d'un groupe de cristaux constitués par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre de cristaux, ayant tous la même hauteur suivant l'axe vertical, de telle sorte que leurs sommets ternaires, disposés suivant le même plan, simulent une face a^1 ; sur celle-ci sont distribués de petits cubes de pyrite, sans relation géométrique entre eux, mais constituant par leur ensemble une sorte de triangle, dont les sommets sont parallèles aux axes binaires de la calcite. Dans un autre échantillon (fig. 197), cette pseudo-face a^1 se présente en creux ; elle est uniformément recouverte d'un enduit de pyrite, qui manque sur la bordure hyaline des cristaux.



Fig. 199.
Macle suivant a^1 produite par recouvrement. Vialas.

La macle suivant a^1 se produit d'ordinaire par accolement suivant la base de deux cristaux plus ou moins identiques. J'ai rencontré une macle mesurant environ 2 centimètres, dans laquelle le groupement s'effectue d'une façon différente. C'est un cristal originellement constitué par $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$, d^4 $(41\bar{5}3)$ dont les faces ternes ne sont plus visibles qu'au point d'insertion sur la gangue, et qui partout ailleurs sont recouvertes par un cristal à faces brillantes b^4 $(31\bar{4}5)$. La partie supérieure de celui-ci est en partie enveloppée par un second individu de même forme, maclé avec lui suivant a^1. Les figures 199 et 200 reproduisent des photographies de cette portion de la macle : la première montre les angles rentrants (l'axe ternaire est vertical) ; l'autre a été faite perpendiculairement à l'axe ternaire : le cristal enveloppé est vivement éclairé en avant. On voit l'arête d'intersection de l'angle le moins obtus de b^4 recouverte en partie par l'arête d'intersection de l'angle le plus obtus du cristal enveloppant.



Fig. 200.
Macle suivant a^1, produite par recouvrement. Vialas.



Fig. 201.
Macle suivant e^1. Vialas.

La fig. 201 reproduit la photographie de deux curieuses macles suivant e^1, formées par un scalénoèdre indéterminable, mais que par analogie avec les macles similaires de Louverné (fig. 78), je suppose devoir être d^5 ou une forme voisine. L'un des côtés de ces macles aplaties a ses faces ternes et raboteuses ; l'autre est constitué par la réunion d'un nombre considérable de petits cristaux, à faces arrondies et indéterminables, groupés à axes parallèles sur chacun des individus primaires de la macle. Seul l'angle de clivage *pp* a pu être mesuré : il est de 144° 29′, c'est presque l'angle théorique.

Enfin, il me faut signaler de curieuses stalactites tubulaires, creuses, formées par le groupement, on pourrait presque dire par l'enroulement hélicoïdal assez régulier, de cristaux, allongés suivant l'axe vertical, et limités par des rhomboèdres très aigus, à faces verruqueuses et peu mesurables, les uns directs ($e^{11/5}$), les autres inverses ($e^{9/5}$). L'assemblage se termine par des cristaux de même forme, surmontés par b^1 et présentant une position quelconque par rapport à l'axe de la stalactite (fig. 202). Les clivages que l'on détermine dans ces cristaux ont des surfaces bombées.

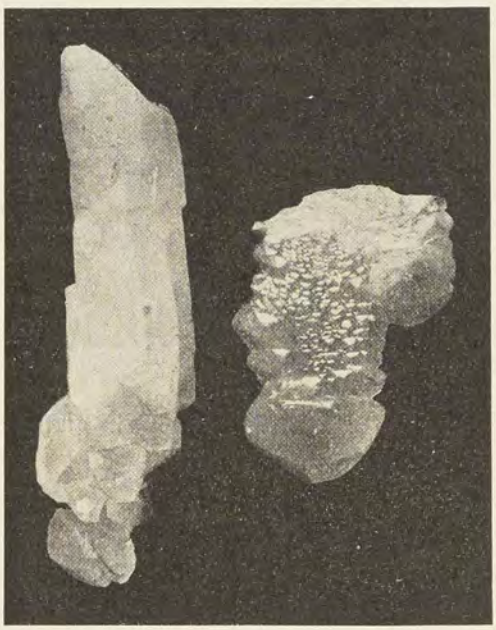


Fig. 202 et 203.
Groupement stalactiforme de cristaux de calcite. Vialas.

Des stalactites du même genre, mais n'ayant que 2 millimètres de diamètre, sont creuses : elles se rapportent au type tubulaire décrit page 526.

La figure 203 représente l'extrémité d'une autre stalactite dont, par contre, les individus constituant ont leur axe vertical dans une position parallèle : ils se terminent par un cristal net b^1 b^5 $d^{7/2}$ d^2 e^2.

J'ai trouvé dans deux collections différentes de beaux cristaux de calcite indiqués comme provenant de Génolhac ; ils sont implantés sur de la calcite lamellaire, avec dolomite un peu rosée. Ils sont légèrement jaunâtres, et allongés suivant l'axe vertical. Tous deux sont terminés par b^1, associé à e^2 dans l'un et à $e^{11/6}$ $(0.11.\bar{1}1.1)$ dans l'autre. Le premier d'entre eux est une macle par accolement suivant a^1 (fig. 204).

Leurs sommets b^1 présentent trois triangles d'un blanc nacré, dont la disposition est mise en évidence par la fig. 205. Ces triangles sont dus à des inclusions floconneuses, qui paraissent distribuées parallèlement aux faces p.

M. Dreyfus m'a communiqué deux échantillons de la collection minéralogique du Musée du Puy, qui fixent la nature du gisement de mes cristaux ; ils consistent en cristaux de calcite implantés avec dolomite et un peu de pyrite sur du granite et ils proviennentd'une ancienne recherche faite sur un filon de galène à Génolhac près la ferme de Finoune, sur la rive droite de l'Homel.

L'un de ces échantillons ne porte que de petits cristaux semblables aux miens, mais ils sont plus petits (2 mm.) : l'autre est constitué par des cristaux de même forme, non maclés, recouverts par une



Fig 204.
Macle suivant a^1 sans ligne de jonction visible. Génolhac. *Réduction d'environ* $^1/_3$.

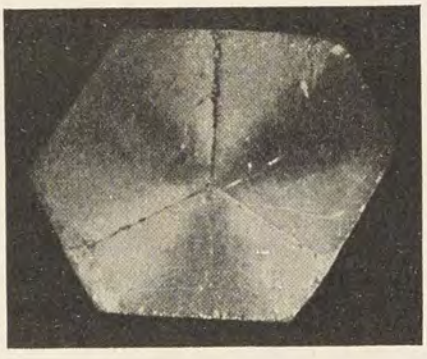


Fig. 205.
Sommet b^1 grossi du cristal représenté par la figure précédente.

grosse macle suivant a^1 ; ils présentent tous uniformément la combinaison $e^2\,p$ (faces ternes) b^1 (faces brillantes et courbes) avec en outre de petites facettes d^2.

Corrèze. De très beaux scalénoèdres, d^2, tapissent de larges géodes du filon de barytine de Guillac. Deux faces d^2 parallèles sont d'ordinaire plus développées que les autres et le cristal est un peu allongé suivant leur intersection avec une facette b^1 $(01\bar{1}2)$ brillante ; les deux autres faces de ce rhomboèdre manquent. Les angles de 104° 38′ du scalénoèdre sont remplacés par une série de plans courbes, constitués par des oscillations entre e^1 et des scalénoèdres de la zone $e^1\,d^2$; ils sont cannelés parallèlement à leur intersection avec b^1 ; ces scalénoèdres ne peuvent être mesurés.

Puy-de-Dôme. La mine d'Auzelle, près Saint-Amand-Roche-Savine,

a fourni à M. Gonnard (*C. R.* CV. 1259, 1887) d'intéressants rhomboèdres, b^1, entièrement remplacés par des cristaux (p 1/2 b^2) de pyrite, distribués sans ordre ; c'est là un genre de pseudomorphose assez fréquent dans ce gisement.

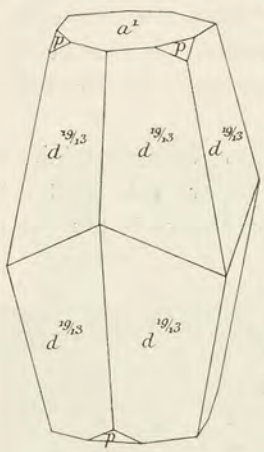


Fig. 206.
Calcite de La Prugne.

J'ai observé des cristaux e^2 b^1, associés à de la pyrite, provenant de la mine de Joursac.

Allier. Le gite d'érubescite de Charrier, près la Prugne, a fourni, lors de son exploitation, quelques cristaux de calcite ; ils sont remarquables par leur forme dominante, qui est le scalénoèdre rare $d^{19/13}$ (19.13.$\bar{3}\bar{2}$.6) ; il est tantôt seul et tantôt associé à a^1 et p (fig. 206). Ces cristaux limpides, un peu jaunâtres, atteignent 3 centimètres suivant l'axe vertical dans l'unique échantillon que j'ai eu l'occasion de voir (collection de Des Cloizeaux).

Vosges.— *Vosges*. M. Ungemach m'a indiqué, b^1 et un rhomboèdre aigu indéterminable dans des cristaux provenant de La Croix-aux-Mines (filon de la pointe de Carbaix).

[*Alsace*]. Carrière a cité diverses combinaisons de faces de calcite à Sainte-Marie-aux-Mines, où ce minéral sert de gangue à de nombreux minerais et se trouve en cristaux nets dans des géodes, avec dolomite, quartz, barytine, panabase, etc. La mine de Saint-Guillaume supérieur (Rauenthal) a même fourni des masses clivables, transparentes comme le spath d'Islande. Carrière a jadis énuméré plusieurs combinaisons communes.

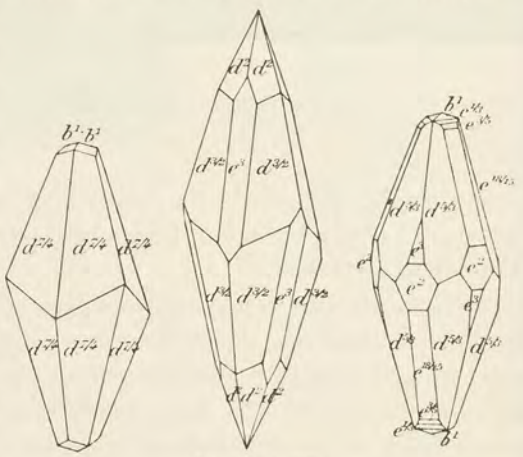


Fig. 207 à 209.
Calcite de Sainte-Marie-aux-Mines.
Type III *a*.

M. Stöber en a décrit (*op. cit.*, 17) (fig. 209 à 211) d'autres. Les cristaux

les plus fréquents sont constitués par b^1, seul ou combiné avec e^2 suivant les divers modes habituels ; plus rarement, se rencontre la combinaison $e^{11/5}$ $(16.0.\bar{1}6.1)$ b^1, avec (fig. 20) ou sans e^2 ; enfin d'autres combinaisons sont caractérisées par la prédominance de divers scalénoèdres, associés à quelques rhomboèdres : $d^{7/4}(7.4.\bar{1}\bar{1}.3)$ b^1 (fig. 207) ; $d^{3/2}(32\bar{5}1)$ $d^2\,e^3(40\bar{4}1)$ (fig. 208) et (Rauenthal) $d^{5/3}(53\bar{8}2)$ b^1 $e^{4/3}$ $e^{3/5}$ $(0\bar{8}\bar{8}7)$ $e^{18/16}$ $e^2\,e^3$ (fig. 209) $d^{4/3}$ $(43\bar{7}1)$, avec ou sans $e^{14/13}$ $(09\bar{9}4)$ et $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$. La taille des cristaux présentant cette dernière combinaison dépasse rarement 1 cm. 5, alors que les premières constituent souvent des cristaux mesurant plus de 4 centimètres.

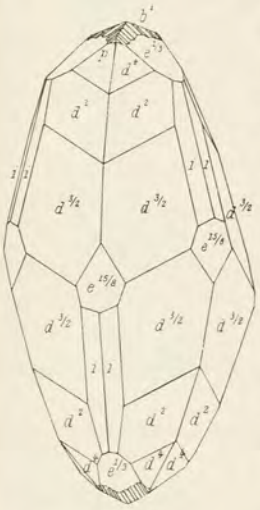


Fig. 212.
Calcite de Sainte-Marie-aux-Mines.

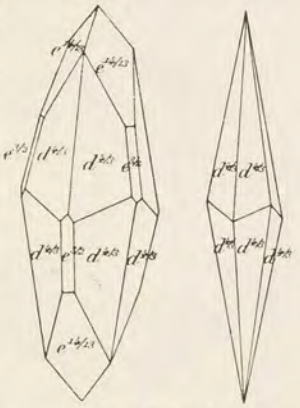


Fig. 210 et 211.
Calcite de Sainte-Marie-aux-Mines.

M. Ungemach m'a d'autre part communiqué la liste des combinaisons, qu'il a observées sur les cristaux de ce gisement, ainsi que les figures qui les représentent.

De jolis cristaux de 1 centimètre sont caractérisés par la prédominance de $d^{3/2}(32\bar{5}1)$, avec d^2, d^4, $e^{4/3}$ $(04\bar{4}5)$, $e^{15/8}$ $(0.23.\bar{2}\bar{3}.1)$, p, b^1, et un scalénoèdre inverse voisin de $e^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$ [peut-être i $(1.10.\bar{1}\bar{1}.3)$ (ii s. $e^{4/3}$) et 81°17′ (s. $e^{\infty 2}$).] : la fig. 212 représente cette intéressante combinaison. A signaler encore : $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$ $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$ $e^{2/3}$ $(05\bar{5}4)$, puis p (dominant) b^1 d^2 $d^{4/3}$ $(43\bar{7}1)$.

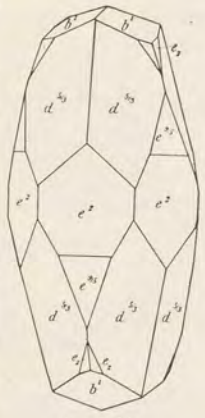


Fig. 213.
Calcite de Sainte-Marie-aux-Mines (Mine St-Philippe).

Filon de pyrite du jardin Bourgeois à Sainte-Marie-aux-Mines : $d^{3/2}$; combinaisons variées : d^2 e^4 b^1 ; $e^{2/3}$ $(05\bar{5}4)$ $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$. Mine Saint-Philippe : cristaux laiteux, dans fentes du gneiss pyriteux : $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$ $e^{9/5}$, avec b^1, e^2 et e_2 $(12\bar{3}2)$ (fig. 213). De Gabegottes, cristaux blancs, enfilés à axes parallèles

avec quartz, mispickel, chloanthite, dans géode d'arsenic natif : e^2 (dominant) b^1 p $d^{17/2}$ (17.2.$\bar{1}$9.15) d^5 b^2 et des faces étroites b^3, $b^{7/3}$ (4.3.$\bar{7}$.10), b^4, $e^{37/17}$ (18.0.$\bar{1}$8.1) (fig. 214) ; jolis cristaux, e^2 $e^{13/5}$ (60$\bar{6}$1) b^1 empilés en pyramides, le dernier plus gros que les autres, sur quartz avec panabase et mispickel. Échantillons provenant de mines non spécifiées : e^4 d^2 et

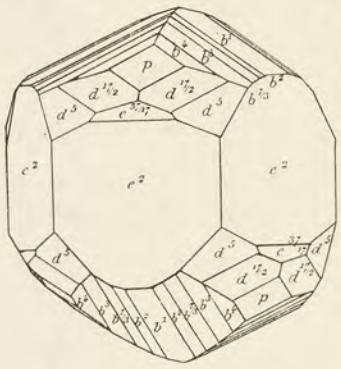


Fig. 214.
Calcite de Sainte-Marie-aux-Mines (Mine Gabegottes).

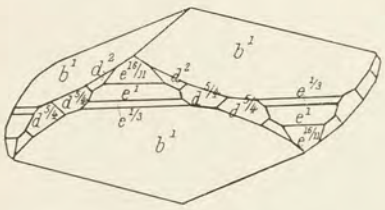


Fig. 215.
Calcite de la mine Saint-Sylvestre.

probablement $e^{15/8}$ (0.23.$\bar{2}\bar{3}$.1) ; e^2 terminé par un pointement polysynthétique b^1 simulant une base a^1.

Le musée de Colmar possède un fragment de cristal p de 20 centimètres, transparent, d'un gris lilas, dont les bords sont formés par une couche blanche ou jaunâtre plus ou moins opaque ; celle-ci est couverte, comme un toit par ses tuiles, par de petits cristaux orientés : b^1 (dominant) $d^{4/3}$ (43$\bar{7}$1) d^6 b^2 : autres combinaisons, $d^{3/2}$ d^2, avec un scalénoèdre inverse, voisin de $e^{4/3}$ (07$\bar{7}$2) [peut-être i [1.10.$\bar{1}\bar{1}$.3], ii s. $e^{4/3}$ = 167°55′, obs. 167°59′, calc.] $e^{15/8}$ (0.23.$\bar{2}\bar{3}$.1) $e^{1/3}$ (04$\bar{4}$5) b^1 d^4 p $e^{1/5}$, les faces b^1 alternent avec des faces p ternes, simulant ainsi un scalénoèdre sur les arêtes de $e^{1/3}$; $d^{5/3}$ (53$\bar{8}$2) e^1 (ou b^1 et $e^{4/5}$, $e^{2/3}$) ; p (dominant) avec de petites facettes d^2, $d^{4/3}$ (43$\bar{7}$1).

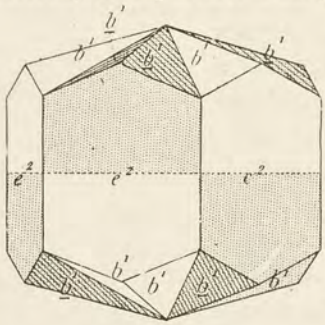


Fig. 216.
Macle par entrecroisement de la calcite de la mine St-Sylvestre.

Je dois encore à M. Ungemach les renseignements suivants sur une série de gisements alsaciens, dont je n'ai personnellement étudié aucun échantillon.

La mine Saint-Sylvestre, à Urbeis (val de Villé), renferme une série de combinaisons variées : e^4 b^1 (sur ankérite) ; b^1 e^2 a^2 (10$\bar{1}$4)

linéaire), avec dolomite et sidérite ; b^1 dominant, β $(45\bar{9}2)$ $e^{13/5}$ $(60\bar{6}1)$; β est fréquent dans ce gisement, mais ses faces sont toujours étroites. Dans un filon quartzeux ayant fourni de la *whewellite* et de la *millérite*, des cristaux, d'un jaune verdâtre, présentent la combinaison b^1 e^1 $e^{1/3}$ $(04\bar{4}5)$, $e^{16/11}$ $(09\bar{9}2)$, $d^{5/4}$ $(54\bar{9}1)$, d^2 (fig. 215). La figure 216 représente une macle par entrecroisement de cristaux, e^2 b^1, macle rappelant celle de la phénacite de Framont.

Les mines de Triembach n'ont fourni que de petits cristaux d'un blanc rosé : b^1 (dominant) e^2 e^1 (réduit).

Les mines de Sainte-Croix-aux-Mines[1] renferment en très grande abondance des cristaux de calcite, présentant les combinaisons variées suivantes : 1° un rhomboèdre voisin de e^1, avec b^1 et $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$; d^2 e^3 b^1 (avec galène et quartz) ; un rhomboèdre aigu [probablement $e^{37/17}$ $(19.0.\bar{1}\bar{7}.1]$ dominant, avec b^1 (cristaux associés à de la pyrite et du quartz) ; petits cristaux rosés $e^{5/2}$ $(70\bar{7}1)$ b^1 $d^{5/3}$, avec quelquefois d^2, et souvent $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$; cristaux à faces courbes $d^{5/4}$ $(54\bar{9}1)$ β $(45\bar{9}2)$, avec $e^{12/5}$ $(17.0.\bar{1}\bar{7}.2)$, b^1, $e^{11/6}$ $(0.17.\bar{1}\bar{7}.1)$ et $d^{3/2}$ (fig. 217) ; cristaux blancs $d^{4/3}$ $(43\bar{7}1)$, avec b^1, $e^{8/3}$ $(11.0.\bar{1}\bar{1}.2)$, d^2, e^2 ; les faces b^1 oscillent avec un scalénoèdre b^x.

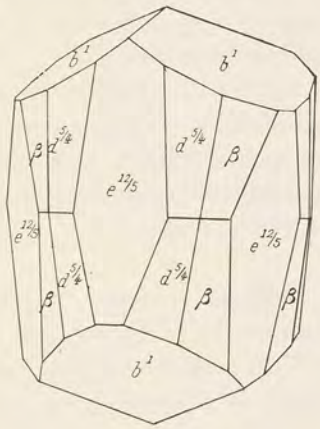


Fig. 217.
Calcite de Sainte-Croix-aux-Mines.

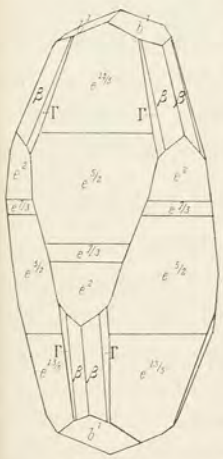


Fig. 218.
Calcite du Grand Rombach.

Les filons du Grand Rombach sont aussi riches en cristaux de calcite : d^2 e^3 (sur pyrite) ; p $b^{4/3}$ a^1 ; cristaux plus compliqués sur blende : $e^{13/5}$ $(60\bar{6}1)$ $e^{5/2}$ $(70\bar{7}1)$ β $(45\bar{9}2)$ e^2 $e^{7/3}$ $(10.0.\bar{1}\bar{0}.1)$ b^1. Les faces β sont très bombées et passent à Γ $(7.7.\bar{1}\bar{4}.3)$, isoscéloèdre de la zone $e^{5/2}$ $e^{4/3}$ $d^{3/2}$ β (fig. 218).

Les filons barytiques et fluorifères de la carrière du Tempelhof, à

1. Sainte-Croix-aux-Mines se trouve à 4 km. en aval de Sainte-Marie-aux-Mines, mais sur le côté opposé (rive gauche) de la Liepvrette. C'est sur son territoire que se trouvent les vallons du Grand et du Petit Rombach. On confond souvent les minéraux de ce gisement avec ceux des mines voisines de la Croix-aux-Mines et de Sainte-Marie.

Bergheim, renferment, avec des mouches de galène et de chalcopyrite, des cristaux de calcite d^2, atteignant 3 centimètres ; ils sont implantés sur fluorine violette.

Enfin, il y a lieu de signaler dans le filon du Katzenbach, à Rimbach près Massevaux, des cristaux d'un jaune vineux, b^1, de calcite, recouvrant des rhomboèdres de dolomite, eux-mêmes implantés sur de la sidérite limonitisée.

Belfort. La calcite se rencontre comme rareté dans la région de Giromagny, implantée sur la gangue quartzeuse des minerais ; b^1 est presque constant, soit seul (mine Saint-Daniel), soit associé à un rhomboèdre inverse aigu, arrondi (mine Saint-Jean à Auxelles) et indéterminable.

Alpes. — *Savoie.* La collection de Haüy renferme un fragment de scalénoèdre (d^2) provenant de Pesey et mesurant 4 cm.

C'est probablement des anciennes mines des environs de Servoz (Montagne de Pormenaz en particulier) que proviennent des échantillons que j'ai vus dans de vieilles collections avec l'indication « Servoz » ; ils consistent en petits scalénoèdres d^2 cristallitiques, implantés sur du quartz hyalin, ou en des cristaux de la combinaison $b^1 e^2$, très allongés et groupés à axes parallèles sur des lames de dolomite, formées elles-mêmes par des groupements parallèles de rhomboèdres p.

Le filon de calcite et de sidérite de Léchaux près Moutiers, connu par son rutile aciculaire, renferme des géodes, dans lesquelles s'isolent de gros rhomboèdres p de calcite laiteuse et de sidérite ; ils constituent un élément même de la roche et non des cristaux d'origine secondaire.

Isère. La mine des Chalanches a fourni de nombreux et beaux cristaux de calcite. On a vu plus haut que les minéraux argentifères et cobaltifères de ce gisement ont la calcite pour gangue.

Héricart de Thury a cité les combinaisons suivantes (J. M. XX. 41. 1806) ; $p\ b^1\ d^2$; $e^{4/5}$; d^2 ; $e^1\ a^1$; $e^2\ b^1$; $e^{9/5}\ b^1$.

Le seul échantillon de ce gisement, que j'ai eu entre les mains vient de la dernière exploitation ; c'est un groupement à axes parallèles de cristaux à faces ternes, présentant les formes p (très développé), d^2 et probablement e^3.

Le filon quartzeux, exploité pour la galène au Grand Clot près de la Grave, renferme en assez grande abondance des cristaux de calcite, qui ne dépassent guère 1 centimètre de plus grande dimension, mais qui

sont souvent remarquablement nets. Ils sont incolores et limpides, blancs ou bruns, associés à des cristaux de sphène, d'anatase, d'adulaire, de quartz, etc. D'ordinaire, ces cristaux donnent dans la zone $d^1\ p\ b^1$ des images ininterrompues sur un grand nombre de degrés, par suite de l'existence de nombreuses faces courbes, striées parallèlement à l'arête de zone; j'ai cependant trouvé sur quelques exemplaires des faces assez nettes, d^2 et b^9 (8.1.$\bar{9}$.10), ainsi que des traces de p (type I a).

Je dois à M. Lesslin un groupe de cristaux de quartz de la Gardette, supportant de curieux groupements b^1 de calcite, réunis à axes parallèles, mais avec des irrégularités d'assemblage, qui donnent à l'ensemble l'apparence d'un champignon.

D'assez jolis cristaux de calcite se trouvent avec blende et galène dans les calcaires liasiques minéralisés du lac de Laffrey; ceux que j'ai examinés sont des scalénoèdres d^2, opaques à faces arrondies; C'est probablement de ce gisement que vient la combinaison $e^2\ p$, figurée par Haüy (fig. 219).

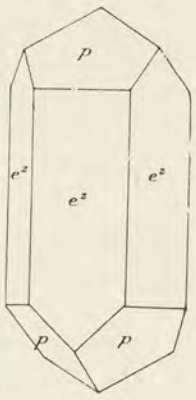


Fig. 219.
Calcite de Laffrey.

Les filons quartzeux des environs de Vienne et particulièrement ceux de blende et de galène de la Poype ont fourni jadis de jolis cristaux de calcite $b^1\ e^2$; $e^3\ b^1$, $e^3\ p\ a^1$; d^2; $d^2\ e^1$ (avec barytine).

Esterel. — *Var.* La mine de blende des Bormettes a fourni des masses caverneuses de quartz blanc, originairement moulé sur des rhomboèdres p de calcite, aujourd'hui disparus, et qui atteignaient jusqu'à 9 centimètres de plus grande dimension.

Algérie. — *Alger.* J'ai observé de beaux cristaux de calcite incolore, provenant des mines de panabase de l'Oued Allelah; ils appartiennent au type I b ($b^1\ e^2$, avec faces courbes de la zone $b^1\ e^2$). Le rhomboèdre b^1, avec ou sans e^2, se trouve avec chalcopyrite et dolomite dans la mine de panabase de l'Oued Bouchema.

Congo. — La calcite est la gangue principale de la dioptase de Mindouli; elle se présente parfois en beaux cristaux dans les cavités miarolitiques de veinules spathiques, qui traversent les calcaires compacts minéralisés. La forme dominante est p existant souvent seul; quelquefois, ce rhomboèdre est accompagné

de b^1, e^1, d^2, d^1, etc. réduits à des facettes linéaires ; dans d'autres cas, les cristaux présentent, e^3 assez développé, avec e^1, et des rhomboèdres inverses plus aigus, dont la courbure contraste avec la perfection des autres faces. Ces cristaux, qui peuvent atteindre 7 ou 8 millimètres, sont très limpides ; ils supportent de beaux prismes de quartz et de dioptase. La figure 220 représente une combinaison intéressante : $p\ e^3\ b^1\ e^1\ d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$, dans laquelle se trouve un scalénoèdre, à faces courbes, très voisin de λ $(16\bar{7}1)$; $(p\lambda = 126°33' ; \lambda\lambda = 164°)$.

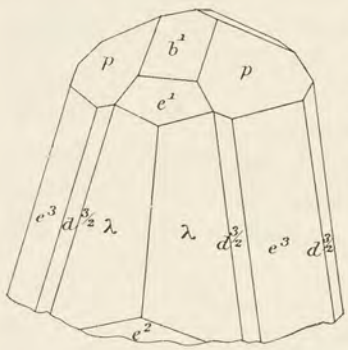


Fig. 220.
Calcite de Mindouli.

Les géodes de dioptase renferment parfois aussi des cristaux de calcite (rhomboèdres inverses aigus ou b^1), associés à des scalénoèdres b^x, dont l'arrondissement des faces et l'aspect terne contrastent avec la netteté des cristaux précédents.

La découverte de ces cristaux de calcite apporte la démonstration de l'hypothèse, que j'ai émise page 263 du tome I, sur la nature du minéral rhomboédrique, complètement pseudomorphisé en dioptase, que j'ai observé dans une collection d'échantillons de Mindouli, alors que l'on ne connaissait guère de ce gisement que des minéraux de cuivre.

b) *Filons ferrifères et manganésifères.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* M. Ungemach m'a signalé de petits cristaux de calcite dans le minerai de manganèse de la mine d'Adervielle : $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$ [et peut-être $d^{8/5}$ $(8.5.\bar{1}3.3)$] et e^1.

Cévennes. — *Gard.* Les mines de pyrite qui, aux environs d'Alais (tome II, p. 584), se trouvent dans les calcaires jurassiques [1] ont fourni de magnifiques cristaux de calcite ; le gisement le plus intéressant à signaler à cet égard est celui de Saint-Julien-de-Valgalgues ; les cristaux s'y sont rencontrés surtout dans les parties pro-

1. Je place ici ce gisement à cause de sa nature filonienne bien nette ; au point de vue de l'origine, la calcite qu'il renferme se rapproche de celle de gîtes de substitution ; elle y résulte de la transformation sur place de la roche traversée.

fondes, non oxydées de la mine. Par l'éclat de leurs faces et leurs dimensions, ce sont les plus beaux cristaux de calcite que j'ai observés en France ; ils rappellent à certains égards, les meilleurs échantillons du Cumberland.

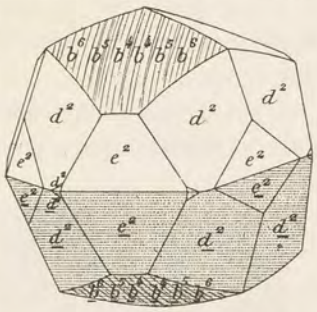


Fig. 221.
Macle suivant a^1. St-Julien-de-Valgalgues.

Les parois du calcaire sont généralement recouvertes de cristaux de 1 à 2 centimètres, incolores et limpides, sur lesquels sont fréquemment implantés des cristaux de grande taille, dont la couleur est d'ordinaire le jaune ambré. Dans les uns et les autres d^2 domine. Les petits cristaux sont généralement terminés par p ou par b^1, et quelquefois par les deux : les gros cristaux, au contraire, sont terminés seulement par des faces courbes et striées b^x, avec b^1 rarement distinct ; suivant les cristaux, on peut parfois, au goniomètre d'application,

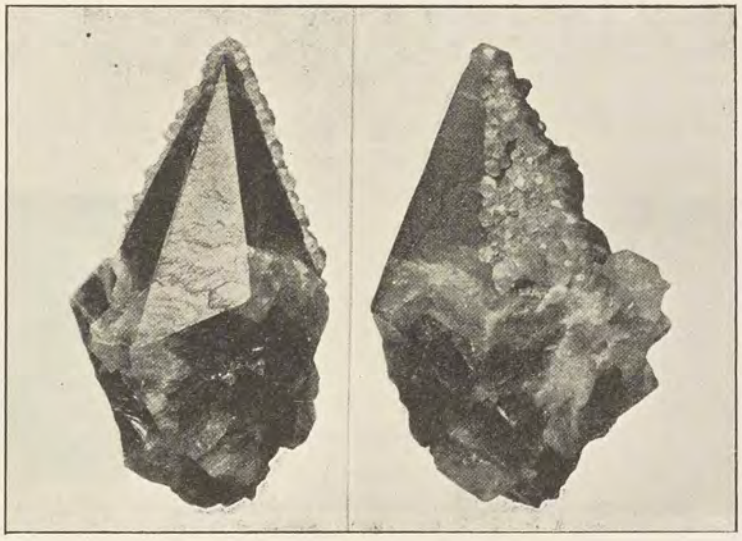


Fig. 222.
Gros scalénoèdre (d^2) jaune, recouvert de petits cristaux ($d^2\ b^1\ e^2$) blancs de calcite. St-Julien-de-Valgalgues. (*Réduction de moitié.*)

constater la prédominance de l'un ou de l'autre de ces scalénoèdres : b^4, b^5, b^6, etc., mais le plus souvent, le sommet du cristal est constitué

non par des faces, mais par des surfaces cylindriques, très brillantes. Le prisme e^2 ou des rhomboèdres aigus [$e^{9/4}$ (13.0.$\bar{1}$3.1) à e^3 (40$\bar{4}$1)], à faces toujours bombées, sont constants, mais peu développés.

Deux types sont réalisés, suivant que d^2 domine ou que



Fig. 223.

Macle suivant b^4 avec développement normal des deux scalénoèdres (d^2) composants. St-Julien-de-Valgalgues. (*Grandeur naturelle.*)



Fig. 224.

Macle suivant b^4 avec allongement suivant une arête d^2 b^4 et suppression de toutes les faces d^2 à l'exception de quatre. St-Julien-de-Valgalgues. (*Grossissement d'environ deux diamètres.*)

les formes du pointement sont aussi développées que ce scalénoèdre ; dans ce dernier cas, le cristal présente un aspect globuleux (fig. 221).



Fig. 225.

Macle suivant e^4 de deux cristaux (d^2 b^1). St-Julien-de-Valgalgues (*Grandeur naturelle.*)

Les gros cristaux sont presque invariablement maclés par accolement, suivant a^1, alors que cette macle manque généralement dans les petits cristaux incolores.



Fig. 226.

Même macle que dans la fig. 225, mais les faces d^2, limitrophes de la ligne de macle, sont très réduites. St-Julien-de-Valgalgues. (*Environ grandeur naturelle.*)

Parfois, deux faces opposées de d^2 prennent un développement anormal et le cristal s'allonge suivant leur arête d'intersection (fig.

25) ; ce cas est particulièrement réalisé, quand l'axe vertical des cristaux n'est pas perpendiculaire à la paroi sur laquelle ils sont implantés.

J'ai observé un très gros demi-cristal (7 centimètres) jaune foncé, uniquement formé par d^2 ; trois de ses faces seulement (fig. 222) sont entièrement recouvertes par des cristaux de calcite de seconde génération, ne dépassant pas un centimètre ; ils sont incolores et limpides et présentent les formes d^2, b^1, e^2. Toutes leurs faces, diversement orientées, sont suivant une direction commune, colorées en gris de fumée par des inclusions microscopiques. Plusieurs d'entre eux présentent la macle suivant b^1, dont j'ai trouvé aussi quelques magnifiques cristaux limpides de 1 cm. 5 environ, reposant sur des cristaux également incolores, implantés sur une paroi calcaire.

Ces macles rappellent celles de Guanajuato et offrent les deux types, représentés par les figures théoriques 4 et 5 ; les cristaux élémentaires sont moins simples cependant que dans ces figures. Le premier type (fig. 223) est une macle en cœur, dont les deux composants, terminés par b^1 et p, ont leur développement normal. Le second (fig. 224) est prismatique suivant la zone $d^2\ b^1$: les cristaux élémentaires présentent toujours de petites faces p dans la zone d'allongement, et sont terminés par des faces p en escalier croissant régulièrement à partir de la ligne de macle. Il n'existe qu'un très petit angle rentrant ($d^2\ \underline{d}^2$).



Fig. 227.
Macle suivant e^5 de la calcite de St-Julien-de-Valgalgues.
(*Grossissement de* $^1/_3$ *environ.*)

Enfin, il me reste à signaler la macle plus rare suivant e^1 $(02\bar{2}1)$, dont j'ai étudié deux beaux exemplaires (cristaux jaunâtres de la forme d^2 b^1), dont la photographie est représentée par les fig. 225 et 226. Dans l'un d'eux, dépourvu d'angle rentrant (fig. 226), les faces $d^2\ \underline{d}^2$, en zone avec le plan de macle, sont à ce point développées qu'elles ont presque fait disparaître toutes les autres faces. L'angle $p\underline{p}$ mesuré est de 144° 28'.

Les figures 227 et 228 représentent une macle nouvelle, suivant e^5

$(20\bar{2}1)$, inverse de e^1, dont je n'ai trouvé qu'un exemplaire implanté sur un échantillon présentant les macles précédentes. Les faces b^1 b^1 sont presque sur le même plan.

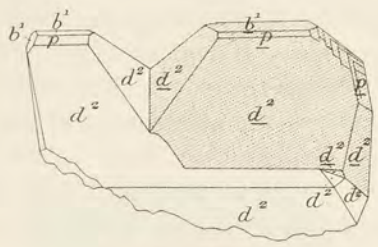


Fig. 228.

Macle suivant e^5 ; figure théorique de l'échantillon représenté par la figure précédente.

Ce gisement de Saint-Julien-de-Valgalgues peut être comparé à celui d'Union Springs (New-York), décrit par Penfield et Ford, qui y ont trouvé aussi les macles suivant a^1, b^1 et e^1, associées dans les mêmes géodes : le scalénoèdre dominant y est tantôt d^2 comme ici, et tantôt $d^{7/4}$ $(7.4.\bar{11}.3)$.

Les gros cristaux de calcite de Saint-Julien-de-Valgalgues sont quelquefois recouverts de lamelles incolores de barytine.

Ardèche. La calcite est fréquente dans les gisements d'hématite de la Voulte et de Privas ; la forme dominante est b^1, très strié, accompagné ou non de e^1. Un grand nombre de cristaux de même forme sont souvent emboîtés les uns dans les autres à axes à peu près parallèles.

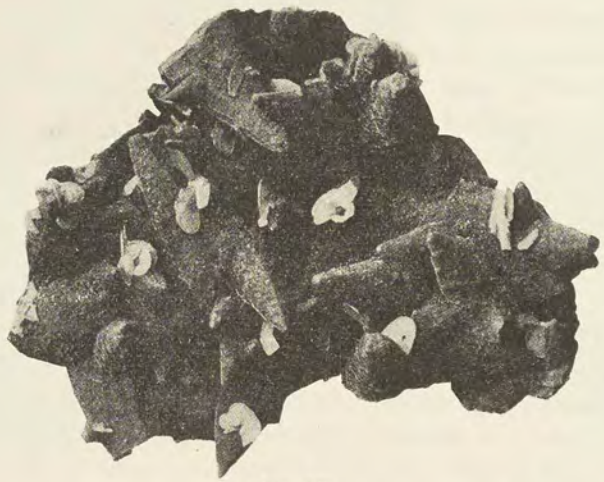


Fig. 229.

Scalénoèdres de calcite transformés en romanéchite et supportant des cristaux de barytine. Romanèche. (*Photographie un peu grossie.*)

Des macles suivant a^1 avec pénétration (type de la figure 140) se rencontrent à la Voulte.

Ces rhomboèdres recouvrent généralement de petits cristaux de

sidérite ; ils atteignent 1 centimètre de plus grande dimension, ils supportent parfois (La Voulte) de magnifiques cristaux de barytine. M. Ungemach m'a signalé à la Voulte la combinaison d^2 e^3.

De très jolis cristaux b^4 de calcite, empilés suivant l'axe vertical et saupoudrés de petits rhomboèdres de sidérite, ont été rencontrés à Saint-Priest.

Saône-et-Loire. Ceux des filons manganésifères de Romanèche, qui traversent le granite (voir à *romanéchite*) ne renferment des cristaux de calcite que comme extrême rareté, alors que ce minéral est très abondant dans le gîte de substitution de la même localité (voir page 572). Mais par contre, on y trouve parfois des pseudomorphoses et des périmorphoses intéressantes de calcite en romanéchite. A une période ancienne de l'histoire des filons, le carbonate de calcium a donc pu s'y former, mais y était instable.

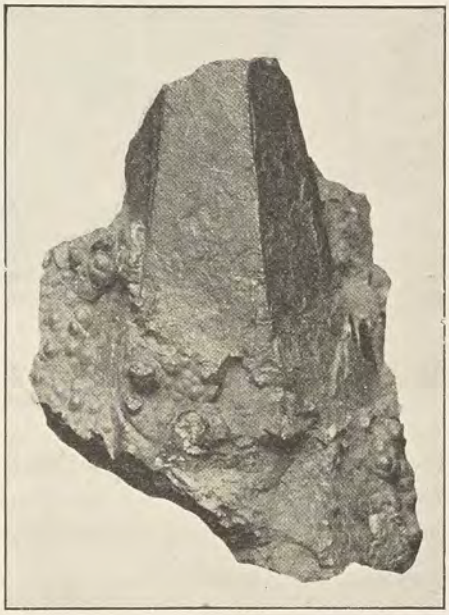


Fig. 230.
Scalénoèdre ($d^5|_4$) de calcite transformé en romanéchite. Romanèche. (*Grandeur naturelle.*)

Les pseudomorphoses atteignent parfois une grande taille (5 cm.) ; elles sont souvent creuses. On les rencontre très rarement entières ; ce sont des scalénoèdres $d^{5/4}$ ($5\bar{4}91$) (fig. 230) ou exceptionnellement des rhomboèdres e^1. La figure 229 représente des cristaux de même forme, qui ont pris des formes arrondies par suite de la production à leur surface d'aiguilles de romanéchite, à éclat velouté.

J'ai observé au milieu de la romanéchite concrétionnée de petites lames du même minéral, ayant la forme d'un triangle très aigu ; elles sont mélangées pêle-mêle. Ce sont des périmorphoses disloquées ; la romanéchite s'est déposée tout d'abord sous forme de minces plaquettes à la surface de scalénoèdres de calcite ; ceux-ci ont ensuite disparu. L'enveloppe creuse, qui les limitait, a été plus tard elle-même

disloquée, ses fragments ont été entraînés dans le filon, puis recimentés par une formation nouvelle de romanéchite (fig. 231). J'ai

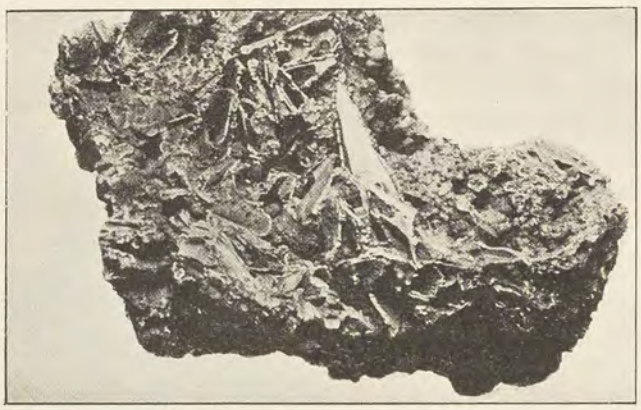


Fig. 231.
Carapace disloquée de périmorphoses de calcite en romanéchite concrétionnée. Romanèche. (*Photographie un peu grossie.*)

souvent recueilli à Romanèche des périmorphoses analogues effectuées aux dépens de la barytine, mais elles sont constituées par de l'hématite manganésifère et sont d'ordinaire intactes.

Vosges. — [*Alsace*]. Les mines d'hématite de Framont et de ses environs [La Chapelle, Grandfontaine (voir page 270)] ont fourni de très beaux cristaux incolores ou roses de calcite, se trouvant comme élément le plus récent dans des druses constituées par de la dolomite rhomboédrique ou par de la calcite en masses clivables. Ces cristaux sont associés à de petits rhomboèdres selliformes de siderite, à des lamelles d'hématite, quelquefois à de la pyrite, à de la barytine.

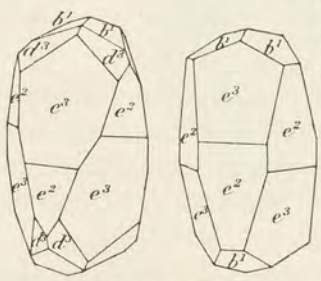


Fig. 232 et 233.
Calcite de Framont. Formes communes.

Carrière a donné dans son mémoire sur Framont la liste d'un assez grand nombre de formes, liste qui a été complétée par M. Stöber dans un travail plus récent (*Abhandlung geol. Specialkarte Elsass-Lothr.* V, 15, 1892) auquel sont empruntées la plupart des figures données ci-contre.

Le type le plus commun est caractérisé par la combinaison e^2 b^1 (fig. 18 et 19) ; ces cristaux atteignent 3 centimètres suivant l'axe vertical. A ce type peut être rattachée toute une série de combinaisons, dans lesquelles le pointement étant toujours constitué par b^1, les prismes sont remplacés ou accompagnés par des rhomboèdres plus ou moins aigus, les uns directs, $e^{11/4}$ ($50\bar{5}1$), $e^{11/5}$ ($16.0.\bar{1}\bar{6}.1$) (fig.20), e^3 ($40\bar{4}1$), (fig. 232 et 233), les autres inverses [$e^{9/5}$ ($0.14.\ \bar{1}\bar{4}.1$)] (fig. 21), auxquels s'ajoutent parfois des facettes des scalénoèdres d^2, d^3 ou, d'après Des Cloizeaux, $d^{5/4}$ ($54\bar{9}1$). Toutes ces combinaisons conservent, grâce à la prédominance des rhomboèdres très aigus, un faciès pseudo-prismatique très net.

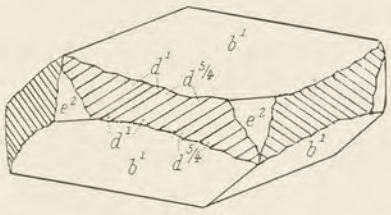


Fig. 234.
Calcite de Framont.

La fig. 234 m'a été communiquée par M. Ungemach : elle représente la combinaison $d^{5/4}$ $d^{11/8}$ ($11.8.\bar{1}\bar{9}.3$) ? d^1, b^1 et un rhomboèdre voisin de e^2 : l'échantillon provient de la Mine jaune.

La figure 235 représente un cristal de la même collection dans lequel il n'existe pas de faces prismatiques.

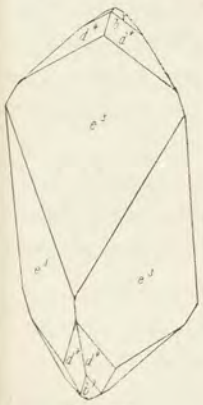


Fig. 235.
Calcite de Framont

Le type II *c* : (d^1 et e^2 surmontés de b^1) est moins fréquent que le précédent [fig. 236, d'après Haüy (*op. cit.* fig. 80)].

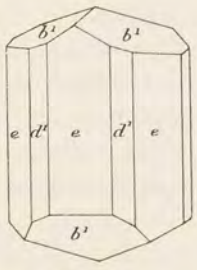


Fig. 236.
Calcite de Framont.

Beaucoup plus rares sont les cristaux appartenant au type scalénoédrique (type III, *a*) ; les plus habituels de ceux-ci sont caractérisés par la prédominance d'un scalénoèdre très aigu $d^5/_4$ ($54\bar{9}1$), qui existe parfois seul (fig. 237), mais qui est le plus souvent associé à un rhomboèdre aigu à arêtes arrondies $e^{22/17}$ ($0.13.\bar{1}\bar{3}.4$), avec ou sans a^4 (fig. 238).

La combinaison $d^{5/4}$ $e^{6/5}$ ($0.11.\bar{1}\bar{1}.4$) a été trouvée à la Mine jaune, au milieu des cavités de la dolomite. M. Ungemach m'a signalé $d^{6/5}$ ($6.5.\bar{1}\bar{1}.1$) en cristaux hyalins, à la Mine de la Chapelle.

Des cristaux de même aspect, mais avec $d^{15/13}$ ($15.13.\bar{2}\bar{8}.2$) comme

forme dominante, accompagnés de $e^{22/17}$ et de p, ont été aussi rencontrés (fig. 239). Ces scalénoèdres, d'ordinaire limpides, rappellent par leur forme aciculaire les cristaux d'aragonite du même gisement ; ils se trouvent soit isolés, soit groupés en buisson et atteignent 1 centimètre suivant l'axe vertical.

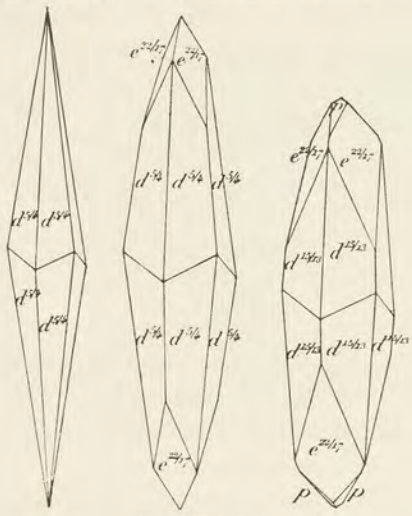


Fig. 237 à 239.
Calcite de Framont.

M. Stöber a décrit, en outre, des cristaux, dans lesquels la forme dominante est d^2 $(21\bar{3}1)$ avec e^2, e^3, b^1 et $e^{11/4}$ $(50\bar{5}1)$; ils sont souvent constitués par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus ; cette structure donne au cristal résultant une teinte d'un blanc de lait, avec un éclat un peu nacré.

Enfin Carrière a signalé à la Mine jaune des pseudomorphoses en quartz de cristaux de calcite de la combinaison d^2 p, qui n'a pas été rencontrée encore à l'état intact dans ce gisement.

c) *Dans les filons arsenifères.*

Alpes. — *Alpes-Maritimes.* Des recherches sont faites actuellement à Duranus sur des veines de calcite spathique, riches en réalgar [1]. Celles-ci se trouvent dans les mêmes conditions géologiques que les filonnets d'orpiment de Lucéram (t. II, p. 445), c'est-à-dire au milieu des marnes crétacées. Les cavités sont peu nombreuses, elles renferment des cristaux nets de calcite d^2 b^1, avec accessoirement b^1, e^1, e^2.

d) *Dans les filons de quartz non métallifères.*

Les filons de quartz, qui n'appartiennent pas aux catégories précitées, renferment assez souvent des cristaux de calcite ; je n'ai pas à signaler de

1. Ce gisement, fournissant de belles masses cristallines de réalgar, est à ajouter à ceux cités au paragraphe 3e de la page 442 du tome II. Depuis la publication de ce volume, j'ai à signaler, en outre, de beaux échantillons du même minéral, trouvés dans une recherche de panabase à Lina, près la Chapelle-Sainte-Croix en Alzen (*Ariège*).

gisement remarquable de ce genre, autres que ceux dans lesquels, par suite d'un changement survenu dans la composition des eaux, qui ont déterminé le remplissage du filon, la calcite a été périmorphisée ou pseudomorphisée en quartz. Le plus généralement, non seulement ces cristaux de calcite ont été transformés en quartz, mais encore ils ont été en outre recouverts par du quartz d'orientation quelconque, qui les a encapuchonnés. Grâce à l'existence d'une faible couche argileuse, ce quartz n'adhère pas toujours fortement aux pseudomorphoses et il est ainsi possible d'en obtenir une empreinte en creux et en relief (fig. 42, page 76).

Maine. — *Maine-et-Loire*. Les filons de quartz de la Changerie en Beaucouzé renferment de nombreuses pseudomorphoses de calcite en quartz ; ces cristaux, dans lesquels il reste parfois encore un peu du minéral originel, ont souvent plusieurs centimètres de plus grande dimension. Ce sont des scalénoèdres d^2 ou des rhomboèdres à arêtes courbes. Ces derniers sont généralement épigénisés par du quartz fibreux, qui, souvent aussi, les encapuchonne, de telle sorte qu'il est possible d'extraire les moules en creux et en relief du cristal.

Quant aux scalénoèdres, ils sont creux ; la carapace siliceuse, qui les constitue, est formée par des couches concentriques de quartz fibreux, laissant entre elles de nombreux interstices, souvent remplis par une argile ferrugineuse. Tandis que les rhomboèdres ont une surface lisse, la surface des scalénoèdres est hérissée de pointements cristallins de quartz.

Plateau Central. — *Loire*. Des cristaux de calcite, pseudomorphisés en quartz, ont été signalés par Passinges (*J. M.* VII. 201, 1797) dans un filon quartzeux, situé à la sortie de Montbrison, sur la route de Châtelneuf.

La collection du Muséum possède des échantillons de ces pseudomorphoses ; ce sont des scalénoèdres d^2, simples ou maclés suivant a^1, parfois creux ; leur surface est hérissée de pointements de quartz, comme dans les pseudomorphoses de Beaucouzé.

M. Drian a cité des pseudomorphoses de calcite en quartz dans un filon de quartz à Pont-la-Terrasse : la combinaison observée est $p\, d^{7/4}\, d^{5/2}$.

Puy-de-Dôme. La fig. 42 de la page 76 reproduit un échantillon de calcite pseudomorphisée en quartz, provenant du filon quartzeux de

Charbonnières-les-Varennes, en même temps que sa contre-empreinte en quartz. Les cristaux de quartz, qui le constituent, sont allongés suivant l'axe vertical et implantés normalement à la surface de la calcite. Les formes dominantes de ces cristaux sont p et $e^{7/2}$ $(30\bar{3}1)$. M. Gonnard y a aussi trouvé des scalénoèdres d^2, à surface chagrinée (*C. R.* CVII. 667. 1888).

Cantal. Des pseudomorphoses de gros rhomboèdres semblables à celles du gisement précédent se trouvent dans un filon de quartz, sur la route allant de Laroquebrou à la Ségalassière.

e) *Dans les gîtes métallifères de substitution.*

Dans les divers filons étudiés plus haut (voir note 1, page 560), sauf dans le cas où le terrain encaissant est calcaire, la calcite est le résultat d'un apport venu de la profondeur, au même titre que les autres minéraux, métalliques ou non, qui l'accompagnent. Dans les gisements, dont il va être question ici, au contraire, les produits métalliques venus de la profondeur et ayant par suite une origine filonienne, se sont progressivement substitués par double décomposition au calcaire servant de gangue au gîte métallifère. Le carbonate de calcium n'a pas toujours été complètement éliminé et, dans bien des cas, il a recristallisé d'une façon remarquable. Ce sont les cristaux de ce genre dont je vais m'occuper.

α) Gîtes calaminaires.

La calcite est très abondante dans tous les gisements calaminaires français, mais ses cristaux, d'ordinaire d'un blanc de lait, sont généralement peu intéressants et souvent peu distincts, leurs faces sont fréquemment courbes ; il serait intéressant de rechercher s'ils ne doivent pas cette particularité à une petite teneur en oxyde de zinc.

Algérie. — Parmi les échantillons assez nombreux, que j'ai eus entre les mains, ceux de deux localités seulement méritent une mention.

Oran. A l'Oued Ouarsenis, les cristaux, e^1 ou $e^{6/5}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.4)$, avec fréquemment de petites facettes p et a^1, sont abondants ; ils sont parfois groupés en grand nombre à axes imparfaitement parallèles et présentent la particularité d'être recouverts d'une pellicule fort mince de calcite, qui leur donne un éclat nacré extrêmement vif. Ces lamelles sont peu adhérentes et peuvent être aisément enlevées ; elles sont assez minces pour donner en lumière polarisée des teintes du premier

ordre de la gamme de Newton ; leur orientation est celle de la face dont on les a détachées. Elles se différencient ainsi de la calcite lamellaire, nacrée, ordinaire, qui est aplatie suivant la base.

Constantine. Les cavités miarolitiques du mélange de willémite et de calamine, qui constitue l'un des minerais de Bou-Thaleb, renferment d'assez jolis cristaux limpides de calcite, dont la forme unique ou dominante est p.

Tunisie. — J'ai examiné de très petits cristaux, fort brillants, mais très enchevêtrés de calcite, formant des groupes clairsemés dans les cavités de la smithsonite de Kanghuet ; la forme dominante est p, avec de petites facettes e^1 et un rhomboèdre à faces courbes, qui paraît être $e^{12/17}$ $(0.29.\bar{2}\bar{9}.22)$.

Au Djebel Azered près Thala, cristaux laiteux et très éclatants formant des groupements cristallitiques stalactiformes très complexes, dans lesquels prédominent p, b^1, avec aussi de petites facettes e^1.

Tonkin. — M. Dupouy m'a donné de beaux rhomboèdres, p, un peu polysynthétiques, de 2 cm. provenant du gîte de Trang Da, près de Tuyen Quang.

β) Gîtes ferrifères et manganésifères

Pyrénées. — *Ariège.* La limonite de la mine de Rancié-en-Sem, près Vicdessos, renferme assez fréquemment des cristaux de calcite, atteignant parfois une grande taille ; ils se trouvent à l'intérieur de géodes mamelonnées de limonite fibreuse et constituent le dernier minéral formé. Ces cristaux paraissent avoir été plus abondants dans les parties de la mine anciennement exploitées que dans celles où l'on travaille actuellement. Les formes sont assez variées.



Fig. 240.
Calcite de Rancié.

J'ai observé dans d'anciens échantillons le rhomboèdre e^1 et la combinaison $d^{4/3}$ $(43\bar{7}1)$ e^1 (fig. 240) ; les cristaux blancs et parfois jaunâtres, irrégulièrement colorés et seulement translucides, forment des groupements à axes parallèles, dont l'ensemble est très allongé suivant l'axe vertical. Dans les échantillons que j'ai recueillis il y a quelques années, la forme dominante est e^1, avec des faces très courbes et probablement aussi $e^{6/7}$ $(0.13.\bar{1}\bar{3}.8)$, associés à p et à des faces a^1 bombées et irrégulières : dans

d'autres cristaux (3 à 5 millimètres), la forme dominante est le rhomboèdre cuboïde $e^{4/5}$.

Enfin, il me reste à signaler des cristaux raccourcis de la forme b^1e^2 d'un beau blanc laiteux, dont les sommets rhomboédriques sont jaunes et limpides ; e^2 est parfois remplacé par des faces bombées $e^{5/9}$ $(08\bar{8}1)$.

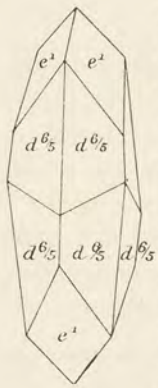


Fig. 241.
Calcite de Fillols.

On a trouvé aussi à Rancié des échantillons stalactiformes de calcite, rappelant par leur forme l'aragonite coralloïde du même gisement et constitués soit par de petits rhomboèdres aigus indéterminables, soit par des scalénoèdres arrondis (d^2, $d^{7/4}$) enfilés et enchevêtrés à la suite les uns des autres sans ordre géométrique (fig. 177).

Pyrénées-Orientales. Les mines de limonite du Canigou (notamment celle de Fillols) présentent les mêmes particularités que celles de Rancié. Les cristaux de calcite, que j'ai examinés et qui proviennent de vieilles exploitations, offrent des formes variées : souvent ils consistent uniquement en rhomboèdres aigus transparents ou d'un blanc laiteux et opaque ; $e^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$, $e^{6/5}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.4)$, $e^{8/7}$ $(05\bar{5}2)$ seuls ou associés, d'autres sont scalénoédriques (fig. 241).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* On a vu, page 565, que la calcite est extrêmement rare dans les filons manganésifères de Roma-

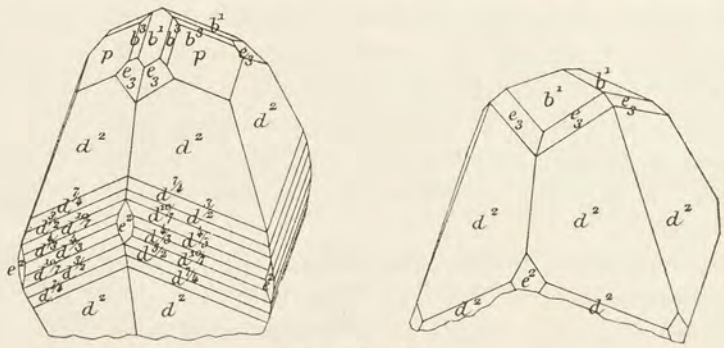


Fig. 242 et 243.
Calcite de Romanèche.

nèche traversant le granite. Elle constitue au contraire la gangue de la romanéchite dans l'amas de substitution de cette même mine. Cet amas résulte d'une transformation progressive du calcaire à gryphées ;

il est possible de recueillir des blocs de ce calcaire, dans lesquels une même gryphée est en partie intacte et en partie transformée en romanéchite. Celle-ci est curieusement concrétionnée et toutes ses cavités sont remplies de calcite clivable. Le même minéral tapisse des cavités avec ses cristaux limpides et éclatants, tantôt incolores, tantôt légèrement jaunâtres et parfois constitués par des couches successives, de couleurs différentes ; ils atteignent 4 centimètres suivant l'axe vertical.

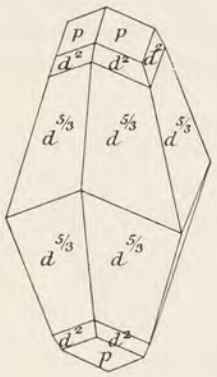


Fig. 244
Calcite de Romanèche.

Ces cristaux se rencontrent, soit dans les cavités du calcaire à gryphées rubéfié, mais non encore transformé, soit dans celles du minerai de manganèse. Ils sont toujours implantés normalement ou obliquement à leur gangue, et ne sont par suite jamais entiers ; je n'y ai observé aucune macle.

Des cristaux dépassant 1 centimètre de plus grande dimension, implantés sur le calcaire, sont relativement simples de forme et appartiennent au type III *a*. Le scalénoèdre d^2 domine toujours, d'ordinaire associé à des scalénoèdres plus aigus très striés : $d^{6/5}$ (6.5.$\bar{1}\bar{1}$.1) ou $d^{5/3}$ (53$\bar{8}$2) et parfois l'un et l'autre ; ils présentent souvent e^2, e^3, e^1 (linéaire) et sont terminés, soit par *p* avec ou sans b^1, soit par des scalénoèdres très arrondis, difficilement mesurables, parmi lesquels j'ai pu cependant identifier b^7 (61$\bar{7}$8), b^4 (31$\bar{4}$5), b^3 (21$\bar{3}$4), et l'isoscéloèdre b^2 (11$\bar{2}$3). Quand *p* manque, ces formes arrondies sont assez larges.

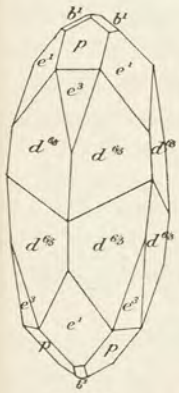


Fig. 245.
Calcite
de Romanèche.

De petits cristaux très limpides du même type se trouvent dans la romanéchite imprégnée de calcite lamellaire et aussi dans le calcaire rubéfié. Ils sont terminés par *p*, avec parfois b^3, b^5 (41$\bar{5}$6) et d'une façon constante, de petites facettes d'une forme rare, l'isoscéloèdre e_3 (22$\bar{4}$3) (fig. 242 et 243). J'ai observé en outre les scalénoèdres $d^{7/4}$ (7.4.$\bar{1}\bar{1}$.3), $d^{3/2}$ (32$\bar{5}$1), $d^{11/8}$ (11.8.19.3), $d^{4/3}$ (43$\bar{7}$1) et peut-être $d^{10/7}$ (10.7.$\bar{1}\bar{7}$.3). Ces scalénoèdres, qui accompagnent d^2, sont représentés par de petites faces très striées, mais éclatantes.

Dans quelques cristaux, tapissant des cavités de romanéchite, et

dépassant 1 cm. 5 suivant l'axe vertical, la forme dominante est $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$, alors que d^2 ne constitue plus qu'une petite facette bordant les faces p qui terminent généralement ces cristaux (fig. 244) ; $d^{5/3}$ est très strié, mais fort brillant. La figure 245 représente une autre combinaison, dont d^2 est absent.

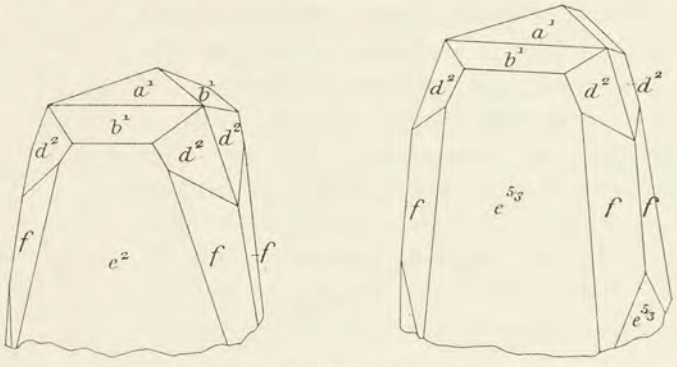


Fig. 246 et 247.
Calcite de Romanèche.

Enfin, j'ai trouvé jadis dans la collection de M. Chamussy un petit échantillon, offrant une forme curieuse, et dont il existe aussi des cristaux dans la collection de Des Cloizeaux : ils sont formés par les combinaisons : a^1 b^1 d^2, f $(12.11.\bar{2}\bar{3}.4)$ [1] avec, suivant les cristaux, e^2 (fig. 246), ou $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$ (fig. 247). Il existe parfois sur a^1 des gouttières parallèles aux arêtes a^1 b^1.

Algérie. — *Alger*. Les poches ferrugineuses (limonite) du calcaire liasique de Milianah sont tapissées de gros cristaux transparents (e^1 a^1 p) de calcite ; ils sont quelquefois ternis par corrosion ; les arêtes a^1 et e^1 sont remplacées par des faces courbes.

Oran. Rhomboèdres b^1 blancs, empilés suivant l'axe vertical, sur cristaux indistincts de sidérite, qui recouvrent eux-mêmes la magnétite du Djebel Mzaita, près de Lourmel.

Constantine. Les gisements du Djebel Ouenza (voir sidérite) renferment des cristaux de calcite implantés sur l'hématite : j'ai observé parmi des échantillons que je dois à M. Coëz : 1° des scalénoèdres incolores ou laiteux formés autour d'un cristal de même forme, jaune ; d^2, e^3, e^2 dominent avec scalénoèdres courbes de la zone d^2 e^1 ;

1. Cette forme est le f de Des Cloizeaux, mais j'ai adopté la rectification de notation proposée par M. Cesáro (Mém. sur la calcite de Rhisnes, *op. cit.*, p. 344).

2° des cristaux absolument incolores et hyalins paraissant verts, parce qu'ils forment une sorte de glaçage à la surface de mamelons de malachite, recouvrant eux-mêmes des cristaux de sidérite pseudomorphisés en hématite. Les formes de la calcite sont peu distinctes, par suite de l'enchevêtrement des cristaux, j'y ai noté cependant les formes suivantes p, b^1, b^x (très striées), d^2, e^2.

Tunisie. M. de La Durandière m'a communiqué une curieuse stalactite de limonite provenant du Djebel Gheriffa, couverte de cristaux de calcite aplatis suivant une base bombée, que bordent divers rhomboèdres : b^1, e^1 et des formes aiguës voisines de e^2.

γ) Gîtes antimonifères.

Je ne cite que pour mémoire ce genre de gisement fréquent en Algérie (voir p. 16 et tome II, p. 457). Je n'ai vu de cette provenance que de la calcite lamellaire.

ε) Remplissage incomplet de fentes dans diverses roches.

La calcite se rencontre dans les fentes incomplètement remplies d'un grand nombre de roches non calcaires, dont il a été question déjà à l'occasion du quartz. Dans bien des cas, notamment dans les roches basiques, elle peut être regardée comme le résultat d'une altération sur place de la roche traversée, mais plus souvent elle a été apportée par des circulations d'eau.

Elle est accompagnée de cristaux de zéolites, de quartz, d'épidote, d'axinite, de prehnite, d'asbeste, de chlorite, d'anatase, de brookite, d'ilménite, etc., et l'on peut constater que sa cristallisation est contemporaine de celle de ces minéraux, qu'elle recouvre, qu'elle englobe ou qu'elle supporte (Oisans, Piquette déras lids, etc.).

Là encore je ne citerai que les gisements remarquables par quelque particularité.

Normandie. — *Orne*. Les fentes de la granulite de Pontpercé en Condé-sur-Sarthe renferment des masses lamellaires papyracées de calcite, aplaties suivant la base.

Bretagne. — *Finistère*. J'ai recueilli dans les fentes de la kersantite de l'Hôpital Camfront, près Brest, la même variété lamellaire de calcite, dont les lamelles alternent avec des lames extrêmement minces de quartz hyalin ; elles englobent un peu de fluorine violette.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Les zéolites du tunnel de Cambo (chabasie, heulandite, stilbite, analcime) sont accompagnées dans les fentes du gneiss par des cristaux nets de calcite, offrant la forme a^1 d^1 ($11\bar{2}0$), avec parfois de petites facettes p : ils sont aplatis suivant la base (fig. 248).

La combinaison b^1 e^2 se rencontre dans les fentes des schistes paléozoïques d'Asté-Béon.

Hautes-Pyrénées. Les fentes du granite et des assises sédimentaires (calcaires et schistes) modifiées à son contact aux environs de Barèges (voir à *albite*, *quartz*, *axinite*) et notamment à la Piquette déras lids, renferment en abondance de la calcite ; elle s'y présente le plus souvent sous forme de grandes masses, parfois transparentes comme le spath d'Islande, englobant ou supportant des cristaux d'axinite, de prehnite (koupholite), d'épidote, de quartz, de l'asbeste. J'ai observé des filonnets de quelques centimètres ou même de quelques décimètres de longueur, entièrement remplis par de la calcite, qui possède une orientation uniforme, dans un volume de la grosseur de la tête : cette calcite englobe de l'asbeste, ou du quartz, dont les fibres ou les cristaux sont implantés normalement aux parois de la fente et par suite régulièrement distribués dans leur hôte, mais sans que les deux minéraux aient de relations géométriques constantes. Plus rarement, il existe des cristaux nets de calcite.

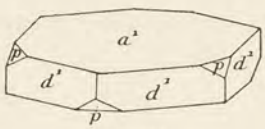


Fig. 249.
Calcite de Cambo.

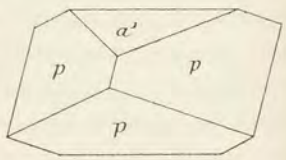


Fig. 250.
Calcite de la Piquette déras lids.

La collection du Muséum possède un groupe de deux gros rhomboèdres p, tronqués par a^1 (fig. 250), provenant de la Piquette.

Dans la même région, ainsi que dans le massif du Pic du Midi, la calcite laminaire suivant a^1 est fréquente. Enfin, M. Goguel a signalé (*B. S. M.* XI, 156, 1888) dans les fondations de l'Observatoire du Pic, des cristaux nets de cette forme, qui sont limités par des faces p.

De beaux échantillons analogues ont été rencontrés au lac d'Ilèou, près Cauterets.

Haute-Garonne. De belles lames de calcite, lamellaires suivant la base, ont été trouvées, il y a quelques années, dans les fentes de la granulite de Bagnères-de-Luchon ; elles étaient moulées sur les parois, produisant des surfaces ondulées, comparables à un linge mouillé appliqué sur une roche.

Pyrénées-Orientales. La même variété de calcite constitue dans les fentes du granite d'Amélie-les-Bains des lames qui, au contraire, sont très planes, et s'enchevêtrent, pour former des masses caverneuses légères, remplies de vides polyédriques.

Plateau Central. — *Ardèche. Loire.* La calcite lamellaire se trouve aussi dans les fentes du granite de Tournon (*Ardèche*), dans celles du gneiss de Cornillon près le Pertuiset (*Loire*). D'après M. G. Friedel (*B. S. M.* XIX. 215. 1896), les lames très minces de ce dernier gisement ne présentent pas de clivages rhomboédriques, elles ont une densité (2,64) et une dureté inférieures à la normale. A la Chaudière en Bellegarde se trouvent des veines (2 cm. 5 de largeur) de calcite blanche, fibreuse suivant une arête *pp*.

Haute-Loire. Les filonnets de quartz fibreux de Coste Cirgues, près Brioude, décrits page 72, ont parfois leur partie centrale remplie par de la calcite fibreuse, dont les fibres se trouvent sur le prolongement de celles du quartz. Elles sont allongées suivant une arête *pp*.

Haute-Vienne. La collection du Muséum possède un échantillon, indiqué comme provenant des environs de Limoges. C'est une granulite altérée recouverte de petits cristaux $d^2\ b^4\ (31\bar{4}5)$ de calcite blanche, associés à de l'albite (type I *a* bis).

Charente. Les fentes du granite de Saint-Maurice-de-Confolens, sur la bordure extrême ouest du Plateau central, renferment de la calcite papyracée.

Rhône. — M. Gonnard a signalé (*Min. Rhône et Loire*, 1906.76) de beaux cristaux (3 cm. 5) de calcite : $e^1\ d^2\ d^1$ dans les fentes du gneiss du tunnel de la Gorge du Loup, au nord de Lyon.

Vosges. — [*Alsace*]. Les fentes des kersantites et des minettes des Vosges sont souvent traversées par des veinules de calcite lamellaire. M. Stöber a observé (*Abhandl. Specialkarte Elssass Lothr.* V., n° 1, p. 24) dans une carrière, située sur la route de Sainte-Marie-aux-Mines à Saint-Dié, des cristaux noirs de 5 à 15 millimètres accompagnant de la barytine, de la dolomite et de l'hématite. Ils présentent le scalénoèdre $d^{5/3}\ (5\bar{3}82)$ comme forme dominante, avec en outre e^3 $(40\bar{4}1)$, e^2 et une série de rhomboèdres inverses : $e^{6/5}$ $(0.11.\bar{1}\bar{1}.4)$, $e^{3/5}$ $(08\bar{8}7)$, $e^{1/3}$ $(04\bar{4}5)$, b^1 ; des macles suivant a^1 se rencontrent parmi eux, accompagnées par d'autres cristaux $(e^2\ b^1)$ de formation plus

récente. M. Ungemach m'a signalé dans ce gisement de beaux scalénoèdres d^2, supportant des cristaux de quartz.

Alpes. — *Massif du Mont Blanc. Haute-Savoie.* Les cristaux de quartz, qui tapissent les fentes de la protogine et des roches cristallines ou paléozoïques du massif du Mont Blanc, sont parfois accompagnés de beaux rhomboèdres (p) de calcite ; j'en ai observé mesurant 5 centimètres d'arête ; ils sont laiteux ou imprégnés de ripidolite : Dôme du Goûter, Aiguille du Goûter (pa^1). M. Le Roux m'a communiqué un grand scalénoèdre d^2 (15 centimètres) isolé de sa gangue et indiqué comme provenant de Chamonix, peut-être a-t-il été recueilli dans un gisement de ce genre, à moins qu'il ne provienne des fentes des calcaires sédimentaire du massif.

La collection Haüy renferme des cristaux, implantés sur quartz hyalin et indiqués comme provenant du Mont Blanc, ils présentent à peu près également développés, b^1 et un rhomboèdre aigu à faces arrondies indéterminables, ainsi que de petites faces d^2.

Alpes. — *Isère.* Les filons de quartz de l'Oisans et toutes les fentes, où l'on rencontre l'anatase et ses satellites, renferment en quantité plus ou moins grande des cristaux de calcite, présentant parfois des dimensions énormes et une grande variété de formes. Les principales combinaisons de ces cristaux ont été représentées par de Bournon (*Traité de la chaux carbonatée*, 1808), par Haüy (*op. cit.*) et par Lévy (*op. cit.*). Celles qu'ils ont étudiées déjà et celles que j'ai moi-même examinées peuvent être groupées en un certain nombre de types.

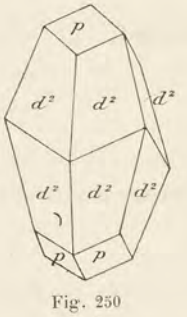


Fig. 250
Calcite
forme commune.



Fig. 251.
Calcite de l'Oisans.

Le gisement le plus remarquable à cet égard est le filon de Font-Poulain à Maronne (voir page 80) ; les cristaux de calcite, que l'on y a trouvés, atteignent communément 10 centimètres suivant l'axe vertical et dépassent souvent cette taille. Le Muséum possède un groupe de cristaux de ce genre mesurant 0^m 80 sur 0^m 50 et supportant une quarantaine de cristaux, dont les plus gros mesurent 12 cm. suivant l'axe vertical.

La calcite de Maronne est blanche ou violacée, quand elle recouvre du

quartz hyalin, jaunâtre ou jaune vif, lorsqu'elle est implantée sur le quartz enfumé.

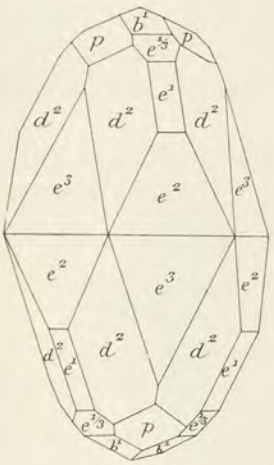


Fig. 252.
Calcite de l'Oisans.

Les gros cristaux blancs ou rosés de calcite de Maronne sont parfois colorés en gris vert par de la ripidolite, mais seulement au voisinage de leur gangue, qui est elle-même recouverte de petits cristaux gris de calcite de même forme. C'est sur ceux-ci ou sur la partie grise des gros cristaux que se trouve implantée la variété de sphène, désignée sous le nom de *spinthère*.

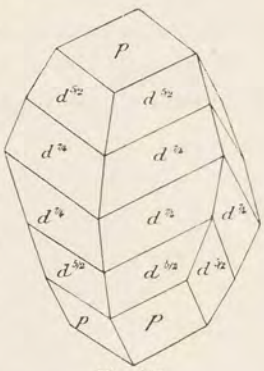


Fig. 253.
Calcite de l'Oisans.

Parmi ces cristaux de l'Oisans, le type III *a* est le plus commun. La combinaison la plus habituelle est $d^2 p$ (fig. 250) ; les faces d^2 sont généralement brillantes, les faces p au contraire sont raboteuses et souvent creusées de profondes cavités. Ces cristaux sont fréquemment formés par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus ; les faces d^2 peu développées servent en quelque sorte de cadre continu à ces cristaux, dont la nature polysynthétique apparaît dans les pointements, formés par des faces p d'individus de taille variée. Les cristaux présentent parfois en outre les formes b^1, e^1, $e^{1/3}$ (fig. 252) ou $e^{1/5}$ ($0\bar{3}\bar{3}2$) et e^3 (fig. 251) (Haüy, *op. cit.* fig. 153 et 107, cette dernière a été redessinée).

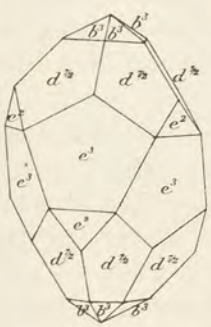


Fig. 254.
Calcite de l'Oisans.

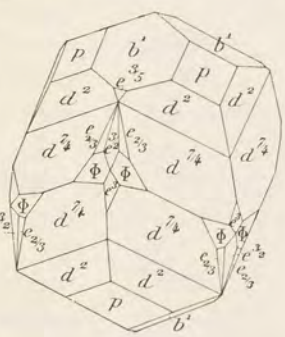


Fig. 255.
Calcite de l'Oisans.

Plus rarement, le scalénoèdre n'est pas d^2 ; tel est le cas des com-

binaisons suivantes : $d^{7/4}$ (7.4.$\bar{11}$.3), $d^{5/2}$ (5.52.$\bar{57}$3) p (fig. 253, Haüy *op. cit.* fig. 63) ; $d^{5/3}$ (53$\bar{8}$2) d^2 citée par Lévy (Maronne avec spinthère) et enfin $d^{7/2}$ (72$\bar{9}$5) $b^3\,e^3\,e^2$, citée par le même auteur.

La figure 255 représente un cristal isolé de ce même type, que j'ai trouvé dans une vieille collection ; il porte une série de formes rares : $e^{3/5}$ (08$\bar{8}$7) $e_{2/3}$ (15$\bar{6}$2), Φ (17.8.$\bar{25}$.3) : il mesure 2 centimètres et a certaines de ses faces corrodées.

D'autres cristaux à rapporter au type I *a bis* ne se trouvent pas à Maronne, au moins à ma connaissance, mais sont répandus dans tout

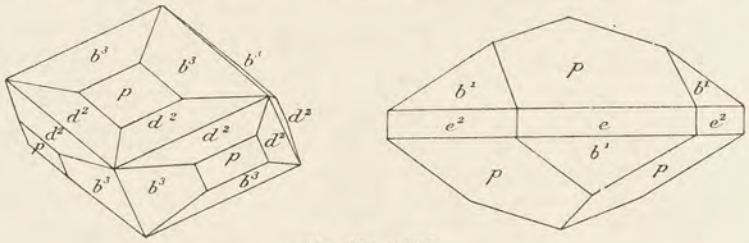


Fig. 256 et 257.
Calcite de l'Oisans.

l'Oisans. Ils présentent p, avec d^2 et un scalénoèdre b^3 (21$\bar{3}$4) ou b^4 (21$\bar{4}$5) également développé (fig. 256).

Les types rhomboédriques paraissent moins fréquents. On peut signaler p avec ou sans a^1 ; $b^1\,p$, avec (fig. 257) (Haüy *op. cit.* p. 58) ou sans e^2, plus rarement les combinaisons $b^1\,b^x$ à faces courbes, si fréquentes à Maronne dans les fentes du calcaire.

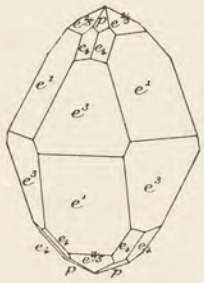


Fig. 258.
Calcite de l'Oisans.

La fig. 258 est la reproduction d'une combinaison donnée par Lévy : $e^1\,e^3\,e^{2/5}$ (07$\bar{7}$8) e_4 (32$\bar{5}$4) avec p d'après l'Atlas (pl. VIII, fig. 113), alors que dans le texte cet auteur indique a^4 (10$\bar{1}$2). J'ai reproduit la figure telle qu'elle est donnée dans l'Atlas, mais il est probable que c'est le texte qui doit être exact, Lévy désignant généralement dans ses descriptions p par le terme de primitif.

La collection du Muséum possède un échantillon intéressant, ayant fait partie de la collection Gillet de Laumont ; c'est un fragment de gneiss, provenant d'Armentières, et supportant un groupe de petits cristaux de quartz enfumé, sur lesquels sont implantés trois gros rhomboèdres p de calcite (3 centimètres), maclés suivant b^1. Ces cristaux,

un peu chloriteux, sont en partie creux et recouverts d'une ripidolite gris verdâtre pâle (fig. 259). Enfin, il me reste à parler d'un dernier type de cristaux. La Combe de la Selle a fourni de beaux échantillons, aplatis suivant la base et limités par le rhomboèdre p ; un exemplaire de ce type est associé à du quartz hyalin et présente sur les faces a^1 de très

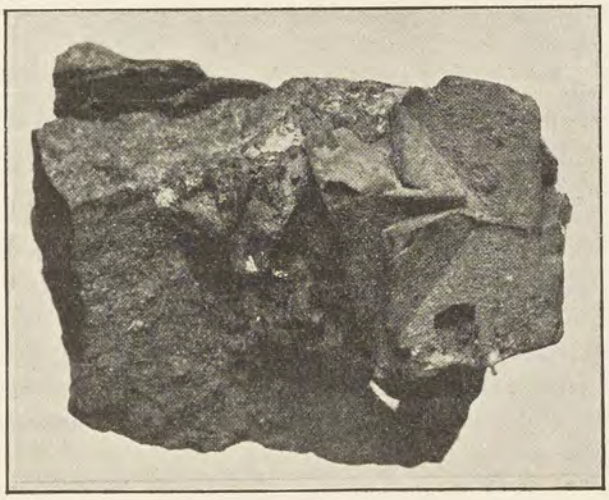


Fig. 259.
Groupe de rhomboèdres p de calcite, maclés suivant b^1 et implantés sur micaschiste. Armentières.

nombreux cristaux de calcite régulièrement orientés comme leur support. Une partie de ces cristaux est postérieure au quartz, qui les accompagne, mais celui-ci englobe parfois des lames calcaires.

M. Groth a signalé de semblables lames de calcite, parfois maclées suivant a^1 et bordées par des faces ternes b^1, dans les fentes à axinite d'Auris (*Z. K.* XIII, 95, 1888).

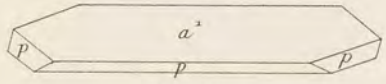


Fig. 260.
Calcite de la Combe de la Selle.

J'ai étudié d'autres rhomboèdres basés, provenant également des environs de Saint-Christophe; l'un d'eux (collection du Muséum) est extrêmement allongé suivant une arête $a^1 p$ (fig. 260), parallèlement à laquelle il mesure 17 centimètres; il a la forme des cristaux d'hématite, représentés par la fig. 5 de la page 256.

Hautes-Alpes. Les fentes des chloritoschistes de la cascade des

Fréaux, qui fournissent de jolis cristaux de quartz et d'anatase, renferment en abondance des cristaux blancs de calcite, implantés sur le quartz et atteignant 1 centimètre ; dans les très nombreux échantillons que j'ai passés en revue, je n'ai trouvé que le rhomboèdre primitif avec fréquent allongement suivant une arête culminante.

Dans un gisement de quartz hyalin de la Parre, près le lac de Ravichon (Villar d'Arène), la calcite offre la combinaison a^1 p, avec très grand aplatissement des cristaux suivant a^1.

Les cristaux d'anatase du torrent de la Plate de Muratouse et du Mousset, près la Grave, sont associés à de petits scalénoèdres (d^2) de calcite fort nets. Ils sont incolores, gris, possèdent une couleur jaune se rapprochant de celle de l'anatase ; ils sont fréquemment chlorités.

Corse. — De très gros cristaux jaunes, de la forme e^1, tapissent les fentes des schistes micacés de Cardo près Bastia.

Guyane. — Les schistes cristallins de la mine Adieu-Vat sont traversés par des veinules calcaires, contenant de la pyrite et fournissant de jolis cristaux de calcite : d^2 dominant, e^3, e^2, avec des scalénoèdres très striés $d^{x>2}$ et b^x également très striés, et ne fournissant aucune mesure satisfaisante.

4° *Dans les roches éruptives et métamorphiques.*

La calcite est un des éléments secondaires les plus fréquents de toutes les roches d'origine éruptive ou métamorphique et particulièrement des roches basiques. Elle se produit fréquemment par altération *sur place* de leurs minéraux basiques. Tantôt elle remplace plus ou moins complètement quelques-uns d'entre eux seulement [olivine, augite, hypersthène des basaltes, labradorites, diabases (ophites), andésites, trachytes] et s'y substitue peu à peu et tantôt elle imprègne d'une façon quelconque tous les éléments, en comblant les cavités de la roche, qui peut ainsi devenir méconnaissable. Je rappellerai notamment le cas des *kersantites*[1] de la rade de Brest (*Finistère*), dans lesquelles la calcite secondaire est si abondante, qu'elle a été considérée autrefois

1. Ces roches sont traversées par des veinules de calcite et de quartz dans lesquelles s'observent parfois des cristaux distincts des deux minéraux. La calcite a pour forme dominante p, avec souvent des facettes linéaires de scalénoèdres [d^5 $(51\bar{6}4)$, $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$] et de b^4. J'ai vu sur un échantillon de très petits cristaux de pyrite localisés sur ces facettes b^4.

comme un élément constituant caractéristique, et enfin les roches du Puy-de-Dôme appelées par les anciens auteurs *hémithrènes*, et qui ont été regardées jadis comme une variété de calcaire, alors qu'elles ne sont que des roches filoniennes basiques (porphyrites) calcifiées.

Cette calcite secondaire n'a pas d'intérêt minéralogique ; il n'en est pas de même de celle qui se trouve parfois en beaux cristaux dans les vacuoles ou cavités des roches volcaniques basiques, où elle accompagne fréquemment les zéolites. Cette calcite semble, dans certains cas, due à une altération de la roche, ayant suivi de peu sa consolidation ; mais dans d'autres cas, surtout dans les roches amygdaloïdes anciennes (mélaphyres des anciens auteurs), elle résulte de son altération postérieure.

Il ne sera question ici que des gisements fournissant de bons cristaux ; je ne m'occuperai pas des amygdales remplies par de la calcite lamellaire ou fibreuse, leurs gisements sont aussi nombreux que dépourvus d'intérêt. Il est cependant utile d'indiquer que la calcite secondaire microscopique des basaltes, des labradorites et des andésites basiques d'Auvergne se présente assez souvent en sphérolites très réguliers, possédant les propriétés optiques étudiées page 435 ; ils sont souvent associés à de la sidérite possédant la même structure.

a) *Dans les basaltes.*

Plateau Central. — *Haute-Loire*. La calcite est abondante dans les fentes et les cavités des basaltes de la Haute-Loire, où elle se présente soit seul, soit associée à l'aragonite. Il y a lieu de citer d'une façon toute particulière le basalte de Coubon, celui de Fay-le-Froid : $p\ b^1$.



Fig. 261.
Ferrocalcite du Paradis en le Puy.

La collection du Muséum renferme un échantillon (fig. 261) provenant du Paradis en le Puy et constitué par de la calcite, jaune clair opaque, formant des gerbes en éventail à section triangulaire, à éclat gras et soyeux, qui rappellent certains échantillons de ferrocalcite des basaltes de Richmond (Victoria) ; les clivages terminaux de ces gerbes

ne sont pas plans et ont la forme de calottes sphériques irrégulières : j'ai observé e^1 dans un autre basalte du Puy.

La fig. 262 représente un curieux échantillon constitué par des rhomboèdres b^1 de calcite implantés dans une cavité du basalte du Rocher Rouge près du Puy ; ils sont groupés en rosettes, avec de petites déviations régulières de leur axe vertical ; leur ensemble rappelle l'*eisenrose* des Alpes.



Fig. 262.
Groupement en rosette de rhomboèdres b^1 de calcite. Rocher-Rouge, près le Puy.

Puy-de-Dôme. J'ai observé de très nombreux échantillons de calcite blanche ou jaune dans le basalte exploité à Montaudou, près Royat ; les formes sont peu variées ; la plus fréquente est le rhomboèdre b^1 en cristaux distincts et plus souvent en groupes enchevêtrés, dont la surface est hérissée d'arêtes arrondies ; ces croûtes de calcite sont quelquefois recouvertes de cristaux d'aragonite ou saupoudrées de cristaux de quartz hyalin.

De gros rhomboèdres e^1 jaunes, à faces courbes, se rencontrent dans le basalte de Périer ; les plus beaux sont inclus dans des géodes distinctes de celles qui contiennent la chabasie et la christianite.

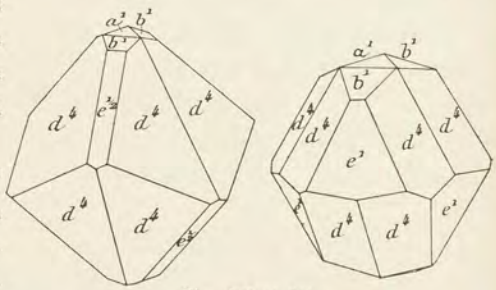


Fig. 263 et 264.
Calcite de la Tour de Boulade.

Ce sont les formes b^1 et e^1 qui dominent dans les basaltes du Puy-de-Marman (avec quelquefois p), de Monton (e^1 groupés en gerbes). Au Puy-de-Marman, les rhomboèdres b^1 lenticulaires forment parfois aussi une gaine continue à des cristaux de mésotype ; M. Gonnard y a cité $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$.

Dans les pépérites de la Tour de Boulade (Gevillat), se rencontrent des cristaux blancs de calcite (b^1), enfilés en grand nombre le long de l'axe vertical ; il existe aussi des rhomboèdres inverses aigus et des scalénoèdres, que je n'ai pu déterminer, dans les mauvais cristaux que

j'ai eus à ma disposition ; des cristaux jaunes sont formés par des rhomboèdres ternes un peu plus aigus que e^2. Enfin, j'ai examiné un curieux échantillon dont les cristaux sont malheureusement fort corrodés ; sur un agrégat de petits rhomboèdres cuboïdes de calcite, sont disposés des cristaux atteignant 1 cm. 5 ; la forme dominante est un scalénoèdre obtus, $[d^4(41\bar{5}3)]$, terminé par de petites facettes b^1 et a^1] ; il existe en outre d'autres rhomboèdres inverses qui, suivant les échantillons, sont $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$ (zone $d^4\ d^4$) ou e^1 $(02\bar{2}1)$ (fig. 263 et 264).

Les géodes de calcite de ce gisement renferment quelquefois aussi des cristaux limpides de barytine.

Des rhomboèdres b^1 et e^1 nets ont été trouvés au Puy de Tellier, près Issoire, et à Parentignat, le scalénoèdre d^2 à Gergovia.

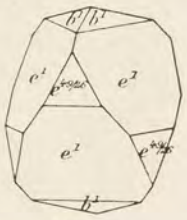


Fig. 265.
Calcite de Reicheweier.

Vosges. — [*Alsace*]. Le basalte de Reicheweier renferme de petites cavités, que tapissent des cristaux (4 mm.) de calcite, ordinairement formés par le groupement de très petits individus, qui offrent, d'après M. Stöber (*Abhandl. geol. Specialkarte Elsass Lothr.* V. H. I p. 25. 1892) la forme donnée par la figure 265 : e^1 surmonté de b^1 domine et est accompagné par le rhomboèdre aigu $e^{49/26}$ $(0.25.\bar{25}.1)$.

b) *Dans les andésites.*

Plateau Central. — *Cantal*. Les andésites ainsi que la brèche andésitique du Cantal renferment parfois de très jolis cristaux de calcite, ceux-ci tapissent plus souvent les cavités des blocs que celles du ciment de la brèche.

Je dois à l'obligeance de M. Bouchut une fort belle géode de cristaux limpide, et d'un beau jaune clair, recueillie dans la brèche qui couronne la vallée de la Jordanne près Aurillac (carrière de Caussac située au-dessus de Lombrade). La forme dominante et existant souvent seule (fig. 266) est le scalénoèdre très aigu $d^{6/5}$ $(6.\bar{5}.\bar{11}.\bar{1})$, parfois surmonté de p. Ses faces sont généralement très éclatantes, mais ondulées. Quelques cristaux isolés du même gisement sont superficiellement corrodés et présentent sur leurs faces de profondes cannelures (intersection des clivages p sur les faces $d^{6/5}$), suivant lesquels un commencement de dissolution s'est produit dans l'intérieur des cristaux.

Les cristaux de la carrière voisine de Bancon sont assez variés de forme, ils sont transparents, avec une légère teinte jaunâtre ; ce sont des scalénoèdres aigus terminés par p ou e^1.



Fig. 266.
Calcite de la carrière de Caussac.

J'ai recueilli d'assez jolis cristaux de calcite dans les andésites coupées par le chemin de fer entre le Lioran et Murat : ce sont des cristaux limpides de la forme d^1 e^1, avec parfois p (fig. 267) ; ils ne dépassent guère un centimètre suivant l'axe vertical. Des cristaux plus gros ont été trouvés dans une carrière ouverte dans le ravin de Gouire, à 500 mètres de la station du Lioran (à droite en allant à Murat). Ils sont groupés et atteignent 3 centimètres ; leur forme est le scalénoèdre $d^{6/5}$, accompagné parfois d'un rhomboèdre très aigu à faces arrondies et indéterminables ; leurs faces sont recouvertes d'une croûte saccharoïde de calcite blanche, qui les rend ternes, mais peut facilement être enlevée avec une pointe dure. Depuis l'achèvement du chemin de fer, il est devenu très difficile de se procurer dans cette région des cristaux de calcite, qui y ont été très abondants pendant la période de construction.

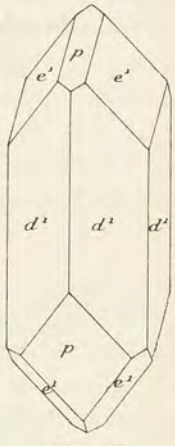


Fig. 267.
Calcite du Lioran.

L'andésite exploitée pour l'empierrement, sur le flanc Nord du Puy Mary, renferme de gros nodules, parfaitement sphériques, à surface presque lisse, qui sont formés par l'enchevêtrement de cristaux, b^1, de calcite.

Des globules du même genre, associés à des rhomboèdres selliformes, abondent dans les trachytes et les andésites de la vieille route du Lioran, entre la gare de ce nom et Saint-Jacques-des-Blats ; on y trouve aussi des pseudomorphoses d'aragonite en calcite.

Algérie. — *Constantine.* La calcite en lames nacrées, aplaties suivant la base, se rencontre associée à l'actinote (byssolite) dans les cavités de l'andésite quartzifiée de Collo ; elle ne semble pas exister dans les mêmes géodes que l'apophyllite.

Côte des Somalis. — J'ai reçu de gros scalénoèdres noirs d^2 (atteignant 2 cm.) de calcite provenant des basaltes altérés du voisinage

de Djibouti, le long de la voie du chemin de fer (vallée à l'Ouest de Louré) ; il existe aussi $d^{19/13}$ (19.13.$\bar{3}\bar{2}$. 9) quelquefois associé à un rhomboèdre aigu terne $e^{3/2}$ (05$\bar{5}$1) ou à une forme voisine. Les cristaux d'autres géodes n'ont que quelques millimètres ; ils ont des faces éclatantes p et d^1 (11$\bar{2}$0), oscillant vers $d^{15/13}$ (15.13.$\bar{2}\bar{6}$.2), associées à un rhomboèdre direct à faces ternes.

GIOBERTITE

$MgCO^3$

Rhomboédrique : $pp = 107°24'$.

Angle plan de $p = 103°18'14''$

[$a : c = 1 : 0{,}81123$ (Kokscharoff)]

Formes observées. a^1 (0001) ; d^1 (11$\bar{2}$0) ; p (10$\bar{1}$1), e^1 (02$\bar{2}$1), $e^{7/4}$ (0.11.$\bar{1}\bar{1}$.1), $e^{11/6}$ (0.17.$\bar{1}\bar{7}$.1), $e^{61/32}$ (0.31.$\bar{3}\bar{1}$.1) ; d^2 (21$\bar{3}$1).

Les angles suivants ont été mesurés par M. Sella sur des cristaux du glacier de Gebroulaz ou par moi sur ceux de St-Pandelon.

	Angles calculés.	Angles observés.		Angles calculés.	Angles observés.
$a^1\ p$	136°52′	136°44′ (S)	$e^{7/4}\ e^{7/4}$	60°56′	
$p\ e^1$	74°57′		$e^{11/6}\ e^{11/6}$	60°20′	
$p\ e^{7/4}$ sur a^1	52°25′	52° (Lx)	$e^{61/32}\ e^{61/32}$	60° 7′	
$p\ e^{11/6}$	50°28′	50°19′ (Lx)	$p\ d^2$ adj.	150°42′	
$p\ e^{61/32}$	48°51′	48°50′ (Lx)	$p\ d^1$ adj.	126°21′	126°21′ (S)
$p\ e^2$	46°52′		$d^2\ d^1$	155°36′	156° (S)
$e^1\ e^1$	80°23′		$e^1\ d^1$ adj.	139°49′	139°59′ (S)

Faciès. Les cristaux de giobertite sont peu communs et de formes simples, ils se rapportent aux trois types suivants :

Type I. Cristaux dans lesquels domine le rhomboèdre primitif p (10$\bar{1}$1) ; c'est le type classique.

Type II. Cristaux (fig. 1 à 3) constitués par un rhomboèdre très aigu basé, allongés suivant l'axe vertical ou aplatis suivant a^1.

Type III. Cristaux prismatiques suivant d^1 $(11\bar{2}0)$ et allongés suivant l'axe vertical (fig. 4 et 5), ou plus rarement aplatis suivant a^1. Il existe des passages entre ce type et le précédent.

Le plus souvent, ce minéral forme des masses granuleuses, clivables, à éléments parfois extrêmement fins, ou des masses compactes, ne présentant pas à l'œil nu de structure cristalline. Il faut noter aussi des agrégats miarolitiques, formés par l'enchevêtrement de cristaux aplatis suivant la base appartenant généralement au type II.

La *baldissérite* (*baudissérite*) est une variété impure, mélangée de magnésite, qui happe à la langue et ressemble à de la craie.

Clivages. Clivages p $(10\bar{1}1)$. Cassure conchoïdale.

Dureté. 3,5 à 4,5. Les cristaux sont fragiles.

Densité. 3,01 (Moutiers), 3.03 (St-Pandelon), 3,07 (Djebel Hadifa) à 3,12 ; 3,2 (*breunnérite*), 2,99 (giobertite compacte de la Guadeloupe).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, gris blanc, jaune ou brune (breunérite). Éclat vitreux. Transparente à opaque.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$).

$$\mathbf{n}_g = 1{,}717 \text{ Mallard (Na)}.$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}515$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}202$$

Composition chimique. La formule $MgCO^3$ correspond à la composition *a*). Il existe parfois un peu de chaux et de fer ; quand ce dernier est en quantité notable, la substance est brunâtre et reçoit le nom de *breunnérite* ; tel est le cas du minéral de la rivière Murria (p. 592), qui renferme 15.1 °/₀ de $FeCO^3$.

Analyses de la giobertite

b) cristallisée de St-Pandelon, par M. Arsandaux.

c) compacte de la *Guadeloupe*, par Ch. Sainte-Claire-Deville (*B. S. G.* V. 66. 1847).

d) compacte de Koumac (*Nouvelle-Calédonie*) par M. Glasser (*A.M.* V. 548. 1904).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
CO^2	52,4	51,0	50,80	51,5
MgO	47,6	44,8	47,32	42,4
CaO	»	4,1	»	3,3
SiO^2	»	»	0,73	0,8
$Al^2O^3 + Fe^2O^3$	»	»	0,24	0,8
H^2O	»	»	1,70	»
Argile	»	0,2	»	»
	100,0	100,1	100,79	99,2

Essais pyrognostiques. Comme la dolomite et la calcite ; peu attaquable par les acides à froid ; beaucoup plus lentement attaquée à chaud que les autres carbonates rhomboédriques.

Diagnostic. La densité, l'absence de quantités notables de chaux et la résistance relative à l'action des acides permettent la distinction d'avec la dolomite (voir page 416).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La giobertite ne se trouve pas en France dans les chloritoschistes, qui fournissent dans d'autres régions de très beaux cristaux de ce minéral ; je n'ai à l'étudier que dans les conditions suivantes :

1° Dans les roches éruptives ;

2° Dans les météorites ;

3° Dans les roches sédimentaires.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les roches volcaniques.*

Guadeloupe. — Ch. Sainte-Claire-Deville a trouvé des rognons botroydes de giobertite dans la lave basaltique des Trois Pointes, à l'extrémité méridionale de la Basse-Terre. Ils sont d'un blanc éclatant, extrêmement compacts et très homogènes ; leur ténacité est fort grande, leur dureté sensiblement égale à celle du verre (analyse *c*) (*B. S. G.* V. 66. 1847). L'auteur n'a fait suivre sa note d'aucune explication sur le mode de formation de cette giobertite ; il n'est pas douteux que ce minéral ne soit un produit secondaire ; je ne l'ai personnellement observé dans aucune des roches de la Guadeloupe, où je l'ai cherché.

b) *Dans les serpentines.*

La giobertite compacte, blanche, offrant parfois l'aspect de la craie, remplit de petites fissures dans les péridotites serpentinisées d'un grand nombre des gisements, indiqués dans le tome I (p. 182 et 425) ; elle y accompagne la magnésite, l'opale, et comme ces minéraux, elle est le résultat ultime de la décomposition des péridotites, etc. Mais dans aucun des gisements de la France continentale, ce minéral ne se trouve

en masses importantes. Il n'en est pas de même dans les gisements de péridotites serpentinisées de la Nouvelle-Calédonie.

Algérie. — *Constantine*. La collection du Muséum renferme un bloc de giobertite compacte, ressemblant à celle de l'Eubée et étiqueté Constantine; il provient sans doute de l'un des gisements de serpentine situés au N.-O. de Collo (Taffercha, Euch-el-Bez), mais je n'en ai pas la preuve.

Nouvelle-Calédonie. — Dans de nombreuses localités de la formation péridotique (serpentine), qui constitue une partie notable de l'île, on observe des veines contournées très irrégulières et peu continues de giobertite blanche, compacte, à cassure porcellanique; leur surface extérieure a une forme concrétionnée. Ils sont particulièrement abondants sur la ligne de contact des serpentines et des schistes noirs de la partie septentrionale de la côte ouest, notamment entre Koumac et Voh (analyse *d*).

D'après les échantillons que j'ai examinés, la giobertite de la Nouvelle-Calédonie offre la plus grande ressemblance avec celle des gisements classiques de l'Eubée, exploités pour l'industrie de la magnésie. La petite quantité d'eau mise en évidence par les analyses est due à l'existence d'*hydromagnésite* ou de *magnésite*, mélangées à la giobertite : les petites paillettes nacrées (ressemblant à du talc) du dernier de ces minéraux, sont parfois visibles à l'œil nu.

3° *Dans les météorites.*

Le seul cas connu de présence d'un carbonate dans une météorite est celui qui a été signalé par Des Cloizeaux (*B. S. G.* XXII. 24. 1864) dans la météorite asidère tombée à Orgueil (*Tarn-et-Garonne*) le 14 mai 1864 ; la breunnérite y forme de petits rhomboèdres de 0^{mm} 5 à 0^{mm} 75 de côté, d'un gris verdâtre. Ils sont englobés dans la matière charbonneuse, qui constitue la plus grande partie de cette météorite. Ils y sont du reste peu abondants ; l'angle *pp* est de 107° à 107°20′.

4° *Dans les roches sédimentaires.*

Dans cette catégorie de gisements, j'ai rencontré de très intéressants échantillons de giobertite, se présentant sous une forme peu habituelle, puisque le rhomboèdre primitif y est généralement absent.

Pyrénées. — *Landes.* Les assises salifères de Saint-Pandelon constituent un gisement remarquable pour la giobertite. Malheureusement, depuis 1907, la mine n'est plus exploitée en galerie, mais par dissolution, de telle sorte qu'il n'est plus possible d'y recueillir les nombreux minéraux intéressants, que j'ai pu étudier depuis quelques années, grâce à M. Nentien et surtout à M. Victor Lorrin.

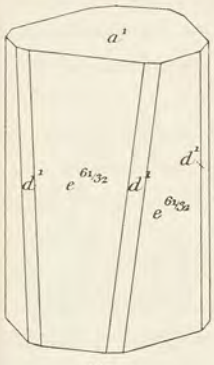


Fig. 1
Giobertite des calcaires. (Type II). St-Pandelon.

J'y ai rencontré la giobertite sous plusieurs aspects se rencontrant dans les gangues distinctes suivantes 1° un calcaire noir, 2° l'anhydrite grise ou blanche finement grenue, 3° des argiles grises, intercalées dans du gypse. Tous ces cristaux possèdent la face a^1 (0001).

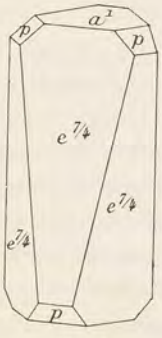


Fig. 2.
Giobertite de l'anhydrite. (Type II). St-Pandelon.

Les cristaux des calcaires ont un aspect pseudoprismatique, grâce à la prédominance d'un rhomboèdre aigu voisin de e^2, faisant avec p (clivage) un angle voisin de 48°50, (moyenne de mesures assez concordantes faites en collant une lamelle de verre sur les faces planes, mais ternes) ; ce rhomboèdre dont le symbole est compliqué [$e^{61/32}$ (0.31.$\bar{3}\bar{1}$.1)] est souvent accompagné de petites faces d^1 (11$\bar{2}$0) (fig. 1). Ces cristaux, ayant en moyenne 5 mm. × 2 mm., sont très nombreux et faciles à isoler du calcaire par le choc.

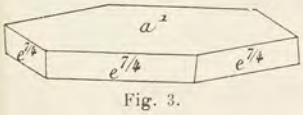


Fig. 3.
Giobertite de l'anhydrite. (Type II). St-Pandelon.

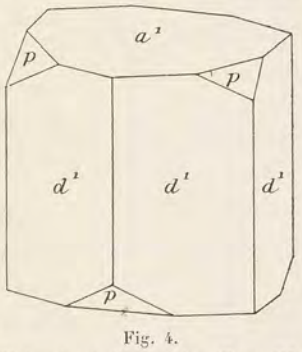


Fig. 4.
Giobertite de l'anhydrite. (Type III). St-Pandelon.

Les cristaux englobés dans l'anhydrite peuvent être également extraits de leur gangue, mais par un autre procédé, grâce à l'action d'un courant d'eau, qui désagrège la roche, en voie de transformation en gypse. Ils correspondent aux types II et III : les premiers, bruns, jaunes, rarement incolores, à faces ternes mais planes, sont constitués par $e^{7/4}$ (0.11.$\bar{1}\bar{1}$.1) ou $e^{11/9}$ (0.17.$\bar{1}\bar{7}$.1) : ils sont soit allongés suivant l'axe vertical (fig. 2) et

mesurent alors au plus 5 mm. soit aplatis suivant la base (fig. 3) ; parfois même dans ce dernier cas, ils constituent de petites lamelles à aspect micacé, tant elles sont minces. Dans les cristaux du type III, d^1 ($11\bar{2}0$) existe seul ou est associé au même rhomboèdre aigu que dans les cristaux précédents : les faces d^1 sont brillantes et assez planes, les faces rhomboédriques polysynthétiques et assez brillantes, mais le miroitement se fait sur de très petites faces p.

Enfin, dans les argiles gypseuses, la giobertite se présente sous la forme de masses miarolitiques à grands éléments, constituées par l'enchevêtrement de lamelles hexagonales, aplaties suivant a^1 ; dans les vides qu'elles laissent entre elles, on observe des cristaux hexagonaux distincts, limités par le rhomboèdre $e^{7/4}$. Il existe aussi des masses grenues, parfois porphyroïdes, d'un beau noir, constituées par la réunion d'un très grand nombre de cristaux aplatis peu distincts.

[*Aragon*]. — M. Gourdon a signalé (*Bol. Comm. geol. Espana*, XV, 1888, 249) dans le gypse de la rivière Murria (province d'Huesca) des filonnets, formés par l'enchevêtrement miarolitique de cristaux lenticulaires noirs, qu'il a rapportés à la pistomésite, d'après une analyse de M. Jannettaz ($MgCO^3 = 42,1$; $FeCO^3 = 57,9$, après déduction de 11,4 de gypse). Le gisement est voisin d'une ophite. Les originaux de ce travail se trouvent dans la collection du Muséum ; leur densité est de 3,10. Une analyse, effectuée par M. Arsandaux, n'a fourni que 15 % de $FeCO^3$. Le minéral est donc voisin de la *breunnérite*[1].

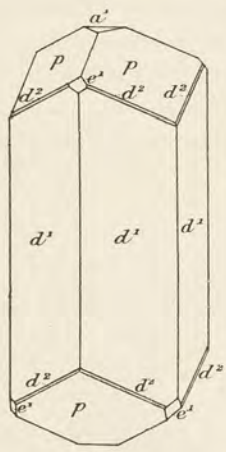


Fig. 5.
Giobertite du glacier de Gébroulaz.

Alpes. — *Savoie.* La collection du Muséum possède un échantillon de gypse de Moutiers, englobant des rhomboèdres (un centimètre) de giobertite jaunâtre.

Dans son mémoire sur la sellaïte, M. A. Sella (*Rendic. Acc. Lincei.* CCLXXX. 455. 1887) a décrit des cristaux de giobertite trouvés par lui dans l'anhydrite du glacier de Gébroulaz (voir tome II, p. 796), au Nord de Modane. Ces cristaux, au nombre de

1. La giobertite a été citée à tort dans la dolomie bajocienne de la vallée du Trévezels près Trêves (*Gard*). Pour la soi-disant giobertite du puy de la Poix (*Puy-de-Dôme*), voir à *ankérite*.

deux, n'ayant pas plus de 1 millimètre suivant l'axe vertical se rapportent au type III ; ils présentent la combinaison des formes d^1 $(11\bar{2}0)$, a^1 (0001), p $(10\bar{1}1)$, e^1 $(02\bar{2}1)$, d^2 $(21\bar{3}1)$, représentée par la fig. 5. L'identification avec la giobertite a été faite par des mesures d'angles seulement.

Ce minéral était accompagné de sellaïte, de dolomite, de fluorine, d'albite, de soufre et de célestite.

Provence. — *Bouches-du-Rhône.* Je dois à l'obligeance de M. Vasseur d'intéressants échantillons de gypse, provenant d'une carrière, située à l'entrée orientale du village du Rove. Ils renferment en abondance des cristaux de giobertite, d'un gris noirâtre, ne dépassant guère 3 mm. suivant l'axe vertical. Ce sont des prismes hexagonaux basés, qui ressemblent à certains cristaux de Saint-Pandelon ; si l'on détermine un clivage p, on constate que le prisme est d^1 $(11\bar{2}0)$; ils sont donc à rapporter au type III. Quelques-uns d'entre eux présentent un rhomboèdre aigu indéterminable, on peut les comparer à la forme représentée par la figure 1, mais dans laquelle l'importance relative du rhomboèdre et de d^1 serait renversée.

Algérie. — *Alger.* Les calcaires compacts de Taza des Sioufs sont riches en très petits cristaux de giobertite noire, qui renferment des inclusions charbonneuses, rappelant celles de la chiastolite. Elles sont souvent régulièrement distribuées à l'intérieur des cristaux qui, dans les échantillons que j'ai examinés et que je dois à M. Flamand, sont formés par des rhomboèdres très aigus (ou par le prisme hexagonal e^2) et terminés par une base arrondie ; ces cristaux à faces ternes ne sont pas mesurables ; ils ne se trouvent pas dans les mêmes blocs que les cristaux de dipyre, fréquents dans ce gisement.

Constantine. Le trias de Mesloula renferme des agrégats miarolitiques de lames de giobertite un peu ferrifère, aplaties suivant a^1. Leurs vides sont remplis par du gypse ; les faces p, observées sur les cassures, paraissent dues à des clivages. Ce minéral rappelle certaines variétés de Saint-Pandelon.

Tunisie. — La giobertite se trouve dans les mêmes conditions et sous la même forme au Djebel Hadifa, mais les cristaux atteignent 6 centimètres de diamètre : leur base est souvent bombée par suite de l'existence de rhomboèdres très obtus indéterminables.

MÉSITITE ET PISTOMÉSITE

$2MgCO^3$, $FeCO^3$ **$MgCO^3$, $FeCO^3$**

Rhomboédriques.

$pp = 107°14'$ (*mésitite*) $107°18'$ (*pistomésite*).
$[a : c = 1 : 0{,}81411]$ $[a : c = 1 : 0{,}81298]$

Formes observées. La mésitite se présente généralement en rhomboèdres b^1 $(01\bar{1}2)$, à faces arrondies et lenticulaires ; la pistomésite se trouve surtout en masses cristallines, à clivages rhomboédriques.

Clivages. Clivages p $(10\bar{1}1)$ parfaits.

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3,33 à 3,36 (*mésitite*). 3,42 (*pistomésite*).

Coloration et éclat. Blanches, jaunes, gris jaune, brun jaunâtre. Éclat vitreux un peu nacré. Poussière blanche ou incolore. Transparentes, plus souvent translucides.

Propriétés optiques. Uniaxes et *négatives* (n_p).

Composition chimique. Ce sont les intermédiaires entre la *breunnérite* et la *sidérite*. Le nom de *mésitite* a été proposé pour désigner les variétés se rapprochant de la formule $2MgCO^3$. $FeCO^3$ (*a*) et le nom de *pistomésite* pour celles dans lesquelles on a $MgCO^3$.$FeCO^3$ (*b*), mais ce ne sont là que des points particuliers d'une série continue.

Analyse (*c*) de la *mésitite* d'Urbeis, par M. Ungemach, *op. cit.*

	a (1)	*b* (2)	*c*
CO^2	46,5	44,1	46,8
MgO	28,2	20,0	29,1
FeO	25,3	35,9	21,8
CaO	»	»	1,7
	160,0	100,0	99,4

1. $MgCO^3 = 59{,}2$ $FeCO^3 = 40{,}8 = 100$.
2. $MgCO^3 = 42{,}0$ $FeCO^3 = 58{,}0 = 100$.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, noircit, puis devient magnétique ; les cristaux sont peu attaqués par les acides à froid, mais leur poudre s'y dissout avec effervescence à chaud. Réaction du fer et de la magnésie.

Diagnostic. Abondance de la magnésie, distinctive de la sidérite. Voir page 416 [1].

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements de la mésitite et de la pistomésite sont les mêmes que ceux de la sidérite, minéral qu'elles accompagnent fréquemment.

1° *Dans les gisements métallifères.*

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Les mines de Baigorry (voir p. 602) ont fourni autrefois de beaux échantillons de mésitite, qui se trouvent dans beaucoup de vieilles collections, comme gangue de la panabase et de la chalcopyrite. Les cristaux de ces minéraux sulfurés sont empilés sur des rhomboèdres, souvent très translucides, de mésitite d'un blanc jaunâtre ou jaune. Ils sont parfois accompagnés de cristaux de dolomite et de sidérite.

Les filons de sidérite d'Ainhoa ont été abandonnés, il y a quelques années, par suite du remplacement en profondeur de la sidérite par de la mésitite, dont la teneur en fer était insuffisante pour rémunérer l'exploitation.

Vosges. — [*Alsace*]. La mine de Saint-Sylvestre, à Urbeis, renferme en abondance de la mésitite (analyse *c*), qui constitue des rhomboèdres selliformes, d'un brun clair, fonçant à l'air (Ungemach. *B. S.* M. XXIX, 279, 1906).

Alpes. — *Savoie.* Des cristaux lenticulaires de mésitite blanchâtre accompagnent la dolomite et le quartz hyalin des mines de Pesey ;

1. Les variations de la réfringence et la biréfringence sont fonction de la teneur en fer et en manganèse : voici les indices mesurés par M. Eisenhuth sur une mésitite, manganésifère et calcique du Greiner : $MgCO^3$ 30,47 ; $FeCO^3$ 10,61 ; $MnCO^3$ 37,93 ; $CaCO^3$ 18,71.

$$n_g = 1.7005 \text{ (Na)}$$
$$n_p = 1.5148$$
$$n_g - n_p = 0.1857$$

ils sont d'assez grande taille; les échantillons de ce gisement offrent une grande ressemblance avec ceux de Traversella.

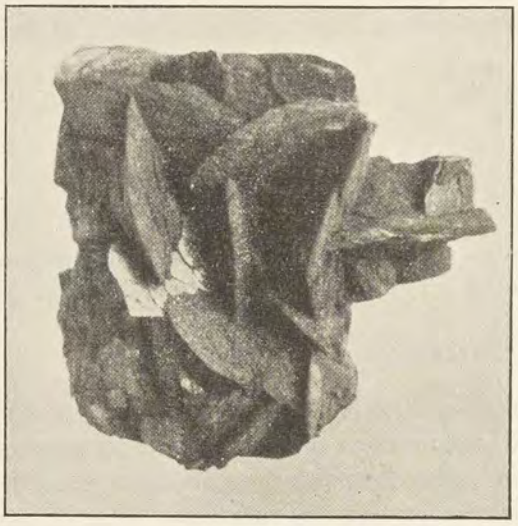


Fig. 1.
Mésitite lenticulaire de Saint-Pierre-d'Allevard.
(Photographie réduite d'un tiers).

Isère. De fort grands cristaux lenticulaires de mésitite (fig. 1) ont été rencontrés dans les mines des environs de Saint-Pierre-d'Allevard : ils sont d'un blanc café au lait clair et sont parfois recouverts par de très gros rhomboèdres d'ankérite.

La collection du Muséum possède un joli échantillon de petits rhomboèdres selliformes de mésitite, de couleur blonde, minces comme une feuille de papier. Ils sont implantés sur des cristaux de quartz hyalin, eux-mêmes implantés sur un grès micacé, indiqué comme provenant de la Motte d'Aveillans.

Un autre échantillon, étiqueté « La Mure » et provenant sans doute de La Motte Saint-Martin, présente des cristaux semblables, mais atteignant 1 centimètre (fig. 2); ils sont saupoudrés de cristaux microscopiques de pyrite.



Fig. 2.
Mésitite selliforme des environs de La Mure.

Corbières. — *Gard.*
Rhomboèdres lenticulaires selliformes sur quartz, dans le gisement de sidérite de Palmesalade en Portes.

SIDÉRITE

(Sidérose)

$FeCO^3$

Rhomboédrique : $pp = 107°$.

Angle plan de $p = 103°4'30''$

$[a : c = 1 : 0{,}81840]$

Macles. Macle suivant b^1 $(01\bar{1}2)$, polysynthétique.

Formes observées. a^1 (0001) ; e^2 $(10\bar{1}0)$, d^1 $(11\bar{2}0)$;

a^{10} $(30\bar{3}4)$, a^4 $(10\bar{1}2)$, p $(10\bar{1}1)$, b^1 $(01\bar{1}2)$, $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$, $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$, $e^{5/4}$ $(03\bar{3}1)$;

d^2 $(21\bar{3}1)$, $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$; $e_{1/3}$ $(d^{1/3}d^1b^{1/3})$ $(24\bar{6}1)$.

Les angles suivants ont été mesurés par M. Gonnard sur des cristaux du Gard, par M. Cesáro sur ceux de Mouzaïa, par moi-même sur ceux de Saint-Pierre-de-Mésage.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$a^1\ p$	136°37′	
$a^{10}\ p$	98°17′	
$a^4\ p$	162°59′	
$p\ b^1$ s. e^2	68°40′	
$p\ e^{4/5}$	132°48′	
$p\ e^{3/2}$	121°26′	
$p\ e^2$	133°23′	
$p\ d^2$	150°45′	
$p\ d^{3/2}$	141°37′	
$p\ d^1$	126°30′	126°12′

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$p\ e_{1/3}$	130°40′	130° 25′ à 43′
$b^1\ b^1$ culm.	136°34′	
$a^{10}\ a^{10}$	119°19′	
$a^4\ a^4$	134°31′	135°
$e^{4/5}\ e^{4/5}$	90°16′	90°30′
$e^{3/2}\ e^{3/2}$	63°51′	
$e^{5/4}\ e^{5/4}$	69°44′	
$e_{1/3}\ e_{1/3}$ s. d^1	148°42′	148°38′ 43′ (G.)
$e_{1/3}\ e_{1/3}$ s. $e^{3/2}$	142°33′	142° 30′ 39′
$e_{1/3}\ e^{3/2}$	161°16′	143°

Faciès. La sidérite se présente le plus souvent sous forme du rhomboèdre primitif, rarement modifié, mais dont les arêtes sont souvent courbes ; on la trouve quelquefois en rhomboèdres aigus (la *junckérite* présente cette forme). Il est fréquent de rencontrer d'énormes rhomboèdres, constitués par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus de la même forme (Allevard).

La sidérite existe surtout en masses clivables, à grands ou fins éléments, en masses concrétionnées, sphérolitiques, globulaires et botroydes (*sphérosidérite*) à structure fibreuse ; elle forme aussi des masses compactes terreuses, se présentant souvent sous forme de nodules (*sidérite lithoïde*).

Clivages. Clivages p $(10\bar{1}1)$ parfaits. Cassure inégale à saccharoïde

Dureté. 2,5 à 4.

Densité. 3,83 à 3,88.

Coloration et éclat. Gris blanc, gris jaune, brun clair, quelquefois verte ou blanche. Poussière plus ou moins blanche. Éclat vitreux un peu nacré. Transparente à translucide.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$). Les indices de réfraction suivants ont été mesurés par M. Hutchinson sur des cristaux de sidérite presque purs [($MnCO^3$ 1,82 ; $CaCO^3$ 0,18 ; $MgCO^3$ 0,26) du Cornwall (*Min. Magaz. London.* XIII. 1903. 209)].

$$\mathbf{n}_g = 1{,}8734 \text{ (Na)}.$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}6333$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}2401$$

Pléochroïsme. Les variétés colorées sont parfois nettement pléochroïques dans les teintes jaunes, avec maximum d'absorption suivant n_g.

Composition chimique. La composition chimique, correspondant à la formule $FeCO^3$, est donnée en *a*), mais, le plus souvent, il existe une quantité plus ou moins grande d'oxydes de manganèse, de magnésium, de calcium.

Les variétés riches en manganèse (au delà de 20 °/₀) ont reçu le nom d'*oligonite* [1] ; celles renfermant plus de 10 °/₀ de magnésie (passage à la pistomésite), le nom de *sidéroplésite*.

Gueymard a signalé des traces de platine dans la sidérite du Dauphiné !

Analyses de la *sidérite* :

b) de la Voulte par M. Damour (*Ann. Soc. agric. Lyon.* 1849) ;

c) d'Escourleguy à Baigorry, par Berthier (*A. M.* III. 30.1828) ;

d) d'Ustelleguy (cristaux lenticulaires), par M. Arsandaux ;

e) de Pierre-Rousse, près Vizille, par Berthier (déduction faite de 2,2 °/₀ de gangue) ;

1. L'oligonite devient phosphorescente, quand on la chauffe.

f) d'Allevard (id.) ;

g) de Saint-Pierre d'Allevard (cristaux lenticulaires), par M. Arsandaux :

h) de Rancié par Berthier (*A. M.* III. 30.1828) ;

i) de Rancié par François (*A. M.* XIII. 556.1838) ;

j) de la *junckérite* de Huelgoat par Dufrénoy (*A. C. P.* LVI. 198.1834) (déduction faite de 8,1 °/₀ de quartz) ;

k) de Sainte-Marie-aux-Mines par M. Dürr (*op. cit.*, 17) ;

l) du filon Saint-Sylvestre, à Urbeis, par M. Ungemach (*op. cit.* 274) ;

de la *sidéroplésite* :

m) de la Grande-Fosse près Vizille, par Berthier (*A. M.* III. 30. 1828) ;

n) de Taillefer par Baudin (*in* Gonnard, *op. cit.* 109) (déduction faite de 2,2 °/₀ de gangue).

	a)[1]	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)
CO^2..	37,9	38,90	41,0	39,2	38,0	40,3
FeO..	62,1	55,40	53,0	55,3	53,8	45,6
MnO..	»	»	0,6	1,9	1,7	11,7
MgO..	»	3, 8	5,4	3,6	3,7	2,4
CaO..	»	»	»	»	1,0	»
	100,0	98,13	100,0	100,0	100,0	100,0

	g)	*h*)	*i*)	*j*)	*k*)	*l*)	*m*)	*n*)
CO^2..	40,6	39,2	38,5	36,89	38,9	35,8	42,6	42,1
FeO..	45,3	53,5	52,8	59,03	48,1	50,4	43.6	38,7
MnO..	5,2	6,5	5,9	»	8,0	»	1,0	3,3
MgO..	8,9	0,7	1,2	4,08	2,5	3,6	12,8	12,5
CaO..	»	»	2,3	»	2,3	»	»	3,4
	100,0	100,0	100,7	99,8	99,8	99,8	100,0	100,0

Quant à la sidérite lithoïde[2] des formations houillères, elle est riche en impuretés, ainsi qu'en témoignent les deux analyses suivantes, dues à Berthier, d'échantillons provenant :

a) de Saint-Étienne (*Loire*) ; *b*) de Brassac (*Haute-Loire*).

1. 48,2 °/₀ de fer métallique.

2. Cette variété est souvent appelée *sphérosidérite*, à tort suivant moi ; je réserve ce nom pour désigner les variétés sphérolitiques de sidérite, quelle que soit leur origine. Quant à la sidérite lithoïde, c'est une véritable roche, qui est à la sidérite ce que le calcaire est à la calcite, la dolomie à la dolomite.

	a)	*b*)
CO^2	25,8	21,9
FeO	38,2	32,3
MnO	3,7	0,2
MgO	»	1,8
CaO	0,2	»
SiO^2	12,3	26,5
Al^2O^3	3,2	11,8
Eau et matière organique.	16,6	6,2
	100,0	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite, perd son anhydride carbonique, noircit et devient magnétique. Au chalumeau, noircit, puis fond en un globule magnétique. Avec le borax et le sel de phosphore, donne les réactions du fer ; les variétés manganésifères, fondues avec du nitre et du carbonate de sodium sur une lame de platine, donnent la coloration verte, caractéristique du manganèse.

Peu attaquée par l'acide chlorhydrique froid, soluble avec effervescence à chaud.

Altérations. La sidérite s'altère avec la plus grande rapidité à l'air humide. Quelques semaines suffisent pour que, dans les tas extraits d'une mine, la teinte des blocs placés à l'extérieur soit modifiée, le minéral brunit d'une façon plus ou moins intense : il se transforme peu à peu en limonite, qui peut ensuite se déshydrater et se transformer en hématite ou même en magnétite, par réduction, effectuée le plus souvent sous l'influence de matières organiques.

Diagnostic. Réaction du fer prédominante. Voir page 416.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La sidérite se rencontre dans des gisements nombreux et variés. Je l'étudierai seulement dans les conditions suivantes :

1° Dans les gisements métallifères ;

2° Dans les roches éruptives ;

3° Dans les formations sédimentaires.

Dans plusieurs de ces catégories de gisement, elle se présente sous un aspect caractéristique.

1° *Dans les gisements métallifères.*

Il y a lieu de considérer successivement les cas dans lesquels la sidérite constitue, à elle seule, l'élément prédominant du gisement ou tout au moins l'un des éléments prédominants et ceux dans lesquels elle ne forme au contraire qu'un accident minéralogique, sans intérêt économique.

a) *Gisements ferrifères à sidérite dominante.*

α) Filons proprement dits.

Maine. — *Mayenne.* Les carrières de calcaire carbonifère situées au Sud de Saint-Pierre-la-Cour sont traversées par des filons de sidérite, superficiellement oxydés ; d'après M. Davy, les gîtes de limonite de la même région (l'Embuche, Feu Vilaine, etc.) n'auraient pas d'autre origine.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Ce département est un de ceux qui renferment le plus grand nombre de gisements de sidérite. De nombreux filons sont ou ont été exploités à la limite de la France et de l'Espagne (vallées de la Bidassoa et de la Nive) ; un très grand nombre d'entre eux sont en France. M. Nentien m'a fourni sur eux les renseignements suivants.

Ces filons sont particulièrement nombreux dans la partie de notre territoire qui forme une pointe en Espagne, entre Bidarray et les Aldudes. Le remplissage en est des plus complexes : sidérite, pyrite, panabase, chalcopyrite, blende, galène, barytine, stibine, etc. Selon les filons, quelques-uns de ces minéraux arrivent souvent à être prédominants, mais le plus fréquent de beaucoup est la sidérite, qui les constitue souvent presque exclusivement. De là, les nombreux filons exploités pour sidérite (avec chapeau d'hématite au voisinage des affleurements), notamment dans la vallée de la [Bidassoa], [Mines des Trois couronnes, de Véra, de Lésaca, etc.] en Espagne et aussi en France dans les concessions de la Bayonnette, d'Ainhoa, situées sur les communes d'Ainhoa, Espélette et Urrugue : les filons concédés de la Bayonnette et d'autres recoupent obliquement la crête servant de frontière entre la redoute de la Bayonnette et la Bidassoa. L'un de ces filons, à remplissage presque exclusivement de galène, est exploité près de Véra [*Espagne*] ; à Ainhoa, les filons de Perlamborda

(non loin du pont frontière de Danchariaenea, sur la Nivelle) ont été exploités par les anciens pour cuivre (chalcopyrite, dont on trouve encore des traces dans la sidérite à grandes lames). Cette mine a été reprise, il y a quelques années, pour sidérite, mais celle-ci a fait place en profondeur à de la mésitite, facile à confondre au premier abord avec la sidérite, quoique beaucoup moins lourde, et l'exploitation a dû être abandonnée.

A la mine de Banca ou de Baigorry, qui s'étend sur les communes de Bidarray, Ossès, Saint-Étienne-de-Baigorry, Banca, etc., de très nombreux filons sont exploités depuis une époque fort reculée. Ils ont fourni de beaux cristaux de panabase, de chalcopyrite. Je renvoie à la page 724 du tome II pour les renseignements sur cette mine. La sidérite (analyse *c*) s'y présente sous forme de masses lamellaires blanches, souvent creusées de géodes, que tapissent des rhomboèdres *p*; elle est accompagnée de dolomite et de mésitite. Les rhomboèdres lenticulaires de ce minéral sont associés aux cristaux de panabase et de chalcopyrite, que l'on voit dans les anciennes collections.

Sans citer tous les filons jadis exploités et aujourd'hui plus ou moins visitables, je ne signalerai que ceux dans lesquels on a exécuté depuis vingt-cinq ans des travaux en vue de la recherche du minerai de fer :

Filons de *Gatuly*, d'*Escourleguy*, d'*Arnéguy* : sidérite, chalcopyrite, et pyrite ;

Filon de *Lisqueta* : sidérite, chalcopyrite, pyrite ;

Filon d'*Ustelleguy* : sidérite à peu près pure ;

Filons de *Saint-Martin-d'Arossa* et de *Picassary* : sidérite, galène, blende et barytine (exceptionelle), stibine rare.

Des recherches ont été faites sur un filon de sidérite, situé entre Asté-Béon et Louvie-Soubiron. Cette sidérite renferme de nombreux octaèdres de magnétite ; elle est finement compacte.

Dans la vallée de Louzon près de Ferrières, aux environs d'Urrugue, il existe aussi dans les formations paléozoïques des filons de sidérite, avec zone oxydée en limonite.

Ariège. Le filon de Saint-Pierre, près des Cabanes, contient de la sidérite en partie oxydée, avec gangue de quartz, chalcopyrite, pyrite, fluorine, etc. Les autres gisements ferrifères de la vallée de l'Ariège (Urs, Lassur, Gudanes, etc.) résultent très probablement de l'oxydation de filons de sidérite ou sont des gîtes de substitution (p. 608).

Pyrénées-Orientales. La sidérite est, avec le quartz, l'une des gangues des filons des environs de la Preste (panabase), de Lamanère (galène, blende, chalcopyrite, etc.).

Corbières. — *Aude.* Des filons de sidérite se trouvent à la Caunette, au voisinage de ceux de galène ; ils sont superficiellement oxydés et c'est cette zone d'altération qui a été autrefois exploitée.

Cévennes. — *Gard.* Au mur de la couche de houille Sans-nom, à Palmesalade en Portes (couche de l'Ouest), se trouvent d'importants gisements de sidérite, constituant des amas interstratifiés, qui ont ensemble 14 mètres d'épaisseur. La sidérite de Palmesalade est blonde, à grandes lames ; elle rappelle beaucoup plus celle des gisements de l'Isère que la sidérite des couches houillères ; il me paraît probable qu'elle est d'origine filonienne. On trouve cependant dans le même gisement (couche de l'Est) de la sidérite offrant la même apparence que celle des nodules des terrains houillers, dont il est question plus loin. Dans les deux cas, elle contient quelques minéraux sulfurés : galène, blende, panabase, bournonite, associés à du quartz. A l'Afenadou près Portes, ont été trouvées des géodes que tapissent des cristaux lenticulaires de sidérite.

De beaux cristaux (2 cm.) du même minéral ont été signalés au mur de la couche de Champclauson en Portes.

Des filons (atteignant 7 mètres 50 de puissance) de sidérite en grandes lames, avec magnétite et chalcopyrite, ont été exploités, dans les micaschistes, à la Valmy en l'Estréchure, à la limite du *Gard* et de la *Lozère*. On a rencontré accidentellement à la Valmy des cristaux b^1 (110) de grenat mélanite, d'un brun rouge, rappelant ceux de Framont. A citer aussi Capon en Saumane.

La collection du Muséum possède depuis 1858 quelques beaux échantillons de sidérite d'un blond clair, accompagnés, suivant les spécimens, de pyrite, seule ou associée à de la dolomite : ils sont indiqués comme provenant du Gard, sans indication plus précise. M. Gonnard y a observé, outre les faces p ($10\bar{1}1$) dominantes, de petites facettes $e_{1/3}$ ($24\bar{6}1$), $e^{3/2}$ ($05\bar{5}1$) et d^1 ($11\bar{2}0$). (*B. S. M.* XVIII. 382. 1895). Ces cristaux sont tellement identiques comme forme et associations à ceux de Saint-Pierre-de-Mésage, décrits plus loin, que je suis très tenté de penser que l'indication portée au Catalogue du Muséum n'est pas exacte et qu'ils proviennent en réalité de l'Isère. Cette opinion est renforcée par ce fait que la collection dont ils proviennent, achetée

à un marchand de minéraux, renferme un échantillon d'antimoine natif, étiqueté aussi « Gard » et offrant la plus grande analogie avec celui de la mine des Chalanches.

Lozère. Les filons de la Valmy se poursuivent dans le département de la *Lozère* jusque dans le village de Saint-Romans-de-Tousque en Moissac, où ils ont été explorés. La sidérite s'y présente avec les mêmes caractères et y est aussi associée à de la magnétite. Il faut enfin signaler un filon de sidérite (avec barytine et pyrite), qui se trouve dans le lit du Bétuzon près de Férussac, au S.-E. de Meyrueis.

Aveyron. A Maillors près Cassagnes, la sidérite lamellaire forme un filon de deux mètres de puissance.

Tarn. La limonite du gîte exploité à Las Corbes, près d'Alban-la-Fraysse, résulte de l'oxydation de sidérite, dont on retrouve souvent la trace sous forme de géodes, tapissées de rhomboèdres, généralement courbes plus ou moins complètement limonitisés. Ce gisement se trouve dans les schistes cristallins : il a fourni de beaux échantillons de manganite.

Puy-de-Dôme. Des filons d'une sidéroplésite lamellaire (analyse *n*) ont été autrefois exploités à Taillefer en Tortebesse : ils renferment de la galène.

Cantal. Des filons identiques à ceux de Taillefer et situés sur leur prolongement, vers le sud, se trouvent à Tiniers, près Bort ; ils renferment un sulfoantimoniure de plomb (*jamesonite*).

Vosges. — *Vosges*. La collection du Muséum possède un échantillon de dolomite de La-Croix-aux-Mines, dont les cavités renferment en abondance de très petits cristaux bruns de sidérite. Ce minéral plus ou moins oxydé constitue l'une des gangues des filons.

[*Alsace*]. La sidérite est un minéral ancien du filon Saint-Sylvestre, en Urbeis ; elle s'y rencontre parfois en rhomboèdres nets (analyse *i*) ; elle est associée à la dolomite et à la chalcopyrite. Le même minéral forme, avec quartz, le remplissage de filonnets non métallifères dans la mine de Donner en Urbeis (Ungemach. *B. S. M.* XXIX, 274, 1906).

Beaux rhomboèdres souvent courbes atteignant 3 centimètres et généralement limonitisés à Sainte-Marie-aux-Mines.

Alpes. — *Savoie*. La sidérite, associée à la calcite, forme un filon à Leschaux près Salins, qui est remarquable par le rutile jaune d'or, aciculaire, qu'il renferme, associé à du quartz et à de l'hématite.

La sidérite se trouve souvent en cristaux de plus de 2 centimètres ; ils sont soit engagés dans la calcite, dont il est possible de les extraire mécaniquement, surtout quand ils sont limonitisés, soit isolés dans des géodes.

Les filons de sidérite en grandes lames du type d'Allevard ont été exploités autrefois à Saint-Georges-d'Heurtières (avec chalcopyrite) et aux environs de Modane (notamment à Bissorte).

Isère. La chaîne de Belledone et ses dépendances, limitées par l'Isère, la Romanche et son affluent l'Eau d'Olle, contiennent de nombreux filons oxydés, constitués par de la sidérite. Les principaux se rencontrent aux environs d'Allevard, où ils étaient déjà exploités au XIIIe siècle ; ils s'étendent sur les communes de Pinsot de la Ferrière, d'Allevard, de Saint-Pierre-d'Allevard (concession de la Taillat, etc.) et de Theys ; plusieurs d'entre eux, notamment ceux de Saint-Pierre-d'Allevard, sont encore exploités. Ils sont généralement peu épais, n'atteignent que rarement 5 mètres et restent souvent au-dessous de 1 mètre. D'après Gueymard (*Stat. de l'Isère*, 1844. 449), ceux des hauts sommets (dans le gneiss) sont toujours plus réduits et moins réguliers que ceux des régions de moindre altitude (dans schistes à séricite) ; ils se terminent en coin en profondeur.

Les minerais de fer spathique de cette région présentent divers aspects extérieurs correspondant à des compositions différentes. Les sidérites à très petites lames (*rives* des mineurs) sont d'ordinaire relativement riches en carbonate de manganèse et ne contiennent que très peu de magnésie. Les minerais à très grandes lames (*maillats* des mineurs), au contraire, sont pauvres en manganèse et riches en magnésie ; quand on les chauffe, ils se clivent en très petits éléments. Des analyses publiées par Gueymard donnent jusqu'à 20 % de $MgCO^3$, ces minerais sont donc en grande partie constitués par des *sidéroplésites*, mais ces analyses ont été faites dans un but industriel et la pureté minéralogique des échantillons étudiés n'a pas été démontrée. Un état intermédiaire, au point de vue de la grandeur des lames, entre ces deux types est caractérisé également par une composition intermédiaire (*rives orgueilleux*). D'ordinaire un filon renferme l'une de ces trois catégories de minéraux presque à l'exclusion des autres.

Toutes ces sidérites sont oxydées aux affleurements et souvent aussi le long des salbandes ou de fentes irrégulières et transformées en limonite manganésifère, ou par deshydratation, en hématite ; la plus

grande partie de la magnésie a été éliminée pendant la décomposition. Ce sont là les *mines douces*, sur lesquelles portaient exclusivement les exploitations des anciens.

Les filons de Saint-Pierre-d'Allevard ont fourni de magnifiques échantillons géodiques : énormes rhomboèdres p (avec quelquefois a^1), dépassant 10 centimètres de plus grande dimension, formés par les réunions d'individus plus petits. Il existe aussi des cristaux lenticulaires (analyse g). Les géodes renferment des cristaux de quartz hyalin et sont quelquefois saupoudrées de petits cristaux de calcite.



Fig. 1.
Brèche formée par des fragments schisteux entourés par du quartz fibreux, et réunis par de la sidérite lamellaire. Filon de la Chevrette. (*Réduction de moitié environ.*)

Les filons de sidérite contiennent, suivant les gisements, de la magnétite, de l'hématite, de la pyrite, de la blende, de la galène, quelquefois de la chalcopyrite ; ce dernier minéral est très abondant à la Chevrette. Le quartz hyalin en beaux cristaux se rencontre parfois en abondance, notamment dans les filons qui traversent les schistes sériciteux, alors qu'il est relativement rare dans les autres filons.

Le filon de la Chevrette, dans la combe de Veyton, présente des particularités de structure fort intéressantes ; à sa salbande inférieure, il est constitué par une brèche orbiculaire dont la figure 1 représente un échantillon. Elle est formée par des fragments des épontes (schistes à séricite) entourés par du quartz blanc laiteux, dont les cristaux sont implantés normalement sur eux ; ces orbicules sont enveloppés par la sidérite à lames moyennes, qui constitue le reste du filon.

Enfin des filons de sidérite, avec magnétite et hématite (filons du Cros (Crots) et de la Sitre (Citre), se rencontrent dans les gneiss, entre Theys et Domène et surtout dans la vallée de la Romanche, sur les communes de Vaulnaveys, de Vizille, de Saint-Pierre-de-Mésage, de Saint-Théoffrey. Ils sont en moyenne plus quartzeux et moins riches

que ceux d'Allevard (sidérite à grandes lames). Ils ont fourni des cristaux semblables à ceux des gisements précédents.

Les filons de Saint-Pierre-de-Mésage sont particulièrement intéressants au point de vue minéralogique ; ils ont deux mètres d'épaisseur. Au moment de leur exploitation, ils ont fourni de très beaux minéraux cristallisés, généralement indiqués dans les collections comme provenant de Vizille. La sidérite est, sur les bords des filons surtout, mélangée de cristaux de quartz, de pyrite, et creusée de cavités géodiques, dans lesquelles ont cristallisé la sidérite, l'ankérite, le quartz, la pyrite et parfois un peu de calcite.

La sidérite en grandes lames jaunes ou brunâtres présente fréquemment des macles polysynthétiques suivant b^1 $(01\bar{1}2)$, se manifestant même à l'œil nu par des plans de séparation très nets. Sa forme la plus habituelle est le rhomboèdre p, avec a^1 généralement terne et parfois b^1 ; ces deux formes sont souvent arrondies. J'ai examiné quelques cristaux plus compliqués ; ils sont absolument identiques à ceux décrits page 603 ; ce sont des rhomboèdres dont les faces p, très brillantes, sont constituées par des lames en escaliers diminuant graduellement à partir du sommet ternaire. De larges faces $e_{1/3}$ $(24\bar{6}1)$ existent d'une façon constante, accompagnées d'étroites facettes $e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$ et d^1 $(11\bar{2}0)$ (fig. 2) ; ces dernières sont assez brillantes.

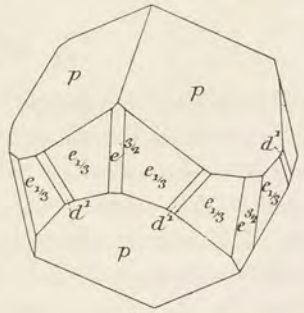


Fig. 2.
Sidérite de Saint-Pierre-de-Mésage.

L'ankérite est souvent géométriquement orientée sur cette sidérite. Les filons de Saint-Pierre-de-Mésage renferment en outre de jolis échantillons d'aragonite et des stalactites calcaires.

L'analyse m montre que le minerai de la Grande-Fosse, près Vizille, est constitué par une sidéroplésite, tandis que celui de Pierre-Rousse (analyse e) est pauvre en magnésie. La moyenne des sidérites de cette région est assez magnésienne.

Il y a lieu de citer aussi des filons, situés entre Allemont et la Rivière d'Allemont, sur la rive droite de l'Olle (Grand Bois, Troix Laux, Malpourché, Roche-Noire, etc.) ; ils ont fourni, non seulement de la sidérite, mais encore de la magnétite, de l'hématite, de la limonite manganésifère, de l'ankérite (Troix-Laux). Les minéraux de ces

filons se trouvent souvent dans les vieilles collections sous la dénomination d'Articol, du nom de l'établissement métallurgique, où ils étaient traités jadis.

Enfin, les terrains cristallins de la Motte d'Aveillans et de la Motte Saint-Martin près La Mure sont également traversés par des filons de sidérite, qui ont donné lieu à des exploitations : ce sont eux, sans doute, qui ont fourni les échantillons de mésitite dont il est question page 596.

Esterel. — *Var.* Un filon d'environ $0^m 50$ d'épaisseur se trouve dans les schistes cristallins du prieuré de la Madeleine, à quatre kilomètres au nord de Cogolin.

β) Gîtes de substitution.

Pyrénées. — *Ariège.* On a vu plus haut que le célèbre gisement de limonite de Rancié en Sem, près Vicdessos, est un gîte de substitution dans des calcaires paléozoïques et que le minéral ferrugineux originel a été la sidérite manganésifère, dont on trouve parfois des rognons lamelleux intacts, entourés d'une croûte hydroxydée. Cette sidérite est parfois mélangée de galène, de blende et ses fentes sont recouvertes d'enduits de greenockite.

J'ai observé, dans le gîte ferrifère de Luzenac, des rhomboèdres contournés de sidérite, en partie transformés en limonite et en hématite; ils sont associés à du quartz hyalin : j'ai vu de petits cristaux $p\ d^1 e^2 a^1$, hématisés provenant de la même région.

Pyrénées-Orientales. Les gîtes de limonite du massif du Canigou ont une origine semblable. Là aussi, la sidérite manganésifère se trouve parfois intacte avec une zone de passage à la limonite.

Elle ne constitue qu'un accident dans les gisements du revers Nord du massif (Fillols), tandis que, dans les mines situées sur le versant méridional de la montagne, dans le district de Batère (concessions de Ballestang, de la Pinouse, de Sarrat Magre, de las Indis et de Rogues-Nègres, de la Tour de Batère), elle est encore prédominante.

Gard et Ardèche. Je range ici une série de gisements ferrifères, qui ont été considérés par beaucoup d'auteurs comme d'origine sédimentaire, à cause de leur intercalation avec les couches, au milieu desquelles on les trouve (calcaires dolomitiques recouvrant les grès et les conglomérats du trias inférieur). Il me paraît préférable de les regarder

comme formés par une substitution chimique, effectuée aux dépens des calcaires sous l'influence des sources venant de la profondeur. Il existe du reste, dans la même région, des gisements de galène (Largentière, Notre-Dame de Laval), de calamine (Joyeuse), de pyrite (Soyons), dont l'origine filonienne n'est pas douteuse et qui se trouvent dans les mêmes conditions géologiques.

Le minerai est une sidérite plus ou moins impure, se transformant aux affleurements en limonite scoriacée, un peu manganésifère, qui souvent a été seule exploitée. Les principaux gisements sont les suivants :

Gard. Bordejac, Travers près Bessèges, Blavannes, Saint-Florent, etc.

Ardèche. Merzelet, Montgros, Ailhon.

Algérie. — *Oran*. Le gîte ferrifère de Beni Saf paraît, au moins en partie, s'être produit par substitution (âge tertiaire). Il constitue de très grandes lentilles en chapelets, réunies par des étranglements ; elles sont situées au milieu de schistes primaires, recouverts par des calcaires liasiques, dont les blocs corrodés et traversés par des filonnets d'hématite écailleuse se rencontrent au milieu du minerai. Celui-ci est constitué par une hématite manganésifère, rouge ou bleu noirâtre ; la structure de celle-ci ne laisse pas de doute sur la nature du minéral originel aux dépens duquel elle s'est formée : c'est de la sidérite, dont les rhomboèdres (p), pseudomorphisés, tapissent de grandes géodes ; ils sont associés parfois à de beaux cristaux d'hématite.

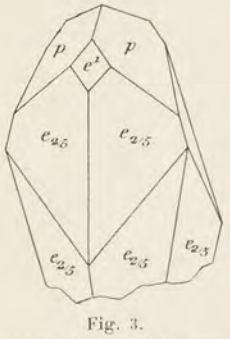


Fig. 3.
Sidérite du Djebel Ouenza.

Constantine. Le très riche gîte du Djebel Ouenza, près Clairfontaine, non loin de la frontière tunisienne, résulte de la transformation en sidérite de calcaires aptiens. Aux affleurements, qui seuls ont été explorés, la sidérite est entièrement transformée en hématite ou en limonite. Je dois à MM. Blayac et Coëz de belles géodes, tapissées de cristaux rhomboédriques, souvent recouverts de barytine ; ces cristaux ne sont pas, comme ceux de Beni-Saf, des rhomboèdres p, mais des scalénoèdres, groupés à axes parallèles et souvent emboîtés en grand nombre le long de l'axe ternaire, puis terminés par des rhomboèdres :

Je me suis demandé si ce ne sont pas d'anciens cristaux géodiques de calcite des calcaires aptiens, pseudomorphisés d'abord en sidérite, puis en hématite. Malheureusement, les faces sont ternes et les mesures n'ont pu être faites qu'en collant des petits verres minces sur les faces : l'angle $p\ p$ voisin de 107° ne laisse cependant pas de doute sur la nature originelle du minéral pseudomorphisé. Le scalénoèdre est inverse et ses angles se rapprochent de ceux de $e_{2/5}$ $(3.7.\bar{1}0.2)$, forme connue dans la calcite, mais non encore signalée dans la sidérite.

Je donne, sous quelque réserve, l'interprétation de ces cristaux (fig. 3) : $e_{2/5}\ e_{2/5}$ sur $p = 98°$ obs. (96°52′ calc.), sur $e^1 = 145°$ obs. (146°2′ calc.), $p\ e_{2/5}$ adj. $= 132°$ obs. (131°5 calc).

b) Filons divers et surtout filons concrétionnés.

La sidérite existe dans un assez grand nombre de filons concrétionnés, plombifères, ou zincifères, soit comme élément accidentel rare, soit comme gangue.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. La sidérite lamellaire ou crêtée est avec le quartz l'une des gangues de la galène du filon de Trémuzon, à 8 km. de Saint-Brieuc : ce filon contient de la galène, de la chalcopyrite, etc.

Ille-et-Vilaine. — On a trouvé en 1863 à la mine de galène de Pontpéan, une sidérite pulvérulente, onctueuse au toucher, d'un jaune chamois pâle; elle a l'apparence du précipité obtenu en versant un carbonate alcalin dans une solution de sulfate ferreux ; j'ai constaté au microscope qu'elle est formée de grains irréguliers ou ovoïdes (rhomboèdres aigus) très biréfringents.

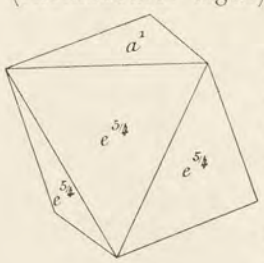


Fig. 4.
Sidérite (junckérite) de Huelgoat.

Finistère. La mine de galène de Poullaouen a fourni autrefois de curieux petits cristaux de sidérite, dans lesquels Dufrénoy a cru voir une forme orthorhombique, isomorphe de l'aragonite et à laquelle il a donné le nom de *junckérite* (*A. C. P.* LVI. 198. 1834). Breithaupt (*A. P.* LVIII 278. 1843) a fait remarquer, quelques années plus tard, la probabilité de l'identité de ce minéral et de la sidérite, les trois clivages irrégulièrement faciles, voisins de 107°, décrits par Dufrénoy, devant correspondre aux clivages p $(10\bar{1}1)$ de cette substance. Cette hypothèse, qui ne fut pas acceptée par Dufrénoy (*Minér.*, II. 613.

1856), a été démontrée exacte par l'examen optique que Des Cloizeaux a fait du minéral de Poullaouen (*op. cit.*, II. 145).

Les échantillons originaux de Dufrénoy, conservés dans la collection du Muséum, sont constitués par de petits rhomboèdres aigus, terminés par une base arrondie ; parfois celle-ci et les faces rhomboédriques étant également développées, les cristaux ont l'aspect d'octaèdres réguliers. Les faces sont si mauvaises que je n'ai pu préciser le symbole de ce rhomboèdre, qui me paraît cependant voisin de $e^{5/4}$ ($03\bar{3}1$) (fig. 4). Ces cristaux sont d'un brun ambré et implantés sur un schiste quartzeux verdâtre.

Côtes-du-Nord. — La sidérite en gros rhomboèdres *p* se trouve empâtée dans la galène et la blende de Plouagat et de Chatelaudren.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Des groupements crétés de sidérite recouvrent la pyrite de la mine d'Ar.

Haute-Garonne. Belles géodes de rhomboèdres *p* de sidérite, avec pyrite, dans le filon de chalcopyrite à gangue calcaire de Saléchan. Le même minéral se trouve avec blende et galène aux mines d'Argut, d'Uls près Melle, de Milhas (avec pyrite et hématite écailleuse).

Ariège. J'ai recueilli de belles masses lamellaires et des rhomboèdres crétés de sidérite, souvent transformés en hématite, dans la mine de galène de Montcoustant à Cadarcet ; elles sont recouvertes par de la calcite et de l'ankérite.

Cévennes. — *Hérault.* Blum a décrit (*Pseudom.*, II. 1847. 142) de petits rhomboèdres brunâtres ou d'un brun rougeâtre, à cassure résineuse, implantés avec chessylite et malachite sur le quartz des filons de Ceilhes près Lodève (et non Cordève). Ils sont actuellement constitués par de la limonite (stilpnosidérite). Blum les regardait comme ayant appartenu à de la dolomite : il semble plus vraisemblable qu'ils étaient constitués par de la sidérite. Ils étaient recouverts par de la chessylite, et renfermaient ce minéral dans leurs cavités.

Gard. De jolis rhomboèdres de sidérite, accompagnés de cristaux de galène et de dolomite, ont été trouvés dans le filon de Mercoirol près Alais.

Plateau Central. — *Aveyron.* La sidérite est un élément accessoire de beaucoup de filons concrétionnés de la région de Villefranche (Campels, Cantelouve) et de Sylvanès (Fontserène, Puy de Rostes, etc.), de Renilhac.

Tarn. La sidérite est l'une des gangues les plus abondantes de certains filons de galène de Peyrebrune près Réalmont. Elle est lamellaire, jaune de diverses nuances ; dans les géodes, elle s'isole en jolis rhomboèdres, généralement arrondis ou lenticulaires : tantôt ceux-ci tapissent seuls les géodes et tantôt ils sont implantés sur des cristaux de quartz, avec ou sans galène, blende, etc. Sur les vieilles haldes de la rive gauche du Dadou, se trouvent des accumulations de sidérite lamellaire, devenue superficiellement d'un brun noirâtre et possédant un éclat métallique très brillant.

Cantal. Rhomboèdres sur la stibine de Saint-Mary-le-Plain, de Leyvaux.

Puy-de-Dôme. La sidérite blonde abonde, comme gangue de la galène et de la blende, dans les mines de Pontgibaud (Pranal) et notamment à la Brousse ; le plus souvent, elle se rencontre en rhomboèdres p, parfois irisés. M. Gonnard a trouvé des pseudomorphoses creuses (probablement de calcite) en sidérite offrant la combinaison e^2 $(10\bar{1}0)$, a^4 $(10\bar{1}2)$.

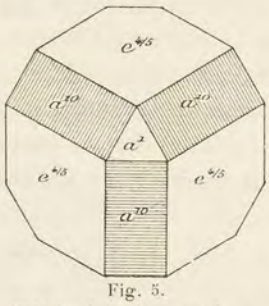


Fig. 5.
Sidérite de Châteauneuf-sur-la-Sioule. (*Puy-de-Dôme.*)

A Châteauneuf-sur-la-Sioule, le même savant a rencontré, dans les recherches d'une mine de galène (*B. S. M.* XVIII. 386. 1895), des pseudomorphoses du même genre, ayant 2 à 3 millimètres et offrant les formes $e^{4/5}$ $(03\bar{3}2)$ dominantes, avec a^{10} $(30\bar{3}4)$ et a^4 (fig. 5) ; ces cristaux sont formés eux-mêmes de cristaux plus petits, groupés en grand nombre à axes parallèles ; d'autres cristaux, également creux, sont lenticulaires et résultent de la superposition de deux lentilles à contours hexagonaux (e^2).

J'ai cité page 599 l'analyse (n) de la sidéroplésite du filon plombeux de Taillefer-en-Tortebesse ; la sidérite plus ou moins magnésienne existe dans diverses autres localités du même département (environs d'Avèze, etc.).

Rhône. J'ai observé, dans les filons de pyrite de Saint-Bel, des croûtes constituées par de petits cristaux de sidérite, d'un brun foncé, allongés suivant l'axe vertical et arrondis ; ils paraissent être formés par des scalénoèdres très aigus et dans tous les cas indéterminables ; par places, ils sont groupés en sphérolites imparfaits.

Vosges. — *Vosges*. Masses clivables et rarement cristaux lenticulaires, avec blende et barytine à Lusse, près Saint-Dié.

Haute-Saône. Masses clivables, avec fluorine et chalcopyrite, au Mont-de-Vanne, près Mélisey.

Belfort. A Auxelles-le-Haut, cristaux lenticulaires, avec panabase.

Alsace. Au filon Saint-Sylvestre, à Urbeis, M. Ungemach a observé des cristaux lenticulaires, frangés sur les bords et groupés en rosaces. Dans une grande géode du filon Saint-Paul, les cristaux lenticulaires de sidérite sont disposés à plat sur leur gangue, à laquelle ils donnent un aspect alvéolé. A la mine Donner (Urbeis), la sidérite forme de petits cristaux courbes, d'un brun jaune ; le rhomboèdre p porte de très petites facettes brillantes d^2 ($21\bar{3}1$) et $d^{3/2}$ ($32\bar{5}1$) (avec blende en cristaux $b^1\ a^1\ a^{9/4}\ p$). M. Ungemach m'a signalé encore la sidérite lenticulaire à Sainte-Croix-aux-Mines, à Steinbach près Thann (sur barytine), à Wegscheid et à Rimbach près Massevaux.

La sidérite pure est rare dans les filons plombifères de Sainte-Marie-aux-Mines; il y existe plus fréquemment un type, à la fois manganésifère, calcique et magnésien, dont M. Dürr a donné l'analyse (*Miner. Markirscher Erzgänge*, Strasbourg 1907. XXI). Ce minéral, associé au quartz et à la dolomite, forme des agrégats de rhomboèdres courbes, se distinguant par leur couleur brunâtre de l'ankérite; cette analyse conduit à la formule $8\ Fe\ CO^3, Mn\ CO^3, (Ca\ Mg)\ CO^3$.

Alpes. — *Haute-Savoie.* De beaux cristaux de sidérite lenticulaires ont été trouvés avec dolomite, barytine, panabase, etc., dans les filons de galène de la montagne de Pormenaz, au-dessus de Servoz.

Isère. Le filon de la Fayolle, situé au Sud de Laffrey, au milieu des schistes à séricite, renferme dans une gangue quartzeuse de la sidérite, de la blende ou de la galène, qui ont une importance relative variable dans les diverses parties du filon. On rencontre des groupements concrétionnés (par couches concentriques) des trois minéraux ; la sidérite renferme fréquemment des mouches de chalcopyrite.

Algérie. — *Oran.* Sidérite lamellaire avec géodes de calcite à Gar Rouban.

Alger. — La sidérite est l'une des gangues de la chalcopyrite (tome II p. 687) et de la panabase des divers gisements de ce département. D'après les indications que je dois à M. Cesàro, c'est de Mouzaïa que proviennent les cristaux décrits par ce savant (*Ann. soc. géol. Belgique*, XVIII, 1891) comme provenant d'Algérie sans indication plus précise et dans lesquels il a observé de petites facettes $e_{1/2}$ ($24\bar{6}1$), accompagnant p.

De grands rhomboèdres b^1 lenticulaires souvent transformés en hématite, ont été trouvés dans l'ancienne mine de Beni Aquil; ils sont empilés suivant l'axe vertical, et associés à des rosettes d'aragonite. A l'Oued Allelah, sidérite du même type supportant des rhomboèdres d'ankérite.

La collection du Muséum renferme un échantillon de quartz indiqué comme provenant de Boufarik, et sur lequel sont implantés des cristaux de sidérite limonitisés (5mm), dans lesquels la forme dominante est $e_{1/3}$ $(24\bar{6}1)$ terminé par une base bombée associée à des rhomboèdres directs et inverses très obtus et non mesurables (fig. 6). Au moment du tirage de cette feuille, M. Baret me communique un échantillon de sidérite spathique en partie intacte renfermant des cristaux semblables aux précédents et provenant du même gisement.

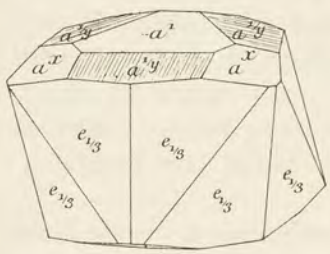


Fig. 6.
Sidérite de Boufarik.

Constantine. Des groupements de rhomboèdres lenticulaires de sidérite, d'un brun rougeâtre, empilés suivant c, ont été rencontrés dans une gangue quartzeuse du gisement cuprifère et plombifère d'Aïn-Barbar [1].

Tonkin. — La sidérite est, avec le quartz, l'une des gangues de la panabase des environs de Giao-Hiem (province de Bac Giang); elle s'y trouve parfois en rhomboèdres nets. Elle existe aussi dans les gisements zincifères des provinces de Tuyen-Quang et de Thaï-Nguyen : les échantillons étudiés m'ont été remis par M. Dupouy.

c) *Dans les fentes de roches diverses.*

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* Les diaclases des schistes ardoisiers de Pouldu en Caurel sont quelquefois tapissées de très petits cristaux bruns de sidérite, dont les formes paraissent se rapporter à celles de la *junckérite* du Huelgoat. J'ai signalé (*B. S. M.* XVII. 39. 1893) l'association de cette sidérite à de très grands cristaux de vivianite.

Maine-et-Loire. — J'ai rencontré dans les fentes des schistes siluriens d'Angers des cristaux analogues aux précédents.

1. M. Ungemach vient de me signaler sur de beaux cristaux englobant la panabase du Djebel Boaza près Djidjelli les formes suivantes : p, $e_{1/3}$, a^1, avec $(d^{1/3}\ d^1\ d^{1/5})$ $(44\bar{8}3)$, e^4, d^1, $e^{7/3}$ $(10.0.\bar{10}.1)$ et peut-être a^3 $(20\bar{2}5)$ subordonnés.

Alpes. — *Savoie*, *Hautes et Basses-Alpes*. M. Kilian m'a signalé l'abondance de cristaux de sidérite dans les fentes du houiller de la Maurienne, dans celles des grès du flysch des Trois Évêchés près du col du Lautaret (*Hautes-Alpes*), de Goléon, d'Allos (*Basses-Alpes*).

La sidérite, en gros rhomboèdres, accompagne le quartz hyalin du glacier Lombard (*Hautes-Alpes*), etc.

Madagascar. — La collection du Muséum possède un échantillon de quartz hyalin limpide, provenant de la Grande Ile, sans indication précise de gisement : il renferme des rhomboèdres *p* de sidérite blonde.

2° *Dans les roches éruptives.*

La sidérite est un produit secondaire assez fréquent des roches éruptives basiques, mais on la rencontre surtout dans les cavités cellulaires des basaltes. Elle s'y présente sous forme de mamelons concrétionnés (fig. 7) à structure zonaire et en même temps fibreuse, d'un brun rouge, offrant, dans les lames minces, le phénomène décrit page 435.



Fig. 7.
Sphérosidérite dans cavité d'un basalte du Mont-Dore.

Cette variété de sidérite est souvent manganésifère, elle constitue la *sphérosidérite*. Par décomposition, elle se transforme en limonite à cassure résineuse ou en hématite, se débitant parfois en écailles concentriques, et possédant souvent une grande fragilité.

Plateau Central. — La sphérosidérite se rencontre dans tous les basaltes du Plateau Central ; voici quelques localités où j'ai observé des échantillons particulièrement beaux.

Haute-Loire. Rochelimagne, Polignac, Le Croustet, etc. Dans cette dernière localité, la sphérosidérite se trouve aussi dans les cavités des enclaves granitiques des scories basaltiques et elle forme de petites veinules dans leur masse. Rouzade près le Puy (avec aragonite).

Cantal. Murat, Thiézac, etc. A St-Projet, la sidérite forme, à la surface de gros cristaux bacillaires d'aragonite, de petites masses jaune foncé, hérissées de pointements cristallins indistincts.

Puy-de-Dôme. Basaltes et labradorites du Mont-Dore (Chemin des Artistes, route de Besse, etc.), et de la Chaîne de Puys.

G. Rose a décrit (*Abhandl. Akad. Wiss. Berlin*, 1856, 37) des pseudomorphoses de calcite en limonite provenant du Puy de Marman, où elles accompagnent l'analcime, la mésotype et l'aragonite : il me paraît plus vraisemblable qu'il s'agit là de sidérite, minéral que j'ai rencontré dans ce gisement.

3° *Dans les formations sédimentaires.*

La sidérite se rencontre dans quelques formations sédimentaires, où elle résulte, soit d'un dépôt primordial effectué sous cette forme, soit de réactions secondaires, telles par exemple que la décomposition de la pyrite dans un milieu contenant des carbonates ; elle présente, dans ces gisements, des faciès très caractéristiques.

a) *Dans les formations paléozoïques.*

Silurien.

Normandie. Bretagne. Maine. — La sidérite ne constitue qu'exceptionnellement le minerai du niveau ferrifère, intercalé en Normandie entre les grès à *Bilobites* et les schistes à *Calymene* ; celui-ci est en effet d'ordinaire constitué par de la limonite ou par de l'hématite et de la magnétite. Mais dans bien des cas, sinon dans tous, il est probable que la limonite est le résultat de la décomposition de sidérite que les exploitations n'ont pas encore atteinte ; la démonstration peut en être faite pour les gisements suivants où la sidérite intacte a été rencontrée en plus ou moins grande abondance au milieu de l'oxyde.

Orne. Environs de la Ferrière-aux-Étangs (Le Chatellier, forêt d'Halouze) (Pralon. *A. M.* XIX. 125. 1902) : près du Chatellier, la sidérite est transformée en hématite au voisinage du granite.

Calvados. Jurques.

Morbihan. Ille-et-Vilaine. Mayenne. Aux environs de Fougerets (près l'étang de Vaulaurent et environs de la Ville-Macé), sur un coteau situé sur la rive droite de l'Oust ; exploitations aux environs de Glénac (Haut-Sourdéac), du Tertre et de la Chouannière (avec un peu de galène, de pyrite, etc.), puis entre l'Oust et la Vilaine, le Moulin Bréhon, la Ferrière, Trobert, la Haillerais, etc. Les échantillons de ces gisements, que j'ai pu étudier grâce à l'obligeance de M. Davy,

sont constitués par une sidérite grise, compacte, parfois mélangée de calcite (Saint-Pierre-la-Cour, *Mayenne*).

Anjou. — *Maine-et-Loire*. Les gisements situés près de Loiré sont sur le prolongement des précédents et présentent les mêmes particularités.

Carbonifère.

Le minerai de fer des assises carbonifères se trouve le plus généralement sous forme de carbonate. Il constitue des nodules lenticulaires, plus rarement de petits lits continus, d'une véritable roche, essentiellement formée par de la sidérite parfois un peu calcique et magnésienne mélangée à des oxydes de fer, de l'argile, des grains de quartz, du charbon, etc. Ces nodules sont d'un jaune clair, à aspect finement grenu, quand ils sont très purs, noirs ou brun clair, à cassure compacte ou terreuse, quand ils sont riches en matières étrangères. Ils contiennent souvent des cristaux de pyrite et ont parfois à leur centre des fossiles (plantes, poissons, coprolites, etc.), qui ont servi de point d'attraction aux sels de fer précipités dans un milieu réducteur. C'est en partie à la présence de ces débris organiques qu'il y a lieu d'attribuer la richesse en acide phosphorique ; souvent, dans quelques gisements, cette sidérite est même associée à de la phosphorite.

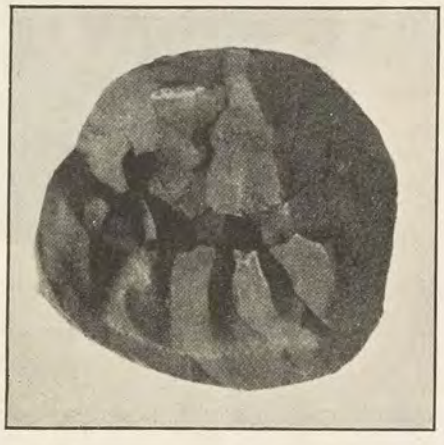


Fig. 8.
Nodule de sidérite lithoïde avec fissures de retrait. Blanzy (*Saône-et-Loire*). (*Réduction de moitié environ.*)

Ces nodules sont parfois creux ou présentent des fentes de retrait (fig. 8), dans lesquelles peuvent s'observer divers minéraux, parfois bien cristallisés : calcite, dolomite, ankérite, pyrite, galène, blende, barytine, quartz, kaolinite, etc. Ils renferment quelquefois aussi (bassin de Saint-Étienne) des géodes tapissées de cristaux rhomboédriques de sidérite.

La structure des nodules de sidérite est grenue et rappelle celle de certains calcaires, plus rarement elle est sphérolitique (*sphérosidérite*) (fig. 9). On trouvera page 599, comme exemples, deux analyses de cette variété de sidérite, qui est fréquemment manganésifère.

La ferrorhabdite, décrite page 467 du tome II, est le résultat de

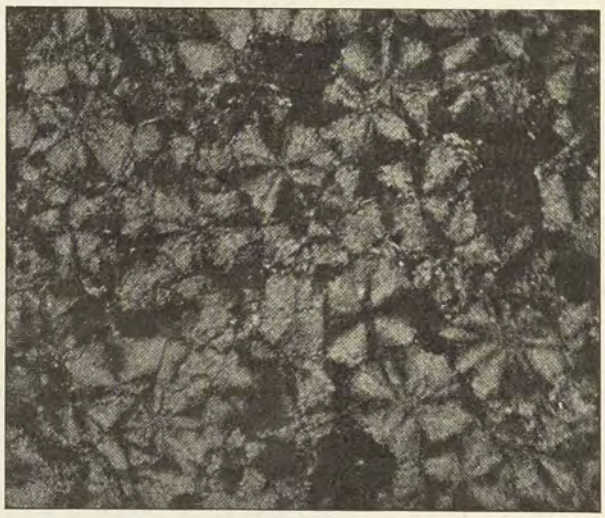


Fig. 9.
Sphérolites de sphérosidérite de Firminy (*Loire*).
(*Lumière polarisée, grossissement de 33 diamètres.*)

la réduction complète de nodules de sidérite, consécutive à la transformation par fusion des assises houillères en roches feldspathiques, avec ou sans cordiérite, sous l'influence des incendies souterrains.

Les rognons de sidérite constituent en Angleterre une grande richesse ; en France, ils se rencontrent dans tous les bassins houillers, mais ils n'ont pu que bien rarement être exploités fructueusement. Je ne citerai ici que quelques gisements, dans lesquels ils sont particulièrement abondants.

Flandre. — *Nord*. Toutes les couches de ce bassin renferment (particulièrement à leur toit) des rognons de sidérite : les gisements suivants sont particulièrement à citer : Fresne, Vieux Condé à Anzin (échantillons sphérolitiques), Douchy (les rognons de sidérite de ce

dernier gisement montrent parfois des fissures de retrait divisant la masse en petites colonnes prismatiques).

Pas-de-Calais. Parmi les gisements de cette région, il faut faire une place spéciale à la veine St-Eugène à Liévin. La sidérite y mérite souvent le nom de *sphérosidérite*. M. Barrois m'a en effet communiqué des échantillons, constitués par l'agglomération de sphérolites de un ou deux millimètres, séparés parfois les uns des autres par de la houille ; leur structure fibreuse est remarquablement régulière.

Normandie. — *Calvados.* Littry.

Vendée. — *Vendée.* Bassin de Vouvant (Faymoreau) (avec cristaux de barytine dans les fentes).

Cévennes. — *Gard.* Le gisement de Palmesalade, dont il a été question page 603, devrait peut-être être classé ici, mais, par la nature de ses produits, sa structure, etc., il se rapproche davantage des gîtes filoniens, parmi lesquels je l'ai rangé.

Plateau Central. — *Aveyron.* Bassin de Decazeville (mines de Lasalle, Gombes et Tramont (couches concrétionnées, avec fentes tapissées de cristaux de pyrite), Cransac (nodules parfois réduits en ferrorhabdite), Carmaux, etc.

A Lasalle, les incendies souterrains n'ont que calciné, sans les réduire, les nodules de sidérite : ils les ont transformés en hématite.

Ardèche. La Chastagnère près Prades.

Creuse. Basmoreau.

Corrèze. M. Puyaubert m'a signalé dans les mines d'Argentat l'existence de nodules de sidérite, dont le centre renferme souvent de la kaolinite écailleuse et de la blende transparente.

Haute-Loire. Brassac (mine de Grosménil).

Puy-de-Dôme. Messeix.

Loire. Le bassin de Saint-Étienne, Rive-de-Gier et surtout la mine du Treuil. Dans cette dernière, il existe trois couches de sidérite, alternant avec deux couches de houille dans un schiste argileux ; la sidérite est continue dans les couches supérieures, noduleuse et discontinue dans les autres; elle renferme en petite quantité de la galène, de la blende, de la barytine.

A Firminy, les nodules sont parfois très cristallins, constitués par

des sphérolites très réguliers : ils renferment de beaux cristaux de pyrite.

M. Mayençon a signalé à Montrembert (puits Devilaine) et à la Beraudière (puits Ferouillat), des rognons de sidérite lithoïde à centre noir et à cassure conchoïde, ou gris, rayant le verre, dans lesquels il aurait trouvé des traces de cérium (*C. R.* XCI, 669, 1880).

Allier. Commentry (nodules parfois réduits en ferrorhabdite), Noyant, Fins (nodules ayant parfois un centre en phosphorite terreuse et une croûte extérieure en pyrite compacte).

Nièvre. Decize.

Saône-et-Loire. Bassin d'Autun et d'Épinac, Blanzy [nodules à structure intérieure cloisonnée (fig. 8)].

Vosges. — *Haute-Saône*. Ronchamp et Champagney (nodules renfermant des nids de pyrite, de galène, de blende, de barytine).

Esterel. — *Var*. Collobrières : la Bourrenque, au nord de Six-Fours.

b) *Dans les formations secondaires.*

Trias.

Esterel. — *Var*. Les grès à combustible pyriteux des environs de Grasse renferment des rognons de sidérite lithoïde.

Pyrénées. — *Landes*. Dans les marnes irisées de la métairie de Larom, près Gaujacq (en rognons).

Jurassique.

Normandie. — *Seine-Inférieure* et *Oise*. J'ai examiné des échantillons de sidérite lithoïde du Pays de Bray provenant du portlandien d'Armentières en la Chapelle-aux-Pots (*Oise*) et de Beaubec-la-Rosière (*Seine-Inférieure*) : ils sont semblables à ceux de l'hauterivien de la même région.

Cévennes. — *Gard*. Des rognons de sidérite lithoïde se trouvent dans les marnes du lias à Valz près Anduze, à la Vigne près Saint-Sébastien, à Bariel près Durfort.

Plateau Central. — *Aveyron*. Des rognons de sidérite, rappelant par leur aspect ceux du houiller, se rencontrent dans des marnes du lias inférieur des environs de Millau.

Bassin du Rhône. — *Ardèche*. La sidérite, en petits rhomboèdres fort nets, jaunes et brillamment irisés, souvent empilés en grand nombre suivant l'axe vertical, tapisse les cavités des couches riches en hématite du callovien de la Voulte (analyse *b*). Ces groupements rappellent en plus régulier, ceux de dolomite de Framont, figurés plus loin. Ils sont parfois recouverts de cristaux limpides de barytine. Des rognons lithoïdes, aplatis, de sidérite se trouvent dans les calcaires argileux accompagnant le minerai exploité : ils renferment 55 °/₀ de Fe CO^3, 5.75 de Mn CO^3 (*A. M.* V. 328. 1820).

De très jolis rhomboèdres du même minéral accompagnent des cristaux de quartz dans les cavités de l'hématite de Saint-Priest.

Bourgogne. — *Yonne*. Des rognons de sidérite, associés à de la pyrite et de la galène, ont été trouvés à Étaules, près l'église Saint-Valentin (Avallon), dans le calcaire à gryphées.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. Les gisements toarciens de limonite oolithique renferment en profondeur de la sidérite, qui y devient peut-être le minerai ferrugineux normal.

Crétacé.

Flandre. — *Nord*. Gisements importants dans l'aachénien de Don-Sainghin sur la haute Deule.

Pas-de-Calais. Des rognons de sidérite ont été exploités dans les falaises du grès vert des environs de Boulogne.

Normandie. — *Seine-Inférieure* et *Oise*. Un intéressant minerai de fer se trouve dans une zone perméable ou sableuse du milieu de l'hauterivien du Pays de Bray, dans le département de la *Seine-Inférieure* et dans la partie contiguë de celui de l'*Oise*. M. de Mercey a montré (*B. S. G.* XXVIII. 793. 1900) qu'au-dessous du niveau hydrostatique, ce minerai est formé par de la sidérite (en rognons compacts ou globulaires), alors qu'au-dessus, cette sidérite est entièrement transformée en limonite siliceuse. La sidérite de ces gisements [Blacourt, La Chapelle-aux-Pots, Saint-Germain-la-Poterie (*Oise*), Serqueux (*Seine-Inférieure*)], est compacte et plus rarement oolithique; elle renferme parfois de la glauconie (Blacourt) et des fossiles (*Astarte numismalis* d'Orb.) (Serqueux).

Aquitaine. — *Charente-Inférieure*. Nodules de sidérite compacte dans les argiles gypsifères cénomaniennes de Piédemont.

Bourgogne. — *Saône-et-Loire*. Les argiles à silex du Mâconnais (La Grisière en Flacé-lès-Mâcon) renferment des nodules d'hématite ou de limonite résultant de la décomposition de sidérite, ainsi qu'en témoignent des géodes de rhomboèdres *p* que l'on y rencontre parfois.

Yonne. Les argiles vertes, très plastiques, de la région d'Auxerre renferment parfois (Pourrain, etc.) des bancs de sidérite lithoïde, compacte, d'un gris clair, qui est utilisée concurremment avec les argiles limoniteuses pour la fabrication des ocres (voir page 389).

c) *Dans les formations tertiaires.*

Bassin de Paris. — *Seine*. La sidérite est assez abondante dans l'argile plastique sparnacienne du bassin de Paris (Issy, Vanves, Ivry, Auteuil, etc.). Elle s'y présente, soit en masses cristallines, soit en petits globules, qui ont été souvent décrits comme des oolites. J'ai montré (*Nouv. Arch. Muséum*, IX. 272. 1897), que ces prétendues oolites sont constituées par la réunion de petits rhomboèdres aplatis et basés de sidérite, souvent groupés autour d'un cristal de pyrite (fig. 10). Le minéral est un produit secondaire de la décomposition de ce sulfure de fer. Il est facile, par lévigation, d'isoler les grains de sidérite. Par altération, ils se transforment en globules, à écailles concentriques, de limonite ou d'hématite, qui sont très fréquemment creux (fig. 33, page 283).



Fig. 10.
Sidérite dans argile plastique d'Issy (*Seine*).

d) *Époque actuelle.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. On a vu page 396 que dans certaines tourbières, il se forme encore actuellement de la sidérite, soit cristalline,

soit colloïde ; dans les échantillons des tourbières de Hollande, qu'a bien voulu me communiquer M. van Bemmelen, la sidérite forme une trame de petites cloisons, à structure fibreuse et à surface mamelonnée.

C'est probablement à un mécanisme analogue qu'est due la production de nodules de sidérite, trouvés par M. Baret (*op. cit.*, 1898, 69), sur les bords de la Loire, dans les argiles de la Ville-au-Vay, près le Pellerin. Ils sont très cristallins, grisâtres, creusés de cavités miarolitiques. Ils sont très altérables en limonite.

e) *Age indéterminé.*

Plateau central. — *Aveyron*. La collection du Muséum doit à M. Arsandaux de gros nodules de sphérosidérite, d'une structure exceptionnellement cristalline ; ils proviennent de Saint-Côme-sur-le-Lot. Ils sont constitués par la réunion de sphérolites d'un brun jaune clair, à structure régulièrement fibreuse, ayant de 2 à 3 millimètres de diamètre. Je n'ai pu savoir de quel genre de gisement proviennent ces intéressants échantillons.

DIALOGITE

(Rhodochrosite).

$MnCO^3$

Rhomboédrique $pp = 107°$.

Angle plan de $p = 103°4'30''$.

[$a : c = 0{,}81840$ (Sansoni)].

Macles. J'ai constaté, à l'aide des propriétés optiques, l'existence de la macle suivant b^1 $(01\bar{1}2)$, offrant les mêmes caractères que dans la calcite.

Formes observées. p $(10\bar{1}1)$, e^2 $(10\bar{1}0)$, d^1 $(11\bar{2}0)$.

Faciès. La dialogite se rencontre plus rarement en cristaux distincts [rhomboèdre p $(10\bar{1}1)$] que les autres carbonates ; le plus souvent, elle constitue des masses clivables laminaires, grenues, des masses compactes ou massives. Elle prend aussi des formes concrétionnées.

Clivages. Clivages p $(10\bar{1}1)$ parfaits. Cassure inégale.

Dureté. 3,5 à 4,5. Fragile.

Densité. 3,45 à 3,60, 3,57 à 3,61 (Vielle Aure).

Coloration et éclat. Rouge brun de diverses nuances. Rouge foncé, gris rosé foncé, brun, quelquefois presque blanche. Poussière blanche. Éclat vitreux passant à l'éclat nacré. Rarement transparente ; translucide.

Propriétés optiques. Uniaxe et négative ($\mathbf{n}_p$). La biréfringence est très grande, comme dans les autres carbonates rhomboédriques.

$$\mathbf{n}_p = 1{,}53732 \text{ (Ortloff) D.}$$

Composition chimique. La formule $MnCO^3$ correspond à la composition *a*). Quelques variétés renferment une quantité, parfois considérable, de protoxyde de fer, de chaux ou de petites quantités de magnésie, d'oxyde de zinc.

b) Analyse de la dialogite de Vielle Aure par Grüner (*A. M.* XVIII, 69. 1850).

	a)	*b*)
CO^2	38,3	38,27
MnO	61,7	59,96
FeO	»	0,43
CaO	»	0,56
MgO	»	0,38
	100,0	99,60

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, décrépite, devient d'un gris brun, puis noire, sans fondre. Avec le sel de phosphore et le borax, au feu réducteur, donne une perle incolore, qui devient d'un violet améthyste au feu oxydant. Fondue sur une lame de platine avec du carbonate de soude, donne une masse colorée en vert par du manganate de sodium. Soluble dans les acides à chaud.

Altérations. Par exposition à l'air, la dialogite de couleur rose pâlit, puis brunit, et enfin se transforme en manganite, puis en pyrolusite. Les tas de dialogite, extraits des mines de la vallée du Louron et exposés pendant quelques années à l'air, sont devenus entièrement noirs, la belle couleur rose apparaît, quand on brise des blocs.

Diagnostic. Réaction du manganèse. Voir page 416.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La dialogite se trouve d'ordinaire dans des filons métallifères[1], avec divers minéraux d'argent, de plomb, de cuivre et surtout de manganèse : les deux gisements qui vont être décrits sont probablement des gîtes de substitution.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. La dialogite est très abondante dans les concessions de Germ, de Loudervielle et de la Serre d'Azet, où l'on a exploité tout d'abord de la manganite et de la pyrolusite, produites par l'oxydation superficielle de couches calcaires imprégnées de divers minéraux manganésifères (voir tome I, pp. 304 et 632).

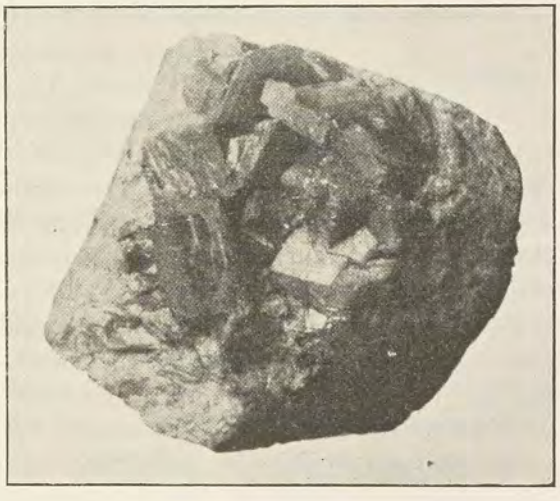


Fig. 1.
Géode de rhomboèdres de dialogite de Vielle Aure.
(*Photographie un peu réduite.*)

La dialogite peut être surtout étudiée dans la montagne de Serre d'Azet, soit sur le versant de la vallée de la Neste de Louron (mine de Nabias en Adervielle), soit sur celui de la Neste d'Aure, près du village de Vielle Aure et d'Azet. Elle y forme le plus généralement des masses compactes ou grenues, provenant de la transformation de

1. Pour les minéraux du *Puy-de-Dôme* décrits par M. Gonnard (*op. cit.* 112) sous le nom de *dialogite*, voir p. 660 et 663.

calcaires par des sources manganésiennes. Elle est mélangée de friedélite, de rhodonite, de téphroïte, de grenats (spessartite et grossulaire). Elle constitue aussi, au milieu de la roche compacte, des veines dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à plus d'un décimètre. Ces veines spathiques sont d'un beau rose clair et renferment quelquefois des cavités tapissées de cristaux nets [p ($10\bar{1}1$)] de dialogite. Elles contiennent aussi de grosses masses clivables d'*alabandite*, plus rarement des lamelles d'*hübnérite* rouge, des cristaux nets de *friedélite* et enfin de *téphroïte* brune, que j'y ai découverte en 1898.

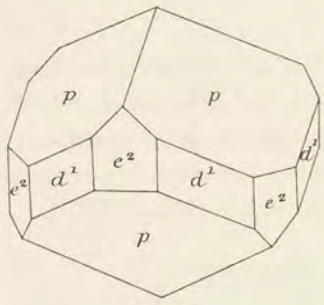


Fig. 2.
Dialogite de Vielle-Aure.

Dans les mines de Vielle Aure, on a trouvé autrefois de magnifiques cristaux de dialogite (fig. 1), présentant une teinte un peu lilas (analyse *b*). Les cristaux que j'ai examinés présentent le rhomboèdre p ($10\bar{1}1$) dominant, avec en outre parfois e^2 ($10\bar{1}0$) et d^1 ($11\bar{2}0$) (fig. 2). Ce sont, avec ceux du Comté d'Alicante (Colorado), les plus gros cristaux de dialogite que j'ai eu l'occasion de voir, ils mesurent en effet très souvent 2 centimètres suivant une arête horizontale.

M. Lienau a décrit (*Chem. Zeit.*, XXIII. 418. 1899) deux minerais, fréquents dans les mines de Vielle Aure et il les a considérés comme des espèces définies. L'un d'eux, qu'il a appelé *viellaurite*, est d'un gris noir (densité 3,77), il est compact : sa composition (CO^2 21,09 ; SiO^2 11,93 ; MnO 63,01 ; FeO 1,56 ; MgO 0,77 ; CaO 1,06 ; S 0,55 = 99,97) est représentée par la formule $5MnCO^3$, $2Mn^2SiO^4$, et correspond à 51,05 p. 100 de dialogite et 48,95 p. 100 de téphroïte. L'examen microscopique que j'ai fait (*Bull. Muséum*, 1899, 258) d'un échantillon communiqué par M. Lienau, m'a permis de constater que ce minerai ne constitue pas un minéral défini, mais une roche de téphroïte et de dialogite ; il existe en outre un peu d'alabandite.

Le second minerai, appelé *torrensite* (densité 3,62) par M. Lienau, a une composition différente, représentée par la formule $MnCO^3$, $MnSiO^3$, 1/2 H^2O, qui correspond à 45,03 de dialogite et 51,44 p. 100 de rhodonite. [CO^2 19,44 ; SiO^2 15,12 ; MnO 48,48 ; FeO 1,11 ; MgO 1,42 ; CaO 7,85 ; Al^2O^3 3,52 ; H^2O 3,22 = 100,06]. Les conclusions de l'étude optique sont les mêmes que pour le produit précédent : il n'y

a pas là d'espèce minérale définie, mais un mélange de dialogite et de rhodonite ; la petite quantité d'eau est due à des produits hydratés d'altération de la rhodonite, qui donnent à la roche sa coloration sépia clair.

Dans un travail postérieur (*Chem. Zeit.*, XXIII, 1903), le même auteur a décrit sous le nom de *lacroisite* un minerai analogue à la viellaurite, mais d'un gris clair, qui n'est qu'un mélange de 81 p. 100 de dialogite et de 89 p. 100 de rhodonite (CO^2 33,74 ; SiO^2 9,65 ; MnO 44,57 ; FeO 1,21 ; CaO 8,00 ; MgO 3,19 = 100,36). Il a d'autre part appelé *schokoladendstein* un minerai brun chocolat, attaquable par les acides en faisant gelée et en donnant un dégagement de chlore et d'anhydride carbonique, il lui attribue la composition 5 Mn^2SiO^4, 3 Mn^2MnO^4, 2 $MnCO^2$, H^2O (CO^2 5,55 ; SiO^2 14,85 ; MnO 54,42 ; FeO 2,86, CaO 5,59 ; MgO 2,11 ; MnO^2 13,46 ; H^2O 0,93). Ce mélange de dialogite et de téphroite en voie d'oxydation provient de Vielle Aure et de las Cabesses [1].

M. Caralp m'a communiqué un échantillon de dialogite compacte, identique à celui qui constitue le minerai moyen de las Cabesses décrit plus loin : il vient de Bergouz, dans la vallée de Luz.

Ariège. Le gisement de dialogite le plus important, qui existe en France, est celui exploité à las Cabesses près Riverenert, à l'est de Saint-Girons. Il est presqu'exclusivement constitué par ce minéral. Le gîte consiste en un stockwerk de filons de dialogite, résultant de l'imprégnation et de la substitution irrégulière de calcaires griottes dévoniens très fissurés. Le minerai est parfois un peu aurifère (de Launay).

La dialogite de las Cabesses est compacte, d'un gris rosâtre, mais elle est traversée par des veines de dialogite à grandes lames, d'un beau rose avec géodes de rhomboèdres. J'ai observé dans les fentes de la dialogite compacte quelques cristaux transparents brillants, consistant en un scalénoèdre très aigu, rappelant les formes de calcite de Framont, et de plusieurs autres scalénoèdres moins développés. Je n'ai pu en isoler de cristaux mesurables. Plus rarement, la dialogite forme des masses mamelonnées à structure fibreuse, translucide, analogues à celles du Nassau. Aux affleurements, elle est plus ou moins oxydée, mélangée de nids de manganite (pyrolusite) ou même complètement transformée en ce minéral.

1. Enfin M. Lienau a désigné sous le nom de *huelvite* un mélange de dialogite et de téphroite (2 $MnCO^3$, 3 Mn^2SiO^4), provenant des environs de Huelva, qui n'a pas été trouvé dans les Pyrénées.

SMITHSONITE

$ZnCO^3$

Rhomboédrique $pp = 107°40'$.

Angle plan de $p = 103°27'48''$
[$a : c = 1 : 0{,}80633$ Wollaston].

Formes observées. a^1 (0001) ; p ($10\bar{1}1$), e^1 ($02\bar{2}1$) ; d^2 ($21\bar{3}1$).

$a^1\ p$ 137° 3'	pp 107°40'	d^2d^2 s. e^1 105°19'
$p\ e^1$ 104°43'	dd^2 150°41'	d^2d^2 s. e^1 144°42'

Faciès des cristaux. Les cristaux de smithsonite sont presque toujours de petite taille et généralement constitués par p ($10\bar{1}1$), souvent arrondis et non mesurables.

D'ordinaire, le minéral est concrétionné ; il forme des masses stalactiformes, réniformes, botroydales, grenues ou compactes, très résistantes ou au contraire friables. Les fibres sont allongées suivant l'axe vertical.

Clivages. Clivages p ($10\bar{1}1$) parfaits. Cassure inégale à conchoïdale.

Dureté. 5.

Densité. 4,30 à 4,45.

Coloration et éclat. La smithsonite pure est incolore ou blanche, mais elle prend les couleurs les plus variées et les plus vives sous l'influence d'une petite quantité de fer (gris, jaune, rouge, brun) ou de cuivre (vert, bleu) ou d'inclusions (jaune d'or) de greenockite.

Propriétés optiques. Uniaxe *négative* ($\mathbf{n}_p$).

$$\mathbf{n}_p = 1.6177 \text{ (Ortloff.)}.$$

Inclusions. Les divers pigments (greenockite, limonite, hématite, etc.), qui colorent certaines variétés de smithsonite sont amorphes et distribués sans ordre régulier.

Composition chimique. La formule $ZnCO^3$ correspond à la composition *a* ; il existe souvent du fer, du manganèse, du calcium, du magnésium, du cuivre, parfois des traces d'indium ; le cadmium paraît surtout exister sous forme de *greenockite*. Les variétés très ferrifères (au-dessus de 20 °/₀ de FeO) sont désignées sous le nom de *monheimite* ou de *kapnite* ; la *herrérite* est une variété cuprifère d'un vert pomme.

Analyse *b* de la smithsonite de Chessy par M. Arsandaux.

	a	*b*
CO^2.....	35,2	35,2
ZnO.....	64,8	58,7
FeO.....	»	0,4
MnO	»	2,5
CuO.....	»	1,6
insol.....	»	1,0
	100,0	99,4

Essais pyrognostiques. La smithsonite perd dans le tube son anhydride carbonique ; si elle ne contient pas d'oxyde autre que celui de zinc, elle se transforme en une masse, jaune à chaud, blanche à froid (ZnO) ; dans le cas contraire, elle rougit ou noircit. Infusible au chalumeau. Chauffée avec la solution d'azotate de cobalt (feu oxydant), elle donne une masse verte à froid, si elle est pauvre en fer. Sur le charbon, avec la soude, elle donne les réactions du zinc et quelquefois du cadmium.

Soluble dans l'acide chlorhydrique avec effervescence.

Diagnostic. La smithsonite se distingue des autres carbonates par sa densité et ses propriétés pyrognostiques (zinc) (voir page 416).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La smithsonite se rencontre exclusivement dans des gîtes métallifères. Dans les filons concrétionnés proprement dits, elle ne constitue qu'un accident minéralogique sans importance économique, résultant de la décomposition sur place de la blende ; dans les gîtes de substitution au contraire, elle forme le minerai principal exploité, alors que les sulfures (blende et galène) ne constituent souvent qu'un accessoire.

1° *Dans les gîtes de substitution.*

Les gîtes, dont il est question ici, se trouvent toujours dans les calcaires, ils y constituent des filons, des poches, des amas souvent considérables et il n'est pas douteux qu'ils ne proviennent d'une substitution de la calcite. La question théorique qui se pose est de savoir si cette substitution s'est effectuée au moment de la formation du gîte ou au contraire si elle est d'origine secondaire, le minerai primordial étant la blende, postérieurement oxydée par les eaux de la surface, qui auraient ainsi rendu possible sa décomposition et sa réaction sur les parois carbonatées. Cette dernière opinion paraît vraisemblable

dans bien des cas, car on voit généralement en profondeur la blende se substituer progressivement à la smithsonite, sans que la nature des gangues change.

Quoi qu'il en soit de cette question théorique, dans les gîtes de ce genre, on rencontre fréquemment des pseudomorphoses de cristaux de calcite en smithsonite et du gypse, qui est un des témoins des réactions chimiques, ayant donné naissance à la smithsonite. Celle-ci est souvent accompagnée d'*hydrozincite* concrétionnée, qui se forme à ses dépens dans les fentes et souvent encore dans les galeries de mine.

Dans tous ces gisements, la smithsonite constitue des masses compactes ou terreuses, plus ou moins ferrifères, dont les nombreuses cavités sont revêtues d'un enduit fibreux de smithsonite pure. Quelquefois on y observe de beaux échantillons mamelonnés ou stalactiformes tout à fait semblables, comme structure, à ceux de la calcite. Ce n'est que très exceptionnellement dans les gisements étudiés plus loin, que la smithsonite se présente en cristaux distincts, uniquement formés par des rhomboèdres *p*. La smithsonite est associée à de la calcite, parfois à de la calamine : le minerai compact constitue de véritables roches, dans lesquelles ces divers minéraux sont fréquemment mélangés ; il est souvent coloré en jaune par de la limonite.

Les cavités renferment parfois de la calamine cristallisée (en moyenne peu abondante dans les gisements français, plus fréquente dans certaines mines algériennes et tunisiennes), des cristaux de cérusite, d'anglésite, de barytine, etc.

a) *Dans les gîtes essentiellement zincifères.*

Pyrénées. — *Pyrénées-Orientales.* A Can Pey, près Arles-sur-Tech, M. Carrière a exploré dans les calcaires cambriens, un amas de blende passant à la galène en profondeur et transformé à la surface en smithsonite avec calamine ; il existe un peu de mimétite. Certaines fissures, au lieu d'être minéralisées, renferment du sable et de la *pilolite*.

L'aurichalcite, décrite plus loin, a été trouvée dans des filons distincts.

Cévennes. — *Gard.* Les grands gisements exploités en France se trouvent dans le Gard. La smithsonite, généralement ferrifère, existe dans tous les gisements zincifères des environs d'Alais (Clairac, Clarpon près Bessèges) surtout constitués par de la blende ; elle est cependant assez abondante dans quelques-uns d'entre eux pour avoir pu

être exploitée à Cendras, à Landas (à l'Ouest de Sainte-Croix-de-Fauri), près de Saint-Félix-de-Pallières (amas et filons avec galène, pyrite et blende).

Mais les gisements les plus importants se trouvent à la limite de l'*Hérault*, aux environs de Saint-Laurent-du-Minier; le principal, celui des Malines, très activement exploité actuellement, est constitué par une série d'amas (smithsonite avec calamine, hydrozincite, blende et galène) dans les calcaires dolomitiques oolithiques ; il existe aussi un filon (barytine, galène, blende et pyrite), traversant à la fois les cipolins et les calcaires jurassiques qui les recouvrent. Les gisements voisins des Avinières et du Mas Rigal se trouvent dans le lias.

A signaler encore les gisements du Mas de Beaugis, d'Arrigas, des environs de Coste Durfort. Tous ont fourni, en outre du minerai commun plus ou moins ferrifère, de petits rhomboèdres nets et des stalactites parfois très belles de smithsonite fibreuse de diverses couleurs, grises, blanches, bleu de ciel (Arrigas).

Lot. Combecave,

Aveyron. Saint-Jean-du-Bruel, près Nant (smithsonite concrétionnée caverneuse avec hydrozincite), La Croizille près Najac (dans l'infra lias).

Lozère. Des gîtes de smithsonite concrétionnée (avec quelques rhomboèdres distincts dans les cavités) se trouvent au milieu des calcaires hettangiens à la Combe de Cubières, à Bourbon, au Crouzet et à Pomaret (Bresson, *Bull. industr. minér. Saint-Etienne.* III. 1904. 677), ils renferment des nodules de galène, de blende, à gangue de barytine.

Poitou. — *Vienne.* De petites masses caverneuses et concrétionnées de smithsonite (43 0/0. $ZnCO^3$) ont été trouvées jadis dans les calcaires jurassiques de Sauxais près Poitiers contenant des mouches de galène (Berthier. *A.M.* III. 390. 1818).

Jura. — *Jura.* M. Bourgeat a trouvé (*B.S.G.I.* 1901) dans les fentes du calcaire jurassique inférieur de la Combe-des-Prés, au nord de Saint-Claude, des rognons de smithsonite jaune, disséminés avec nodules de pyrite et de limonite dans une argile rougeâtre.

Diois. — *Drôme.* De la smithsonite concrétionnée, mélangée à de la blende et à de la galène, constitue le gîte, à allure filonienne, de Menglon, sur la montagne de Piémont, en face Châtillon-en-Diois. Ce gisement se trouve dans des calcaires oxfordiens. Des gisements analogues se rencontrent dans d'autres parties du Diois et en particulier à Brette.

Plateau Central. — *Ardèche*. Le gisement de Saint-Cierge est analogue à celui de Menglon.

Algérie. — De nombreux gîtes zincifères de smithsonite se trouvent dans les calcaires secondaires de l'Algérie, incrustant les parois de cassures. La smithsonite s'y présente presque uniformément sous forme de masses concrétionnées, plus ou moins ferrugineuses, renfermant fréquemment des cavités de toute taille, dont les parois sont recouvertes de smithsonite mamelonnée fibreuse ; il existe au milieu de cette smithsonite, des amas de blende, de galène, avec leurs produits d'altération (cérusite, etc.), plus rarement de la barytine, du quartz, etc.

On trouvera dans la notice publiée par le Service des mines d'Algérie, à l'occasion de l'exposition de 1900, une longue liste de gisements.

Voici quelques-uns de ceux dont j'ai examiné des échantillons.

Oran. Les principaux gîtes se trouvent aux environs de Nemours, dans le calcaire jurassique, à Fillaoucen et au Djebel Masser (avec galène et cérusite) et au voisinage de Lalla Marnia à Mâzis (surfaces concrétionnées fibreuses d'un blanc de lait). J'ai observé parmi des échantillons venant de Fillaoucen des géodes de smithsonite concrétionnée, colorée en jaune par de la greenockite et semblable à celle du Laurion.

Alger. Le massif de l'Ouarsenis, à 42 kilomètres S. (39° E. d'Orléansville) renferme dans le lias de nombreux gîtes [Le Grand Pic (gite Bir Chitane), crête Sidi Abd-el-Kader (gîte de Friha ou Amann), piton de Rokbat-el-Atba, Djebel Belkh'aïret], surtout exploités pour l'extraction de la smithsonite. Celle-ci constitue des masses caverneuses jaunes, dont les cavités sont quelquefois tapissées de rhomboèdres p très petits, mais fort nets du même minéral; ils sont recouverts de gros cristaux de calamine blanche, décrits par M. Gentil (*B.S.M.* XVIII. 399. 1895), qui seront étudiés dans mon premier supplément. Il existe aussi dans cette mine des stalactites de smithsonite concrétionnée, à structure fibreuse, vertes, translucides, qui rappellent celles du Laurion ; leurs fibres se terminent parfois par des faces p courbes.

Il y a lieu de signaler, aux environs de l'Arba, les gisements de Dra-Amine (avec blende et galène), de Tersent (avec galène et panabase), de R'arbou (avec galène) et de Sakamody (avec blende et galène) ; aux environs de Palestro, la mine de Guerrouma (avec blende, galène, cérusite), etc.

Constantine. C'est surtout dans cette province qu'abondent les gisements calaminaires ; voici les principaux :

A l'Est de Bougie, dans le lias (Sidi Djaber et Djebel Tamedret), dans l'éocène (Beni-Seghoual), à l'ouest de Sétif : Kef Semmah (ou Djebel Guergour), petits cristaux à faces courbes (probablement d^2 ($21\bar{3}1$), e^1 ($02\bar{2}1$) et Djebel Anini (dans le crétacé supérieur) : masses mamelonnées et fibreuses vertes, rappelant les plus belles variétés du Laurion ; au Sud Ouest de Sétif (dans l'urgo-aptien), Djebel Zdim (smithsonite et hydrozincite concrétionnée, alternant en lits de quelques millimètres avec calcite ; au Sud-Est de Sétif (dans l'urgo-aptien), Djebel Yousef, belle smithsonite concrétionnée : Bou-Thaleb, dans le jurassique inférieur (smithsonite, beaucoup d'hydrozincite et de willémite, mimétite). Au Sud de Jemmapes (dans le ligurien), Djebel Sayefa (smithsonite avec blende et cinabre).

Dans la région de Batna, Tarerbit (dans le jurassique), Djendli (dans l'aptien), etc. ; au Nord d'Aïn-Beïda (Aïn-Arko dans le jurassique) ; dans la région de Guelma, Bou Zitoun (dans l'urgo-aptien avec stibine), Hamman N'baïls (associée à la nadorite).

De nombreux gisements se trouvent dans le crétacé supérieur de la région de Souk-Akras, Mesloula, etc.

Au Nord de Tébessa, Aïn Chaouch (dans le cénomanien), smithsonite et belle blende blonde, avec galène et cinabre, Kef Rekma près Clairfontaine (belle smithsonite parfois colorée en jaune par greenockite) ; au Sud de Tébessa, Beccaria (dans le sénonien), Bou Chérite, Djebel Bou Rouman, etc.

Flajolot a signalé (*A. M.* XX. 30, 1871) à Aïn-Safra, une variété de smithsonite schistoïde, d'un blanc grisâtre, véritable roche ressemblant à un calcaire, ayant la composition suivante ; $ZnCO^3 = 43,08$; $FeCO^3 = 28,50$; $MnCO^3 = 5,10$; $CaCO^3 = 2,05$; $MgCO^3 = 2,10$; argile $= 6,7$; $H^2O = 2,20 = 100$.

Tunisie. — Il existe en Tunisie un certain nombre de gisements calaminaires analogues à ceux de la province de Constantine. J'ai eu surtout l'occasion d'étudier une riche série de smithsonite concrétionnée fibreuse et stalactiforme provenant de la mine de Kanguet-Kef-Tout, à 28 kilomètres au nord de Béja : les stalactites, parfois vertes et translucides, rappellent les plus beaux échantillons du Laurion. Il faut encore citer dans la même région : le Djebel Ben-Amar, Sidi Ahmed, le Djebel Gheriffa, El Grefa, Béchateur, etc.

Au Sud de Tunis, Zaghouan et surtout le Djebel Ressas ; la smithsonite y constitue des masses fibrobacillaires, parfois associées à de la calamine fibreuse et, comme elle, colorée en jaune par de la greenockite. Cette smithsonite est accompagnée de beaucoup d'hydrozincite et de magnifiques cristaux de cérusite, de leadhillite, elle forme parfois des groupes polysynthétiques de gros rhomboèdres aigus (e^4).

A citer encore Sidi-Youssef ; Djebel-el-Akhouat (au sud de Tebboursouk) Tourien ; Djebba ; puis, à l'Est de Tebessa, la Djebel-Bou-Djaber (smithsonite concrétionnée, hydrozincite, blende, cérusite) ; Djebel Zrissa ; Djebel Guera Alfaya (masse concrétionnée colorée par greenockite) près de Kef (avec hématite manganésifère et minerais de cuivre) ; Djebel Azered près Thala.

Tonkin. — Il existe un certain nombre de gisements calaminaires, jadis exploités par les Chinois ; ce sont des amas de blende et de galène accompagnés de smithsonite au milieu de calcaires. Je dois en particulier à M. Dupouy de beaux échantillons de smithsonite concrétionnée fibreuse, blanche ou jaune, mamelonnée provenant de Lang-Hit, entre Thaï-Nguyen et Cho-Moi, au voisinage de Song-Cau (avec jolis cristaux de cérusite) et de Trang-Da, dans la province de Tuyen-Quang. Ce gisement renferme quelques rhomboèdres nets et arrondis de smithsonite avec de jolis cristaux de calamine (voir Dupouy. *Minéraux et minerais du Tonkin*, 1909, 76).

Congo. — Je dois à MM. Lucas et de Romeu des échantillons de smithsonite concrétionnée géodique, provenant de Yanga-Koubantza, entre Mindouli et M'Bongo Songho ; dans leurs géodes, il existe de petits rhomboèdres basés, non mesurables, des cristaux de calamine, des houppes d'aurichalcite.

b) *Dans les gîtes cuprifères.*

Plateau central. — *Rhône*. La smithsonite a été jadis trouvée à Chessy (voir à *chessylite*) et c'est de ce gisement que proviennent les plus beaux cristaux de ce minéral que j'aie vus. Les échantillons, qui n'existent guère que dans les vieilles collections, consistent en groupes de rhomboèdres, toujours polysynthétiques, atteignant 1 cm. suivant une diagonale horizontale de p (fig. 1). Leur couleur varie du vert vif au vert poireau foncé. Ils ont été trouvés dans les fentes d'un grès ferrugineux ou dans les bancs de dolomie. Leur coloration est due à leur

teneur en cuivre (analyse *b*), qui les rapproche de la *herrérite* du Mexique ; ils supportent parfois des cristaux de chessylite. Ils sont fréquemment implantés sur des agrégats de très petits rhomboèdres.

J'ai observé aussi des cristaux plus petits ; ce sont des rhomboèdres à faces courbes, d'un vert poireau ou d'un bleu de ciel, plus rarement



Fig. 1.
Smithsonite cuprifère en rhomboèdres primitifs sur dolomie. Chessy.
(*Grandeur naturelle.*)

blancs, opaques, à éclat nacré ; ils forment parfois sur leur gangue des revêtements continus et sont çà et là associés à des globules mamelonnés de malachite ou recouverts de quelques cristaux de chessylite.

Drian a signalé aussi des scalénoèdres courbes, que je n'ai pas personnellement observés (*Minér. environs de Lyon*, 1849.518).

2° *Dans les filons concrétionnés.*

Dans les filons concrétionnés proprement dits, renfermant de la blende (tome II, p. 526), de la smithsonite s'est souvent produite aux dépens de celle-ci au voisinage de la surface ; elle est concrétionnée, d'ordinaire peu abondante et sans grand intérêt minéralogique. Je citerai seulement quelques gisements pour exemple.

Normandie. — *Manche*. Pierreville (concrétions mamelonnées sur galène).

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Châtelaudren.

Finistère. J'ai trouvé dans plusieurs vieilles collections des concrétions brunes de smithsonite, provenant de Huelgoat et inexactement dénommées *voltzite*.

Charente. Concrétions sur la galène d'Alloue.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Anglas et Mine d'Ar, près les Eaux-Bonnes (belles masses concrétionnées).

Hautes-Pyrénées. Pierrefitte.

Ariège. Les Argentières et Laquorre près Aulus, Sentein.

[*Val d'Aran*]. La mine de Liat, très rapprochée de celle de Sentein, mais sur le versant espagnol, fournit de jolis échantillons de smithsonite blanche, concrétionnée, parfois associée à de l'hydrozincite dans une gangue ferrugineuse.

Cévennes. — *Gard*. Saint-Sauveur-des-Pourcils, Carnoulès en Saint-Sébastien d'Aigrefeuille (petits mamelons translucides recouverts de calcite dans mélange de galène et de blende mielleuse.

Plateau Central. — *Tarn*. Peyrebrune près Réalmont.

A la Combe Guichard, près Prunières, les masses caverneuses qu'imprègne le cinabre pulvérulent sont constituées par de la smithsonite.

Isère. — A la Poype, près de Vienne, la smithsonite concrétionnée épigénise la blende et forme des croûtes mamelonnées, des petit globules translucides sur le quartz : elle a été analysée par Bineau (*Ann. soc. agric. Lyon*, XI, 720. 1848).

Alpes. — *Isère*. Laffrey et surtout La Peyreire (en incrustations sur les beaux cristaux de blende), Prunières et Saint-Arey près Lamure (avec blende, galène, bournonite et panabase).

GROUPE PARAHÉMIÉDRIQUE

DOLOMITE

$Ca\,Mg(CO^3)^2$

Rhomboédrique ; parahémiédrique : $pp = 106°15'$

Angle plan de $p = 102°37'46''$

[$a : c = 1 : 0.83224$. (Wollaston)]

Formes observées. a^1 (0001) ; d^1 (11$\bar{2}$0), e^2 (10$\bar{1}$0) ; p (10$\bar{1}$1), e^8 (30$\bar{3}$2) e^3(40$\bar{4}$1), $e^{11/5}$(16.0.$\bar{1}\bar{6}$.1), b^1 (01$\bar{1}$2), $e^{1/3}$(04$\bar{4}$5), e^1(02$\bar{2}$1), $e^{5/3}$ (08$\bar{8}$1) ; 1/2 d^2 [π (21$\bar{3}$1], 1/2 $d^{3/2}$ [π (32$\bar{5}$1)], 1/2 $d^{10/7}$[π (10.7.$\bar{1}\bar{7}$.31], 1/2 $d^{11/8}$ [π (11.8.$\bar{1}$9.31)] ;

1/2 $\alpha = (d^{1/5} d^1\ b^{1/3})$ [π (44$\bar{8}$9)], 1/2 $\zeta = (d^{1/10} d^1\ b^{1/8})$ [π (33$\bar{6}$1)] ; 1/2 $\mathbb{C} = (d^{1/3}\, d^{1/11}\, b^{1/9})$ [π (8.12.$\bar{2}\bar{0}$.5)].

Macles. Les macles connues dans la dolomite sont au nombre de celles qui existent dans la calcite, mais la macle suivant b^1(01$\bar{1}$2) n'y a pas encore été observée.

1° Macle par rotation autour de l'axe ternaire, pouvant se produire par accolement suivant a^1 (0001) (fig. 3 et 7) ou suivant e^2 (10$\bar{1}$0) (fig. 5).

2° Macle suivant d^1 (11$\bar{2}$0), se produisant par pénétration, accolement ou interpénétration (fig. 13 et 14).

3° Macle suivant p (10$\bar{1}$1).

4° Enfin macle polysynthétique suivant e^1 (02$\bar{2}$1), se rencontrant avec quelque fréquence dans les dolomies [1] métamorphiques : elle se distingue bien sur un clivage rhomboédrique par ce fait que ses stries sont

1. J'emploie le mot de *dolomite* pour désigner le minéral décrit ci-dessus, réservant le nom de *dolomie* à la roche, constituée en totalité ou en grande partie, par la dolomite, de même que, pour le carbonate de calcium, j'ai fait usage des deux termes de *calcite* et de *calcaire*.

parallèles à la petite diagonale sur deux des faces p du rhomboèdre et à la grande diagonale sur la troisième, alors que dans la macle b^1 de la calcite on n'observe que des stries parallèles à la grande diagonale.

Les angles suivants ont été mesurés par M. Sella sur des cristaux du glacier de Gebroulaz (S.), et par moi-même sur ceux de Vieillevigne (Lx.)

La valeur de l'angle pp diminue par augmentation de la teneur en fer.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$a^1\ p$	136° 8′	136°5′ (S.)
$a^1\ e^8$	124°45′	
$p\ e^8$	168°37′	
$a^1\ e^3$	104°35′	104°35′ (S.)
$p\ e^3$	148°27′	
$a^1\ e^{11/5}$	93°43′	93°42′ (S.)
$p\ e^{11/5}$	137°35′	
$a^1\ e^2$	90°	
$a^1\ b^1$	154°20′	
$p b^1$	110°28′	
$a^1\ e^{1/3}$	142°27′	143° environ
$a^1\ e^1$	117°29′	117°27′ (S.)
$a^1\ e^{5/3}$	97°25′	97°27′ (S.)
$a^1\ \alpha$	114°15′	114°21′ (S.)
$a\ \delta$	101°19′	101°25′ (S.)
$a^1\ \mathbb{C}$	106°37′	106°33′ (S.)
$p\ \alpha$	159°29′	
$p\ \delta$	136°53′	
$p\ \mathbb{C}$	138°20′	

	Angles calculés.	Angles mesurés
$^*pp$	106°15″	
$p b^1$	143°7′30″	
$p\ d^2$	150°52′	150°50′ (Lx.)
$p\ d^{3/2}$	141°48′	142° (Lx.)
$p\ d^{10/7}$	140° 7′	140°40′ (Lx.)
$p\ d^{11/8}$	138°46′	138°50′ (Lx.)
$p\ d^1$	126°52′30″	
$e^8 e^8$	108°12′	
$e^3\ e^3$	66°7′	
$e^3\ d^1$	146°56′30″	
$e^{11/5}\ e^{11/5}$	60°25′	
$b^1\ b^1$	135°57′	
$e^{1/3}\ e^{1/3}$	116°16′	
$d^1\ e^1$	140°12′	
$e^1\ p$	129°48′	
$e^1\ e^1$	79°36′	
$d^1\ e^3$	146°57′	146°53′ (S.)
$d^1\ \mathbb{C}$ adj.	162°20′	162°13′ (S.)

Faciès des cristaux. Les cristaux de dolomite sont à rapporter à des types bien moins nombreux que ceux de calcite, mais ils sont comparables à quelques-uns de ceux de ce minéral.

Type I. Cristaux caractérisés par la prédominance du rhomboèdre primitif, qui le plus souvent existe seul : il est fréquemment associé à a^1 (0001) ; c'est la forme de beaucoup la plus fréquente dans la dolomite.

Type II. Cristaux dans lesquels dominent des rhomboèdres plus ou moins aigus.

Type III. Cristaux prismatiques suivant d^1 ($11\bar{2}0$), avec a^1 (0001) et souvent aplatissement marqué suivant cette face (fig. 6).

La parahémiédrie n'est pas toujours visible ; les formes qu'elle affecte (prismes dodécagones, isoscéloèdres et scalénoèdres) étant relativement rares et manquant le plus souvent.

Mais l'étude des *figures de corrosion*, naturelles ou artificielles, permet de mettre en évidence la dissymétrie du minéral. M. Becke s'en est servi (*Tschermak's m. u. p. Mitt.*, X, 93, 1888 et XI, 224, 1889) pour analyser le sens de chacune des formes hémièdres observées. Si l'on place un rhomboèdre de dolomite, de telle façon que les figures de corrosion dissymétriques soient disposées comme dans la fig. 1, on peut convenir d'appeler *positives* les formes hémièdres, qui se trouvent à droite, et *négatives*, celles situées à gauche de la diagonale inclinée de la face p supérieure.

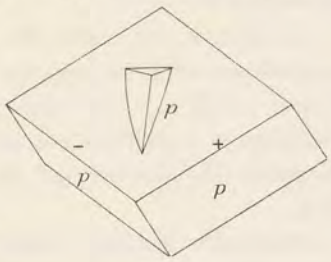


Fig. 1.
Orientation du rhomboèdre de dolomite.

Il semble, d'après la statistique faite par M. Becke, que les formes positives soient plus fréquentes que les négatives ; parmi ces formes positives, on trouve aussi bien des scalénoèdres directs que des scalénoèdres inverses. Par contre, parmi les formes négatives, on connaît surtout des scalénoèdres directs.

Un même cristal peut présenter réunies des formes hémièdres positives et d'autres négatives[1]. Peut-être ne faut-il pas attacher une importance trop grande à cette fréquence relative des formes positives ou négatives, car on ne connaît jusqu'à présent qu'un très petit nombre de localités ayant fourni des cristaux de dolomite avec formes hémièdres distinctes.

Les faces p et a^1 sont souvent unies et brillantes, mais parfois elles sont ternes. Les faces p sont fréquemment striées horizontalement ou courbes, conduisant ainsi à des cristaux en forme de selle, souvent constitués par le groupement à axes imparfaitement parallèles d'un grand nombre d'individus ; cette structure polysynthétique conduit aussi à des groupements crétés. Certaines formes hémièdres sont parfois ternes (Vieillevigne),

1. Je pense bien me faire comprendre ; pour le scalénoèdre d^2, la forme hémièdre positive sera une face (2131) et la forme hémièdre négative correspondante sera $(3\bar{1}21)$. Je n'emploie pas les termes droit et gauche qui, il est vrai, feraient image, mais qui semblent devoir être réservés pour les cas d'hémiédrie non superposable.

La dolomite forme fréquemment des masses laminaires, lamelleuses, compactes ou sableuses ; celles-ci sont constituées par de très petits rhomboèdres à formes nettes.

Clivages. Clivages p ($10\bar{1}1$) parfaits. Cassure presque conchoïdale.

Dureté. 3,5 à 4. Fragile.

Densité. La densité augmente avec la teneur en fer et en manganèse. 2,8 à 2,94 ; 2,83 (Gebroulaz), 2,84 (Durfort), 2,92 (Vieillevigne).

Coloration et éclat. Blanche, grise, blanc gris, rose, verte, brune et même noire. Éclat vitreux dans certaines variétés. Transparente à translucide.

Inclusions. La dolomite des gisements sédimentaires est souvent colorée en noir ou plus rarement en rouge, par des inclusions argileuses : celles-ci sont quelquefois distribuées suivant des zones concentriques, parallèles aux contours extérieurs du cristal ou même elles forment des dessins, qui rappellent ceux de la chiastolite (voir fig. 9 à 12).

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$).

La réfringence et la biréfringence augmentent avec la teneur en fer. Voici les valeurs obtenues par M. Fisenhuth (*Z. K.* XXXV. 582 1901).

a) Dolomite du Greiner : $pp = 106° 14'$. $FeCO^3 = 1.92$
b) — de Traversella : — $106° 10'$. — $= 10.76$.

D'autre part, la mesure de la dolomite de Viellevigne a fourni les résultats *c* ; $FeCO^3 = 6,4$ (*analyse d*).

	a)	*b*)	*c*)
$\mathbf{n}_g =$	1.6830	1.6983	1.6940
$\mathbf{n}_p =$	1.5034	1.5133	1.5065
$\mathbf{n}_p - \mathbf{n}_g =$	0.1796	0.1850	0.1875

Pseudopléochroïsme. — La dolomite présente parfois, comme la calcite, un pseudopléochroïsme avec maximum d'absorption suivant ng.

Composition chimique. La dolomite normale a pour formule $CaCO^3, MgCO^3$ (*a*), mais il existe d'assez nombreux types, dans lesquels le rapport des deux carbonates diffère plus ou moins de 1 : 1 ; ces variations ont lieu surtout dans les dolomites ne se présentant pas en cristaux isolés, et il est probable que dans beaucoup de cas, sinon dans tous, ces compositions anormales correspondent à des mélanges physiques de dolomite normale et de calcite, magnésienne ou non.

L'examen microscopique montre que de semblables mélanges physiques existent même dans de beaux cristaux de dolomite.

De petites quantités de fer, de manganèse et plus rarement de zinc et de cobalt peuvent remplacer une proportion équivalente de magnésium dans la formule donnée plus haut. Les variétés contenant plus de 15 % de $FeCO^3$, c'est-à-dire plus de 9,31 % de FeO, seront rapportées à l'*ankérite* ; cette division est évidemment arbitraire.

Analyses de la dolomite : *b*) du glacier de Gebroulaz (*Savoie*) par M. A. Sella (*op. cit.*, 460) ;

c) de Beynes (*Seine-et-Oise*) par Le Play (*in* E. de Beaumont, (*B. S. G.* III. 421. 1832) ;

d) d'un blanc violacé de Villefranche (*Aveyron*) par Berthier (*A. M.* III. 32. 1828).

e) de Djelfa (*Alger*) (*B. S. M.* XXIV. 433. 1901).

f) de Haiderenia (*Basses-Pyrénées*) par M. Arsandaux (*id.*).

g) de Vieillevigne (*Loire-Inférieure*) (*id.*).

h) du filon Saint-Sylvestre, à Urbeis, [*Alsace*] par M. Ungemach (*id.* XXIX. 178.1906).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)	*h*)
CO^2.....	47,8	47,67	46,4	44,0	46,8	47,8	46,6	49,2
CaO.....	30,5	31,37	30,4	34,2	30,0	30,3	30,0	29,8
MgO.....	21,7	21,23	21,4	14,7	19,6	20,8	18,7	15,0
FeO.....	»	»	»	3,8	2,7	0,9	4,0	5,0
MnO.....	»	»	»	1,9	0,6	0,6	0,6	»
Gangue...	»	»	1,8	»	»	»	»	»
	100,0	100,27	100,0	98,6	99,7	100,4	99,9	99,0
Densité..	»	2,83	»	»	2,889	2,872	2,920	»

M. Dürr a publié (*Die Mineralien der Markicher Erzgänge*. Strassburg, 1907.17), les analyses suivantes de minéraux de Sainte-Marie-aux-Mines, correspondant respectivement aux formes suivantes : *a*) 3 $CaCO^3$, (Mg, Fe) CO^3 ; *b*), 4 $CaCO^3$,3 (Mg, Fe) CO^3 ; *c*) 10 $CaCO^3$, 5 $MgCO^3$, $FeCO^3$ et qui sont sans doute des mélanges de calcite et de dolomite.

	a	*b*	*c*
$CaCO^3$	74,80	57,33	60,50
$MgCO^3$	21,61	37,00	30,88
$FeCO^3$	3,68	5,01	5,94
$MnCO^3$	»	»	1,94
	100.09	99.34	99.26

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, se comporte comme la calcite, mais fondue sur la pince de platine avec le carbonate de sodium, donne une masse opaque.

Peu ou pas attaquée par l'acide chlorhydrique à froid, mais attaquée avec effervescence à chaud.

Altérations. Les variétés ferrugineuses de dolomite brunissent par exposition à l'air (*spath brunissant*, pro parte). On connaît des pseudomorphoses de dolomite en sidérite, en limonite[1], en gœthite, en hématite, en pyrolusite, en calamine, en quartz, en stéatite, etc.

Diagnostic. Voir page 416. Le peu d'attaquabilité à froid par l'acide chlorhydrique et la réaction de Lemberg (p. 438) donnent immédiatement le diagnostic d'avec la calcite : dans le cas où les deux minéraux sont associés dans une même lame mince, la réfrigence plus grande de la dolomite est très frappante, de même que l'absence de macle suivant b^1 dans ce dernier minéral ; le caractère tiré de la densité permet de distinguer le minéral de la giobertite, sans le secours d'un essai microchimique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La dolomite se trouve dans des gisements très analogues à ceux de la calcite, mais elle est beaucoup moins abondante que celle-ci, qu'elle accompagne fréquemment. Je la considérerai successivement :

1° Dans les roches sédimentaires ;
2° Dans les filons ;
3° Dans les roches éruptives.

1° *Dans les roches sédimentaires.*

a) *Elément constitutif des dolomies et des calcaires dolomitiques.*

Les dolomies sont des roches sédimentaires, grenues ou compactes, essentiellement ou exclusivement constituées par de la dolomite[2]. Elles se trouvent dans toute la série sédimentaire, et par leur abon-

1. Voir page 611 pour des pseudomorphoses trouvées dans l'*Hérault*.

2. L'analyse suivante de la dolomite du cambrien de Montsurs (*Mayenne*) montre que cette roche est constituée presqu'exclusivement par de la dolomite CO^2 45,2 ; CaO 30, 20 ; MgO 20, 9 ; FeO 2,60 ; insol. 2,60 = 100,1.

dance caractérisent certains niveaux (dans le trias et le jurassique en particulier). La dolomite se distingue de la calcite des calcaires parce qu'elle est toujours automorphe. Ses cristaux rhomboédriques, enchevêtrés, présentent une structure, qui rappelle celle du sucre (fig. 2) ; ils laissent fréquemment entre eux des cavités miarolitiques, que peut remplir de la calcite. Quand celle-ci devient très abondante, elle forme comme une sorte de pâte, dans laquelle la dolomite, en proportion variable,

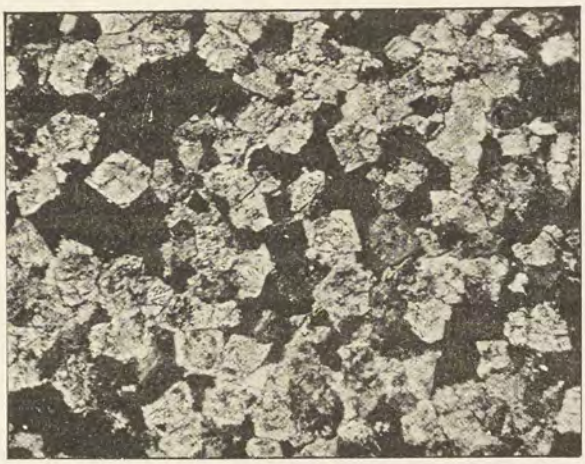


Fig. 2.
Lame mince de dolomie de Beynes (*Seine-et-Oise*).
(*Lumière polarisée parallèle, grossissement de 80 diamètres.*)

prend des formes nettes ; les roches ainsi constituées sont les calcaires magnésiens ou dolomitiques. Il est facile, par une attaque à l'acide chlorhydrique étendu, d'en isoler les cristaux de dolomite.

La dolomie et les calcaires dolomitiques ont naturellement une densité plus grande que les calcaires normaux.

Le carbonate de calcium étant plus soluble dans l'eau chargée d'acide carbonique que celui de magnésium, les calcaires dolomitiques s'appauvrissent souvent en calcite à leurs affleurements et se transforment alors en roches caverneuses, qui renferment de petits rhomboèdres à faces courbes de dolomite recristallisée ; ces roches, appelées *cargneules*, sont particulièrement abondantes dans le trias.

Dans les régions métamorphiques, la dolomie et les calcaires dolomitiques deviennent marmoréens, à la façon des calcaires, soit

sous l'action du contact de roches éruptives, soit sous l'influence d'un métamorphisme plus général. Comme les calcaires cristallins, ces roches peuvent renfermer de nombreux minéraux métamorphiques cristallisés. Dans les régions plissées, les cristaux de dolomite de ces marbres magnésiens ne montrent pas la macle b^1, si fréquente dans la calcite des marbres calcaires, mais on y observe parfois celle suivant e^1. Il y existe des associations pegmatoïdes, des groupements à axes parallèles de calcite et de dolomite.

Enfin, il me faut signaler des *sables dolomitiques*, formés uniquement par de petits rhomboèdres de dolomite, peu ou pas agrégés : tel est le cas de ceux, qui forment des masses lenticulaires dans le sénonien à *Micraster coranguinum* de l'*Aisne*, de la *Somme*, de la *Seine-et-Oise* (à Beynes notamment (*analyse c*) et celui des niveaux analogues, ayant la même origine métamorphique, que l'on rencontre dans les sables de Cuise, et dans le calcaire grossier [Pont Saint-Maxence (*Oise*)] de l'éocène du *Bassin de Paris*.

Pour en finir avec la dolomite entrant dans la constitution des roches sédimentaires, métamorphisées ou non, il y a lieu de signaler son existence, toujours en rhomboèdres p, dans certains schistes argileux, dans des phyllites, dans certains chloritoschistes et dans des talcschistes.

Je ne m'occuperai plus dans les pages qui suivent que des gisements fournissant des cristaux de dolomite.

b) *Dans les formations sédimentaires comme minéral accessoire.*

On vient de voir que dans les dolomies et dans les calcaires dolomitiques, la dolomite joue le rôle d'élément constitutif exclusif ou essentiel ; mais on la trouve aussi comme minéral accessoire dans diverses formations sédimentaires, elle s'y rencontre parfois en beaux cristaux, mais n'y joue pas de rôle pétrographique.

α) Dans les argiles gypseuses et salifères.

La dolomite est fréquente dans les argiles gypseuses et salifères, elle y constitue, soit des cristaux isolés distincts, soit des masses grenues, à individus plus ou moins gros, véritables dolomies à grands éléments, qui ne forment pas de couches continues, mais des nodules de dimensions souvent importantes.

La dolomite de ce genre de gisement est généralement très pure, souvent presque entièrement dépourvue de fer ; elle est seulement parfois colorée en noir par des inclusions argileuses.

Les gisements, qui vont être passés en revue, appartiennent au trias, avec les réserves qui ont été faites page 756 du tome II.

Pyrénées. — *Landes*. De fort jolis cristaux incolores ou violacés et transparents de dolomite se trouvent dans les argiles bariolées de la métairie de Lartigue près Saint-Pandelon ; ils ont en moyenne

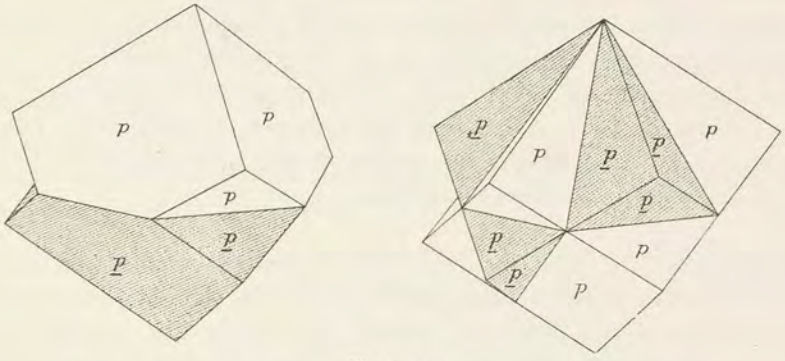


Fig. 3 et 4.
Macle suivant a^1 de la dolomite par accolement ou par interpénétration.

3 centimètres suivant une arête rhomboédrique, ils présentent seulement le rhomboèdre p, mais avec fréquentes macles suivant l'axe ternaire se produisant d'après les trois modalités connues : accolement suivant a^1 (fig. 3), interpénétration (fig. 4), enfin accolement suivant e^2 (fig. 5). Ces dernières sont particulièrement abondantes.

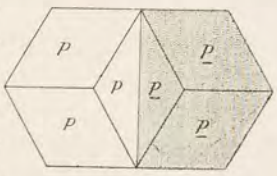


Fig. 5.
Macle suivant e^2 de deux rhomboèdres de dolomite. Saint-Pandelon.

M. Frossard a signalé (*Bull. Soc. Borda, Dax*, 1883) dans les marnes à aragonite de Bastennes, des masses cristallines d'une dolomite rosée ; d'après une nouvelle analyse qu'en a fait M. A. de Gramont, elle contient un peu plus de magnésie que la dolomite normale (22.7 °/₀ de MgO et 27.7 °/₀ de CaO) ; l'examen des clivages que je dois à M. de Gramont, montre que la dolomite de ce gisement doit former des cristaux très analogues à ceux de Saint-Pandelon.

Basses-Pyrénées. J'ai rencontré de très beaux rhomboèdres, incolores et parfois translucides, de dolomite dans les carrières de gypse de Haiderenia, près Cambo. Ils ont de 2 à 3 centimètres d'arête et sont englobés dans du gypse laminaire (analyse *f*).

Ariège. La dolomite abonde dans le sel gemme métamorphisé de Salies-de-Salat. Dans les carrières de gypse de Betchat, il existe des masses fragiles, constituées par l'enchevêtrement de rhomboèdres gris bleuâtres, atteignant un centimètre. A Arnave, la dolomite ne forme que de très petits rhomboèdres, englobés dans de la calcite jaunâtre ; la roche est finement sableuse et contient divers minéraux métamorphiques produits au contact d'une ophite (albite, dipyre, leuchtenbergite, etc.). Certains échantillons renferment de grandes lames de gypse laminaire, qui englobent pœcilitiquement la dolomite. J'ai aussi recueilli dans ce calcaire dolomitique un cristal (a^2) laiteux d'*analcime* ; c'est le premier cas, connu de moi, de formation de cette zéolite dans de semblables conditions.

Cévennes. — *Gard*. Je dois à M. de Brun la communication de nodules quartzeux provenant des tranchées du chemin de fer entre Alzon et Aumessas. Ils sont creusés de cavités que tapissent des cristaux de quartz, sur lesquels sont implantés des rhomboèdres selliformes de dolomite jaunâtre, ferrugineuse.

Alpes. — *Savoie*. J'ai observé de jolis cristaux de dolomite transparente dans les fentes des calcaires à albite du Roc Tourné, près Modane (tome I, p. 163) ; ils sont transparents ou translucides et blancs : ils sont généralement groupés irrégulièrement, ou maclés suivant la base ; ils présentent les formes p et a^1. Ils sont associés à des cristaux de quartz, à de petites aiguilles de rutile, etc. Ces calcaires à albite sont dolomitiques et, après dissolution dans l'acide chlorhydrique, ils laissent un résidu sableux de petits rhomboèdres de dolomite.

A. Sella a décrit de très beaux cristaux transparents et incolores de dolomite (analyse *b*), tapissant les fentes de la dolomie sableuse noire, associée à l'anhydrite du glacier de Gebroulaz, au Nord de Modane (*Rendic. Accad. Lincei*. CCLXXXIV. 455. 1887). Ces cristaux appartiennent au type III, rare dans ce minéral ; ils sont aplatis suivant a^1 : tous présentent les formes a^1, p, e^3 $(40\bar{4}1)$, $e^{11/5}$ $(16.0.\bar{1}\bar{6}.1)$; beaucoup d'entre eux offrent en outre, avec plus ou moins de fréquence,

d^1 $(11\bar{2}0)$, e^2 $(10\bar{1}0)$, les rhomboèdres inverses e^1 $(02\bar{2}1)$, $e^{5/3}$ $(08\bar{8}1)$, $e^{1/3}$ $(04\bar{4}5)$, les hémiisoscéloèdres $^{1/2}\,\alpha\,[\pi\,(44\bar{8}9)]$ et $^{1/2}\,\delta\,[\pi\,(33\bar{6}1)]$ et enfin l'hémiscalénoèdre $^{1/2}\,\mathfrak{D}\,[\pi\,(8.\,12.\bar{2}0.\,5)]$. Ces cristaux ont de 2 à 4 millimètres.

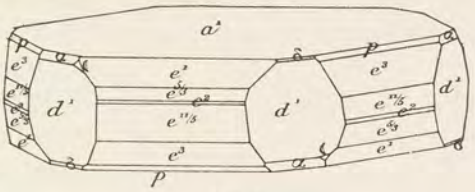


Fig. 6.
Dolomite du Glacier de Gebroulaz (type III).

Depuis la publication du travail de Sella, M. Becke a repris l'étude de ces cristaux (*Tschermak's. min. u. petr. Mitt.* XI, 536, 1889, 1890) et a été conduit à en modifier l'orientation. La fig. 6, qui est la reproduction de celle donnée par A. Sella, doit être retournée, la forme δ étant (dans le sens indiqué plus haut) de signe positif $(33\bar{6}1)$, et les deux autres formes, négatives, α $(8\bar{4}\bar{4}3)$ et $\mathfrak{D}$ $(20.\bar{1}2.\bar{8}.5)$.

Dans le même gisement, ont été trouvés les cristaux de giobertite décrits plus loin, et la sellaïte.

Hautes-Alpes. Je dois à M. Paquier des rhomboèdres (p) de dolomite, blanche ou noire, recueillis, avec célestite, dans le gypse de Montrond.

Algérie. — Le trias algérien, qui offre de grandes analogies avec celui des Pyrénées, est, lui aussi, riche en cristaux de dolomite.

Oran. Les gisements suivants du Sud Oranais, dont M. Flamand m'a remis des échantillons, sont particulièrement remarquables à ce point de vue ; les cristaux sont uniformément constitués par le rhomboèdre p : Aïn Ouarka (cercle d'Aïn-Sefra), cristaux gris de fumée, atteignant 1 cm. 5 d'arête et se réunissant souvent en grand nombre avec des paillettes de leuchtenbergite ou de phlogopite ; Arbaouat (Dj. Mouïlah), gros cristaux noirs ou rougeâtres ; le rocher de sel de Keragda (Dj. Melah), beaux cristaux incolores et limpides comme du spath d'Islande, maclés par accolement suivant la base et présentant la combinaison pa^1 (fig. 7) ; dans le même gisement se trouvent aussi des cristaux brun rouge de dolomite ferrifère, un peu selliformes et enfin de gros rhomboèdres de calcite (pa^1) limpides, renfermant quelques aiguilles d'actinote.

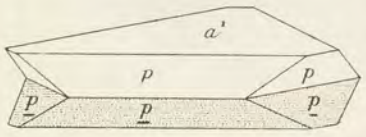


Fig. 7.
Macle suivant a^1 par accolement de la dolomite de Keragda.

Je dois à M. F. Gautier des échantillons de dolomite noire, provenant de Sidi-Chaïb à 30 km. S.-E. de Magenta : ils consistent en rhomboèdres, disséminés dans un calcaire gris ou forment des masses spathiques (*B. S. M.* XXXII, 55, 1909).

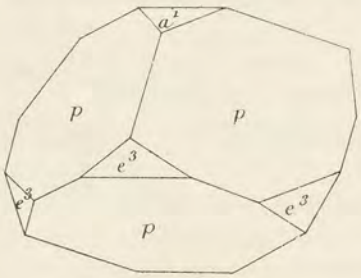
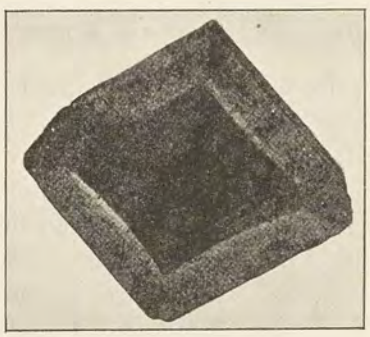


Fig. 8.
Dolomite. Forme commune.

Alger. Au rocher de Sel (Djebel Sahari), près Djelfa, se trouvent de très beaux cristaux limpides de dolomite (pa^1) peu ferrifère, semblables à ceux de Keragda (analyse *e*).

Des dolomies sableuses se rencontrent à Letourneux (voir à *giobertite*) (avec dipyre, leuchtenbergite, phlogopite, albite, etc.). A Médéa, le même minéral constitue des masses saccharoïdes, parfois porphyroïdes.

Plus intéressants sont des échantillons du Camp des Scorpions à Teniet-el-Haad; ce sont de petits rhomboèdres noirs, disséminés au



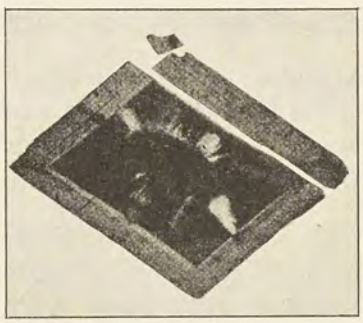


Fig. 9 et 10.
Disposition régulière des inclusions argileuses dans les faces *p* de la dolomite du Djebel Chettaba.

milieu d'un calcaire blanc à grains fins. La dolomite constitue aussi dans ce gisement des masses saccharoïdes, contenant des individus du même minéral qui atteignent 1 cm. d'arête. Les calcaires dolomitiques, qui les accompagnent, renferment divers minéraux métamorphiques (dipyre, etc.). Dans les calcaires dolomitiques de la Rampe, situés dans la même région, se trouvent des rhomboèdres de dolomite blanche ou jaunâtre, mesurant jusqu'à 5 centimètres suivant une arête *pp* d'allon-

gement, avec 2 millimètres de longueur ; plusieurs cristaux de ce genre se rencontrent parfois disposés parallèlement à quelques centimètres de distance les uns des autres.

A Rovigo (Timegheras), la dolomite constitue, dans le gypse, des nodules, formés par de petits rhomboèdres noirs, que relient de grandes plages de gypse (structure pœcilitique).

Je dois à M. Flamand et à M. L. Gentil tous les échantillons de ce



Fig. 11.
Disposition régulière des inclusions argileuses dans les faces p de la dolomite du Djebel Chettaba.



Fig. 12.
Section a^1 des cristaux de dolomite, représentés par les figures 9-11.

département, qui m'ont servi à rédiger ce qui précède. M. L. Gentil a étudié ces gisements triasiques dans sa thèse (*Esq. strat. et pétr. du bassin de la Tafna*. Alger, 1902).

Constantine. Des échantillons de dolomite blanche en grandes lames se trouvent à Beni-Saïd et au Djebel Chettaba.

Des cristaux nets provenant de ce gisement, que m'a remis M. L. Gentil, sont des rhomboèdres p de 5 millimètres d'arête, présentant parfois les faces a^1 et e^3 ($40\bar{4}1$) (fig. 8). Ce dernier rhomboèdre est terne et corrodé, alors que les autres faces sont brillantes.

Quand on les brise, on constate qu'ils renferment parfois un pigment noir, régulièrement distribué ; celui-ci constitue alors, dans un clivage p, un cadre noir, voisin de la surface extérieure (fig. 9 et 10) ; souvent, au milieu de la face, on observe quatre branches limpides, dépourvues d'inclusions; elles sont perpendicuaires aux arêtes p (fig. 11). La figure 12 représente la photographie d'une section basique de l'un de ces cristaux.

β) Dans les fentes des assises paléozoïques non calcaires.

La dolomite est fréquente dans les assises paléozoïques et notamment dans le houiller ; elle y constitue des remplissages de fentes ou de cavités parallèles à la schistosité. La dolomite de ce genre de gisement est d'un blanc rosé, ou jaunâtre ; elle est fréquemment ferrifère et passe à l'ankérite. Elle est souvent associée à la calcite et se présente uniformément sous forme de petits rhomboèdres, parfois très nets, mais plus fréquemment selliformes. Ces cristaux sont d'ordinaire de petite taille.

La présence, si habituelle, de la dolomite et de la pyrite dans ce genre de gisement explique la fréquence des efflorescences et des stalactites d'*epsomite* dans les galeries des mines de houille. Voici quelques localités typiques : il est inutile de les multiplier en l'absence de particularités intéressantes.

Anjou. — *Maine-et-Loire*. M. Baret m'a communiqué de jolis rhomboèdres jaunes de dolomite ferrifère provenant des fissures du poudingue dévonien des Fourneaux près Angers.

Cévennes. — *Hérault*. Graissessac (avec chalcopyrite et quartz).
Aveyron. Dans les fentes des phyllades à Primilhac.

Plateau Central. — *Ardèche*. De très jolis cristaux de dolomite rosée, à faces courbes, se trouvent dans les fentes des couches exploitées à la Chastagnère près Prades.

Corrèze. Des rhomboèdres selliformes de dolomite tapissent les fentes des grès houillers de Chabrignac ; ils sont souvent recouverts de gros cristaux transparents de calcite. On en trouve aussi dans les mines d'Ahun, à Lavaveix-les-Mines.

Puy-de-Dôme. Messeix (avec calcite et pyrite).

Loire. Bassin de Saint-Étienne en général.

Saône-et-Loire. Montchanin, Perrecy-les-Forges, etc.

Vosges. — [*Vosges*]. *Haute-Saône*. Ronchamp. La dolomite forme dans les grès permiens de Robache, près Saint-Dié, de gros nodules géodiques, tapissés de cristaux du même minéral accompagnés de cristaux de quartz, fluorine, barytine, hématite micacée et plus rarement de chessylite et de divers arséniates de cuivre (communication de M. Ungemach).

γ) Dans les fentes de roches calcaires ou dolomitiques.

La dolomite se rencontre dans les fentes des calcaires et des dolomites, comme la calcite dans celles des calcaires. Elle est généralement peu ferrifère dans ce genre de gisement et parfois tout à fait pure. Dans les régions françaises, la dolomite est fréquente dans ces conditions, mais elle se trouve très rarement en cristaux dignes d'intérêt, un gisement par contre est remarquable.

Maine. — *Mayenne*. Les calcaires carbonifères de Louverné renferment des géodes tapissées de rhomboèdres selliformes de dolomite blanche devenant d'un jaune clair un peu doré par exposition à l'air (densité = 2,82).

La dolomite existe très souvent seule, quand elle est accompagnée par des cristaux de calcite, ce qui est assez fréquent; ceux-ci sont plus généralement implantés sur la dolomite. J'ai cependant observé le cas inverse, de gros scalénoèdres d^2 de calcite recouverts par l'autre carbonate.

Vendée. — *Loire-Inférieure*. Les calcaires dolomitiques siliceux à fuchsite (précambriens?) de la carrière du Petit-Bois, près du hameau de Malabry en Vieillevigne, à la limite du département de la Vendée, sont traversés par des veines de dolomite à grands éléments, atteignant 6 centimètres d'épaisseur, dans lesquelles se rencontrent des géodes d'admirables cristaux du même minéral signalés pour la première fois par M. Baret (*op. cit.*, 1898).

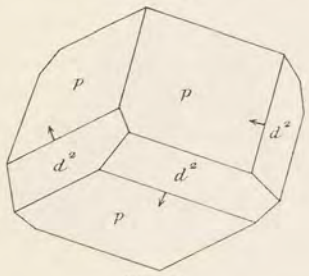


Fig. 13.
Dolomite de Malabry.

J'en ai examiné de très nombreux échantillons que je dois à MM. Baret, Dorlodot d'Armont et Potier ; j'ai pu en outre en réunir d'autres moi-même dans le gisement. Malheureusement, celui-ci est aujourd'hui perdu, la carrière de Malabry étant noyée sous dix mètres d'eau.

Ces cristaux sont incolores ou d'un blond pâle, parfois limpides ; ils atteignent 3 centimètres suivant une arête rhomboédrique. Leur analyse est donnée plus haut en *g*.

Dans le cas le plus général, le rhomboèdre p existe seul ou est accompagné uniquement par a^1 (0001) ; $b^1(01\bar{1}2)$ associé à p se rencontre accidentellement (fig. 104 de la page 484). Dans des cas plus rares encore, p est accompagné de formes hémièdres, dont la plus constante est $+1/2\ d^2$ $(21\bar{3}1)$; elles sont d'ordinaire ternes et en tous cas se distinguent par leur moindre éclat des faces p.

Enfin, dans quelques échantillons fort rares d^2 est très développé, et accompagné d'autres hémiscalénoèdres [$+ 1/2\ d^{3/2}(32\bar{5}1)$, $+ 1/2\ d^{10/7}$ $(10.7.\bar{1}\bar{7}.3)$, $+ 1/2\ d^{11/8}$ $(11.8.\bar{1}\bar{9}.3)$], à faces assez réfléchissantes : j'ai observé aussi d^1 $(11\bar{2}0)$ et plus rarement çà et là quelques faces de $- 1/2\ d^2$ $(3\bar{1}\bar{2}1)$. Enfin je signalerai quelques autres hémiscalénoèdres, que je chercherai à débrouiller ultérieurement; leurs faces sont petites et donnent de mauvaises mesures. Toutes ces formes hémièdres, à l'exception parfois de d^2, sont creusées de profondes cavités de corrosion. Ceux des cristaux de Malabry qui présentent des formes hémièdres sont constitués par des macles symétriques suivant d^1 $(11\bar{2}0)$; elles ne conduisent jamais à un cristal à apparence holoèdre. Tantôt elles sont régulières, chaque face p étant bordée par des faces d^2 s'inclinant du même côté (fig. 14 à gauche); le cristal présente ainsi

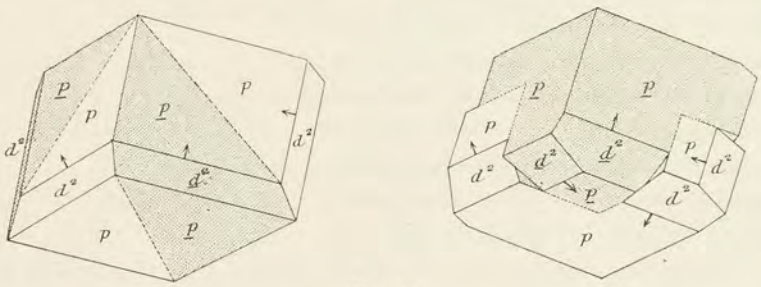


Fig. 14.
Macles par pénétration de la dolomite de Malabry.

une apparence hémimorphe par rapport à l'axe vertical. Tantôt elles sont très irrégulières, une même arête pp étant remplacée par une série de faces d^2, inclinées les unes vers la face p supérieure, les autres vers la face inférieure (fig. 14 à droite).

En outre de ces géodes de beaux cristaux libres, à formes nettes, il existe des surfaces de plusieurs décimètres recouvertes par de gros rhomboèdres lenticulaires à faces en escalier (p, avec souvent b^1 et a^1), recouverts par une croûte continue de petits cristaux de quartz jau-

nâtre. Il est possible d'enlever par le choc cette croûte, sous laquelle on trouve la dolomite plus ou moins corrodée.

Le gisement qui vient d'être décrit est certainement l'un des plus remarquables de ce minéral : d'après les renseignements que j'ai obtenus des gens du pays, on y a trouvé une énorme quantité de cristaux lors de l'exploitation. Il est regrettable que les conditions économiques de celle-ci et la situation de la partie inférieure de la carrière au-dessous du niveau de la rivière voisine rende peu vraisemblable sa réouverture.

Plateau Central. — *Gard*. M. Torcapel m'a communiqué de très gros rhomboèdres contournés de dolomite, tapissant les fentes des calcaires dolomitiques de Saint-Bresson près le Vigan.

La dolomite se trouve en grands rhomboèdres contournés dans les calcaires cristallins de nombreuses localités de ce département : à Pomiers, à Arrigas (de Brun, *Bull. Soc. hist. et natur. Nîmes*, 1900), dans les calcaires infraliasiques de Tamaris près Alais.

Jura. — *Jura*. Les septarias des marnes du lias moyen du Jura, et notamment ceux de Conliège, renferment de petits rhomboèdres selliformes de dolomite, associés à la célestite.

Alpes. — *Isère et Drôme*. Les septarias des marnes oxfordiennes ou calloviennes de Meylan, de Condorcet et des autres gisements étudiés page 113 (fig. 83) renferment, en même temps que les cristaux de quartz, de célestite et de calcite, décrits plus haut, de nombreux rhomboèdres souvent selliformes, parfois basés, de dolomite d'un beau blanc nacré ; ils sont toujours de petite taille.

2° *Dans les filons.*

La dolomite est un minéral accessoire de beaucoup de filons métallifères, elle y accompagne souvent la calcite ; elle est alors tantôt plus ancienne que celle-ci et tantôt plus récente. Elle appartient soit à la dolomite pure, soit, plus souvent, à des types ferrifères et manganésifères de passage à l'ankérite. Sauf de rares exceptions, dans les gisements étudiés plus loin, la forme unique est le rhomboèdre primitif, dont les arêtes sont souvent courbes.

a) *Dans les filons plombifères, argentifères et cuprifères, et dans les gîtes de substitution.*

Pyrénées. — *Ariège.* La dolomite ferrifère en masses lamellaires, criblées de cavités que tapissent des rhomboèdres crétés, est abondante dans la mine de galène de Moncoustant à Cadarcet ; elle sert de gangue à la galène, à la blende, avec de la calcite et de la sidérite.

Pyrénées-Orientales. Rhomboèdres selliformes recouverts d'hématite écailleuse dans les recherches de Can Pey, près Arles-sur-Tech.

Cévennes. — *Hérault.* Des rhomboèdres en forme de selle ont été rencontrés à Nefliez, accompagnant la panabase.

Gard. Je dois à M. Carrière de gros rhomboèdres, un peu crétés, de dolomite, formés par le groupement à axes imparfaitement parallèles de rhomboèdres à faces courbes ; ils proviennent de la dolomite infraliasique (zone à *Amm. angulatus*) de Cabanis, près Durfort, au milieu de laquelle se trouve un amas de smithsonite, avec galène et blende ; des cristaux identiques se trouvent à Trèves, dans un gîte d'imprégnation de galène et de blende au milieu des calcaires dolomitiques du lias ; de petits rhomboèdres selliformes se trouvent avec chalcopyrite, près de Saint-Jean-du-Gard.

Plateau Central. — *Lozère.* Les mines de Vialas, de Genolhac renfermaient de petits cristaux rhomboédriques rosés de dolomite recouverts par les cristaux de calcite décrits page 547.

Tarn. J'ai observé des masses laminaires, avec parfois des rhomboèdres contournés, dans la mine de galène de Peyrebrune, près Réalmont ; la dolomite de ce gisement est légèrement rosée et associée à de la calcite, de la sidérite, de la blende et de la galène.

Haute-Loire. De très belles géodes, tapissées de rhomboèdres selliformes de dolomite ont été rencontrées dans les mines d'Aurouze près Paulhaguet.

Vosges. — [*Alsace*]. Les mines de Sainte-Marie-aux-Mines ont fourni de nombreux échantillons de dolomite blanche, violette, et rarement rose ; leur éclat nacré est très net. Ces cristaux (p) sont souvent

groupés en grand nombre à axes parallèles, pour former des assemblages squelettiformes. M. Dürr a signalé b^1 $(01\bar{1}2)$ et des macles suivant a^1, ainsi que la macle b^1, dans une variété, qu'il appelle *perlspath*. Les analyses données page 641 font penser que les échantillons étudiés constituent probablement des mélanges de calcite et de dolomite plus ou moins ferrifères. Carrière a jadis publié des analyses de dolomite de ce gisement.

La dolomite est l'une des gangues principales du filon cuprifère et plombifère de Saint-Sylvestre, à Urbeis (val de Villé) ; elle s'y trouve (Ungemach. *B. S. M.*, XXIX, 278, 1906) en beaux rhomboèdres incolores de 2 centimètres (avec quelquefois a^1 terne), accompagnant des cristaux de chalcopyrite et aussi en petits cristaux rosés à faces courbes (analyse *h*). Dans la même région, la dolomite forme des filonnets stériles à Honilgoutte et à Mine-en-Charbes. La combinaison p d^1 e^3 (terne) e^8 $(30\bar{3}2)$ est plus rare.

Vosges. Dans les mines de galène de La-Croix-aux-Mines, jolis groupes selliformes avec ankérite et sidérite. Rhomboèdres nacrés à Saulcy-sur-Meurthe (avec mimétite), à Remimont en Entre-deux-Eaux (avec malachite), à Lusse (avec chalcopyrite et galène).

La dolomite en rhomboèdres nets accompagne la chalcopyrite à Mollan près Saint-Amarin, à Sainte-Croix-aux-Mines (avec ankérite sur calcite).

Alpes. — *Haute-Savoie.* Des cristaux de dolomite (*p*) accompagnent la sidérite, la barytine, la galène et la panabase dans les filons de la montagne de Pormenaz au-dessus de Servoz. On y a notamment rencontré de grandes lames jaunâtres hérissées de pointements de cristaux plus petits, orientés à axes parallèles. Ces échantillons sont parfois recouverts de jolis cristaux de calcite.

Savoie. L'un des gisements français, qui a fourni les plus beaux cristaux de dolomite, est celui de Pesey ; lors de l'exploitation des filons de galène (voir à *galène*), on y a trouvé en abondance de magnifiques rhomboèdres, pouvant rivaliser avec ceux de Traversella en Piémont. Ils sont incolores ou légèrement teintés en jaune, leurs faces sont nettes, mais peu variées p $(10\bar{1}1)$, avec parfois a^1 (0001), e^3 $(40\bar{4}1)$ (fig. 8), e^2 $(10\bar{1}0)$; les macles suivant a^1 ne sont pas rares. Les échantillons que j'ai vus sont associés à du quartz hyalin et parfois à de l'ankérite.

La dolomite, en petits rhomboèdres, a été rencontrée avec quartz et galène dans les mines de Macot.

Isère. De gros cristaux de dolomite ont été trouvés dans les mines de Chalanches, de la Fayolle (avec sidérite), de Laffrey (avec calcite, blende, galène), de la Poype près Vienne (sur quartz). La forme unique observée est *p*.

Hautes-Alpes. J'ai trouvé de jolis petits rhomboèdres de dolomite nacrée dans les géodes des veines de calcite, qui, à Bréziers, renferment de la célestite et de la bournonite ; ces cristaux de dolomite supportent généralement les deux autres minéraux.

b) *Dans les filons ferrifères.*

La dolomite des filons ferrifères est blanche, rosée ou jaunâtre ; elle contient généralement du fer et passe à l'ankérite.

Cévennes. — *Gard.* La collection du Muséum possède de très beaux cristaux de dolomite [*p*, avec ou sans e^3 $(40\bar{4}1)$], recouvrant des cristaux de sidérite et recouverts eux-mêmes de cristaux de pyrite. L'analogie la plus grande existe entre ces échantillons et ceux de l'ankérite de Saint-Pierre-de-Mésage, dont il est question page 607 ; comme eux, ils sont réunis en grand nombre à axes parallèles pour former par leur ensemble le squelette d'énormes cristaux, géométriquement orientés sur la sidérite qui les supporte (fig. 14bis). Leur densité est de 2.935, ils sont moins ferrugineux que ceux de cette dernière localité. Cependant, l'analogie est si grande entre la sidérite de ces échantillons et celle du même minéral provenant de l'Isère qu'il me semble possible qu'il y ait eu erreur d'étiquetage (voir à sidérite).



Fig. 14 *bis*.
Groupements réguliers de dolomite sur sidérite du Gard ou de Saint-Pierre-de-Mésage.

La dolomite a été signalée dans les gîtes de pyrite de Saint-Félix-de-Pallières et de Gravoulières près d'Anduze (de Brun. *Bull. soc. hist. et sc. Nîmes*, 1900).

Vosges. — [*Alsace*]. Les mines d'hématite de Framont ont fourni en abondance de belles géodes de dolomite rosée, dont les rhomboèdres parfois tordus, ou crêtés, souvent groupés à axes parallèles, donnent naissance à des édifices compliqués, qui servent de support aux cristaux d'hématite et de calcite décrits plus haut ; ils renferment souvent eux-mêmes des inclusions de cristaux d'hématite.

Au filon Paul, ont été rencontrés des cristaux blancs qui atteignent

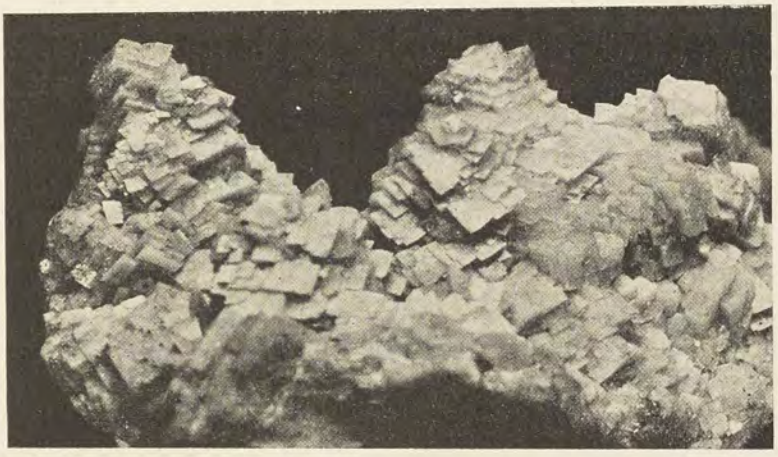


Fig. 15.
Empilements irréguliers de rhomboèdres de dolomite de Framont.

2 cm. ; ils sont très brillants, mais courbes. D'énormes cristaux polysynthétiques ($p\ a^1$) jaunâtres ont été trouvés avec sidérite et exceptionnellement barytine dans un filonnet stérile de la même mine.

Alpes. — *Isère*. Une dolomite un peu ferrifère et manganésifère, constituant des cristaux et des masses rosées, a été trouvée dans le filon de la Chevrette.

c) *Dans des fentes imparfaitement remplies de roches non carbonatées.*

Alpes. — *Isère*. Les fentes des schistes cristallins des Alpes renferment quelquefois des cristaux limpides de dolomite, associés au quartz, à l'albite, à l'anatase et à la turnérite. Ils ne présentent que le rhomboèdre primitif, avec parfois a^1 (0001) et la macle suivant cette face. Les environs de Saint-Christophe-en-Oisans (les Puys) sont notamment à citer à cet égard.

Drôme. Des cristaux et des mouches rosées se trouvent dans les fentes du granite de Saint-Vallier.

d) *Dans les roches éruptives.*

Nouvelle-Calédonie. — La collection du Muséum renferme un échantillon constitué par des rhomboèdres de dolomite grisâtre (1 centimètre). Ils sont réunis par un produit serpentineux verdâtre ; cet échantillon provient de la région péridotique du Sud de l'île.

ANKÉRITE

$Ca\,CO^3, (Mg, Fe, Mn)\,CO^3$

Rhomboédrique ; parahémiédrique : $pp = 106°12'$ (Mohs).

$[a : c : = 1 : 0{,}83335]$

Forme observée. p $(10\bar{1}1)$.

Faciès. L'ankérite s'observe en rhomboèdres p, souvent de grande taille, généralement courbes et formant des groupements à axes parallèles de beaucoup d'individus de même forme. Elle se présente aussi en masses cristallines à éléments gros ou fins, ainsi qu'en masses compactes.

Clivages. Clivages p $(10\bar{1}1)$ parfaits.

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 2,95 à 3,1 ; 2,962 (Saint-Pierre-de-Mésage), 2,982 (Framont), 2,997 (Pesey), 3,025 (Saint-Pierre d'Allevard).

Coloration et éclat. Blanche, grise, rouge. Transparente à translucide.

Éclat vitreux ou nacré souvent très vif [*spath nacré* (pro parte) des anciens auteurs].

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* (n_p).

La réfringence et la biréfringence sont plus grandes que dans la dolomite normale.

Pseudopoléchroïsme. Parfois pseudopléochroïsme analogue à celui de la dolomite.

Composition chimique. Pour la facilité des descriptions, il est nécessaire de distinguer des dolomites pauvres en fer celles qui sont très ferrifères, mais cette division dans une série continue est forcément

arbitraire. Je désigne sous le nom d'*ankérite* les dolomites contenant plus de 15 0/0 de $FeCO^3$, c'est-à-dire plus de 9,3 0/0 de FeO, cet oxyde pouvant d'ailleurs être remplacé par une faible (sauf exception) quantité de MnO. Une composition fréquente est celle (*a*) qui correspond à la formule $2CaOCO^3, MgCO^3, FeCO^3$.[1]

Boricky écrivait la formule des ankérites $Ca\,Fe\,(CO^3)^2 + n\,Ca\,Mg\,(CO^3)^2$, n variant de 0,5 à 10 ; les ankérites normales étant celles dans lesquelles $n < 2$, les autres étaient désignées sous le nom de *parankérites*.

Analyses de l'ankérite :

b) cristaux d'un blanc jaune, du filon du Corniglion, près Vizille, par Berthier (*A. M.* III. 32. 1828).

c) de Vizille (grands rhomboèdres) déduction faite de 5.6 0/0 de gangue (*id.*)

d) de Saint-Pierre-d'Allevard, par M. Arsandaux (*B. S. M.* XXIV. 473. 1901).

e) de l'Oued Allelah par Flajolot.

f) du filon Saint-Sylvestre, à Urbeis, par M. Ungemach (*B. S. M.* XXIX. 276. 1906).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)
CO^2.....	44,0	44,8	44,8	42,5	43,3	48,07
CaO.....	28,0	28,7	29,9	28,2	28,3	29,45
MgO	10,0	14,0	15,9	10,9	7,8	10,18
FeO.....	18,0	11,5	9,1	17,2	19,7	12,21
MnO. ...	»	0,3	0,3	traces.	0,8	»
Gangue..	»	»	»	»	»	»
	100,0	99,3	100,0	98,8	99,9	99,91

Essais pyrognostiques. Comme la dolomite, mais noircit dans le tube et donne d'une façon plus intense les réactions du fer, et parfois du manganèse.

Altérations. Exposé à l'air, le minéral jaunit, puis brunit par suite de l'oxydation du fer.

Diagnostic. Voir page 416. Les ankérites se distinguent pratiquement des dolomites ferrifères par leur densité plus grande que 2,94, mais j'insiste sur la continuité de la série.

1. $CaCO^3 = 50,0$; $MgCO^3 = 21,0$; $FeCO^3 = 29,0 = 100,0$.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'ankérite se rencontre dans les gisements métallifères et particulièrement dans les gites ferrifères, ainsi que dans les fentes des diverses roches et plus rarement dans les produits des sources thermales.

1° *Dans les gîtes métallifères.*

Pyrénées. — *Ariège.* Petits rhomboèdres dans la mine de Montcoustant à Cadarcet.

Quercy. — *Lot.* De jolis petits rhomboèdres d'ankérite, associés à de la pyrite, accompagnent la galène à Combecave.

Plateau Central. — *Cantal.* De petits cristaux d'ankérite abondent dans les cavités de la gangue quartzeuse, qui renferme le mispickel de Bonnac : ils sont jaunes et parfois mordorés, après une longue exposition à l'air.

Puy-de-Dôme. C'est à l'ankérite manganésifère et à la limite de la dolomite qu'il faut rapporter le minéral rosé, renfermant parfois des géodes de petits rhomboèdres, qui accompagne la galène à Saint-Amant-Roche-Savine et à Auzelles, et enfin celui d'un filon stérile de la Brousse, près Pontgibaud. Ces minéraux ont été pris autrefois pour de la dialogite. D'après MM. Barbier et Gonnard (*B. S. M.* XXXII, 87, 1909), ils renferment environ 10 °/₀ de $FeCO^3$ et de 6 à 7 °/₀ de $MnCO^3$ dans les deux premiers gisements, et moins de 5 °/₀ dans les derniers. Les ankérites manganésifères étant peu communes, ces gisements sont à signaler spécialement.

Vosges. — *Vosges.* La collection du Muséum possède plusieurs jolis échantillons provenant des anciennes exploitations de la Croix-aux-Mines, ils consistent en quartz, recouvert par des rhomboèdres contournés d'ankérite, superficiellement jaunes et à aspect doré.

M. Ungemach m'a signalé des rhomboèdres d'ankérite à Saulcy-sur-Meurthe (avec mimétite), à Remimont en Entre-deux-Eaux (avec malachite), à Lusse (avec chalcopyrite et galène).

[*Alsace*]. Rhomboèdres selliformes mordorés sur dolomite rose à Framont. M. Ungemach m'a signalé, à la Mine de la Chapelle, de petits rhomboèdres courbes d'ankérite, très régulièrement empilés, de façon à former un squelette creux et cloisonné ($p\ e^1$) de 4 centimètres (épigénie de calcite). A signaler encore des rhomboèdres courbes d'ankérite à Sainte-Marie-aux-Mines, à Sainte-Croix-aux-Mines, à Rimbach près Massevaux. A Saint-Sylvestre (Urbeis), beaux échantillons rosés, avec quelquefois la combinaison pd^1. La panabase de ce gisement est assez souvent accompagnée de gros rhomboèdres, d'un blanc jaunâtre, d'ankérite (analyse *f.*) (Ungemach *B. S. M.* XXIX. 279. 1906). C'est peut-être au même minéral, qu'il faut rapporter des masses clivables et des cristaux lenticulaires, englobant la berthiérite de Honilgoutte et du Trou-du-Loup signalés par le même auteur.

Alpes. — *Savoie*. De jolis cristaux d'ankérite (densité : 2.99 à 3.) ont été trouvés dans des recherches récentes faites à Pesey sur un filon de galène à gangue de quartz et d'albite.

Isère. De magnifiques cristaux d'ankérite accompagnent la sidérite des filons des environs d'Allevard (Saint-Pierre-d'Allevard, etc.). Ils y constituent d'énormes rhomboèdres, souvent polysynthétiques, dépassant 10 cm. de plus grande dimension et ayant une grande tendance à prendre des formes casquées (fig. 1); leur densité atteint 3.025 (analyse *d*) : ils sont d'un blanc un peu jaunâtre.



Fig. 1.
Ankérite de Saint-Pierre-d'Allevard.
(*Réduction au tiers.*)

Les filons de sidérite de Saint-Pierre-de-Mésage, près Vizille, renferment de superbes cristaux d'ankérite, ne présentant que le rhomboèdre *p*. Ils se groupent parfois en grand nombre à axes parallèles et s'orientent sur un cristal de sidérite de plus grande taille, simulant le squelette d'un énorme cristal, toutes les stries que portent les rhomboèdres de dolomite suivant la grande diagonale des faces *p* se trouvant ainsi parallèles. On observe parfois des surfaces de plus d'un décimètre de côté qui présentent une semblable orientation ; il n'est pas rare d'y voir en outre quelques cristaux disposés d'une façon

quelconque. La dolomite est souvent recouverte de gros cristaux de pyrite qui ont été décrits tome II.

L'analyse *b* est celle d'une ankérite de la même région (filon de Corniglion près Vizille).

Je signalerai enfin des rhomboèdres un peu contournés d'ankérite

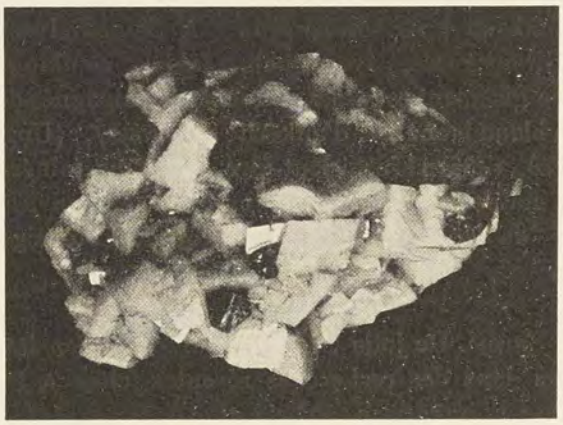


Fig. 2.
Rhomboèdres d'ankérite et cristaux de pyrite de Saint-Pierre-de-Mésage.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

jaunâtre, de la collection du Muséum, indiqués comme provenant d'Allemont (probablement mine des Chalanches, ou des Trois-Laux.

Algérie. — *Alger.* Les gîtes de panabase du cap Tenez, de Mouzaïa, de l'Oued Allelah (analyse *e*), de l'Oued Bouchema, renferment en abondance de l'ankérite, dont les rhomboèdres contournés, à structure polysynthétique recouvrent la surface de géodes de sidérite ; ils sont associés à des cristaux de chalcopyrite, de panabase, de calcite, etc.

2° *Dans les fentes de roches diverses.*

Plateau Central. — *Aveyron.* J'ai observé des rhomboèdres d'ankérite, mesurant 2 centimètres d'arête, dans les fentes des schistes houillers de Decazeville.

3° *Dans les sources thermales.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les fentes des pépérites du puy

de la Poix près Clermont renferment de petits rhomboèdres basés à faces courbes d'ankérite un peu ferrifère (densité : 2,95) ; ils sont de couleur jaunâtre, souvent en partie recouverts de bitume et d'un enduit fibreux de calcédoine. Par nettoyage au sulfure de carbone, ils deviennent blancs ; ils atteignent 4 mm. de plus grande dimension. Ce minéral, d'abord pris pour de la giobertite (Gonnard, *C. R.* CIV, 1304, 1887) est accompagné de soufre, de pyrite, de mésotype, de calcite et de gypse ; toutes ces diverses substances sont amenées par des eaux chlorurées sodiques.

Les travaux d'approfondissement d'une galerie creusée dans le granite pour le captage des sources bicarbonatées de Saint-Nectaire ont mis à découvert en 1890 de petites veinules d'ankérite manganésifère rosée ; elle se présente généralement en lamelles clivables, mais on rencontre parfois des géodes, dans lesquelles de petits rhomboèdres contournés sont implantés directement sur le granite. D'après les analyses de M. Barbier (*B. S. M.*, XXXII, 87 1909), cette ankérite renferme environ 10 % de $FeCO^3$ et 7 % de $MnCO^3$.

GROUPE DE L'ARAGONITE

Ce groupe est constitué par les espèces suivantes :

Aragonite	$CaCO^3$.
Alstonite	$(Ca, Ba)CO^3$.
Withérite	$BaCO^3$
Strontianite . . .	$SrCO^3$
Cérusite	$PbCO^3$

et un certain nombre de types intermédiaires, qui doivent être considérés comme de simples variétés d'aragonite, de strontianite ou de cérusite :

Tarnowitzite	$(Pb, Zn)CO^3$.
Calciostrontianite . . .	$(Sr, Ca)CO^3$.
Iglésiasite	$(Ca, Pb)CO^3$

Tous ces minéraux ont des paramètres voisins, ils présentent d'une façon constante (alstonite, withérite), ou très fréquemment, des macles suivant m (110), conduisant, quand elles sont polysynthétiques, à des groupements pseudohexagonaux.

La biréfringence est toujours très élevée, la bissectrice aiguë est négative et parallèle à l'axe vertical, avec 2V ne dépassant pas 20°, mais, tandis que dans l'aragonite et l'alstonite, le plan des axes est parallèle à h^1(100), il est parallèle à g^1(010) dans les autres minéraux du groupe.

ARAGONITE

$CaCO^3$

Orthorhombique : $mm = 116°16'$.

$b : h = 1000 : 611{,}768 \quad D = 849{,}280 \quad d = 527{,}944$. (Dx.).

$[a : b : c = 0{,}6216 : 1 : 0{,}7204.]$

Formes observées : p (001) ; m (110), g^1 (010), g^6 (570) ;

e^2 (012), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021), $e^{1/3}$ (031), $e^{7/24}$ (0.24.7), $e^{3/13}$ (0.13.3), $e^{1/5}$ (051), $e^{1/6}$ (061), $e^{2/13}$ (0.13.2), $e^{1/7}$ (071), $e^{2/15}$ (0.15.2), $e^{1/8}$ (081), $e^{2/17}$ (0.17.2), $e^{1/9}$ (0.9.1), $e^{1/11}$ (0.11.1), $e^{1/14}$ (0.14.1), $e^{1/16}$ (0.16.1), $e^{1/30}$ (0.30.1) ;

b^2 (114), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111), $b^{1/3}$ (332), $b^{1/12}$ (661), $b^{1/14}$ (771), $b^{1/16}$ (881), $b^{1/18}$ (991) ;

$e_2 = (b^1\, b^{1/2}\, g^1)$ (132), e_3 $(b^1\, b^{1/3}\, g^1)$ (121), $e_5 = (b^1\, b^{1/5}\, g^1)$ (231), $e_{29/5} = (b^{1/5}\, b^{1/29} g^{1/5})$ (12.17.5), $e_6 = (b^1\, b^{1/6}\, g^1)$ (572), $e_{49/3} = (b^{1/3}\, b^{1/49}\, g^{1/3})$ (8.11.3), $e_{13/2} = (b^{1/2}\, b^{1/13} g^{1/2})$ (11.15.4), $e_7 = (b^1\, b^{1/7} g^1)$ (341).

Il faut y ajouter quelques faces vicinales appartenant particulièrement aux zones $e^1 b^{1/16}$, me^1 et mg^1 (voir à Framont).

Macles. — Les macles sont constantes dans l'aragonite ; quand en effet elles ne sont pas manifestes extérieurement, elles sont mises en évidence par l'examen optique et par les figures de corrosion. Elles ont été étudiées en particulier par Leydolt (*Ber. Ak. Wien.* XIX. 10. 1856), par de Senarmont (*A.C.P.* XLI.60. 1854) et par M. J. Beckenkamp (*Z. K.* XIV. 375. 1888).

1° Macle suivant $m(110)$; cette macle comporte plusieurs modalités.

a. — Macle polysynthétique suivant des faces m parallèles. Elle est presque constante dans les cristaux bacillaires ou aciculaires d'aragonite; elle peut être particulièrement étudiée dans ceux de Vertaizon. $mg^1 = 174°24'$.

b. — Macles par répétition suivant des faces m différentes, conduisant à des groupements pseudohexagonaux compliqués, avec ou sans angles rentrants. L'angle mm étant de 63°44′ au lieu de 60°, comme dans les minéraux hexagonaux et mg^2 (s. m) de 93°44′ au lieu de 90°, le groupement laisse des vides, comblés par des cristaux supplémentaires ayant l'orientation d'un ou de plusieurs des individus de l'assemblage. Les figures 1 et 2, représentant en perspective ce type de macle sont empruntées à l'Atlas de Schrauf.

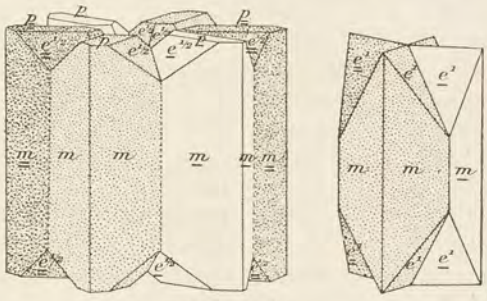


Fig. 1 et 2.
Macle suivant m de l'aragonite (type *b*).

Ce type de macle, comporte de nombreux arrangements, qui seront étudiés plus en détail à l'occasion de l'aragonite des Landes, dans laquelle il est constant : parfois l'accolement, au lieu de se faire suivant m a lieu suivant des surfaces irrégulières voisines de $g^2(130)$.

Formes et faciès. Les cristaux simples sont extrêmement rares ; les macles sont presque constantes. D'une façon générale, les cristaux de ce minéral sont à rapporter à deux types.

Type I. — Les cristaux ont une forme aciculaire par suite du grand développement pris par des dômes et des pyramides très aiguës, qui sont souvent d'une détermination difficile à cause de l'existence de très nombreuses faces vicinales : ces cristaux présentent presque toujours la prêmière modalité de la macle suivant m et plus rarement la seconde. Ceux de Framont peuvent être pris pour type (fig. 27 à 36).

Type II. — Macles à forme pseudohexagonale de la seconde modalité (fig. 4 à 18). Les cristaux présentent fréquemment la structure en sablier décrite plus loin (fig. 18) ; ceux des Landes sont caractéristiques.

Souvent l'aragonite constitue des associations columnaires, de grosses baguettes, groupées à axes parallèles ou divergeant d'un centre.

Les angles observés suivants ont été mesurés par M. Gonnard (G) sur des cristaux des environs de Neussargues, ou par M. Stöber (S) sur ceux de Framont.

	Angles calculés	Angles observés.
$m\ m$	116°16′	116°17′(G)
$m\ h^1$	150° 4′	
$^*m\ g^1$	121°52′	121°53′(G)
$m\ g^2$	93°43′	
$m\ g^6$	170°51′	
Macle suivant m		
$m\ m$	127°28′	
$g^1\ \overline{m}$	174°24′	
$g^1\ \overline{g^1}$	116°16′	
Macle suivant g^2		
$m\ m$	168°48′	
$p\ \overline{a^1}$	130°48′	
$a^1\ a^1$ s. p	81°36′	
$e^2\ e^2$ s. p	140°24′	140°23′(G)
$e^2\ g^1$	109°48′	109°47′(G)
$e^2\ p$	160°12′	160°11′(G)
$e^1\ e^1$ s. p	108°28′	108°17′ à 34′ (G)
$^*e^1\ g^1$	125°46′	125°44′(G)
$e^1\ p$	144°16′	144°15′(G)
$e^{1/2}\ e^{1/2}$ s. p	69°32′	
$e^{1/2}\ g$	145°14′	145°27′(G)
$e^{1/2}\ p$	124°46′	124°48′(G)
$e^{1/3}\ e^{1/3}$	49°40′	
$e^{1/3}\ g^1$	155°10′	155°18′(G)
$e^{1/3}\ p$	114°49′	114°40′(G)
$e^{7/24}\ e^{7/24}$ s. p	44° 6′	
$e^{7/24}\ g^1$	157°57′	157°50′(G)
$e^{3/13}\ e^{3/13}$	35°30′	
$e^{3/13}\ g^1$	162°15′	162°20′(G)
$e^{1/5}\ e^{1/5}$	31° 2′	
$e^{1/6}\ e^{1/6}$	26° 4′	
$e^{2/13}\ e^{2/13}$	24° 7′	
$e^{1/7}\ e^{1/7}$	22°26′	
$e^{2/15}\ e^{2/15}$	20°59′	
$e^{1/8}\ e^{1/8}$	19°42′	
$e^{2/17}\ e^{2/17}$	18°33′	
$e^{1/9}\ e^{1/9}$	17°32′	
$e^{1/11}\ e^{1/11}$	14°29′	
$e^{1/14}\ e^{1/14}$	11°19′	
$e^{1/16}\ e^{1/16}$	9°55′	
$e^{1/30}\ e^{1/30}$	5°19′	

	Angles calculés	Angles observés.
$e^1\ e^2$	164° 2′	164° 1′ à 26′ (S)
$e^1\ e^{1/2}$	160°32′	160°28′ à 34′ (S)
$e^1\ e^{1/3}$	150°36′	150°27′ (S)
$e^1\ e^{7/24}$	147°49′	
$e^1\ e^{3/13}$	143°31′	
$e^1\ e^{1/5}$	141°17′	
$e^1\ e^{1/6}$	138°48′	138°47′ à 48′ (S)
$e^1\ e^{2/13}$	137°49′	137°51′ à 57′ (S)
$e^1\ e^{1/7}$	136°59′	136°52′ à 137°4′ (S)
$e^1\ e^{2/15}$	136°15′	136°11′ à 19′ (S)
$e^1\ e^{1/8}$	135°38′	135°18′ à 42′ (S)
$e^1\ e^{2/17}$	135° 2′	135° 7′ à 10′ (S)
$e^1\ e^{1/9}$	134°32′	134°54′ à 56′ (S)
$e^1\ e^{1/11}$	133° 0′	132°35′ à 133°7′ (S)
$e^1 e^{1/14}$	131°25′	131°10′ à 131°30 (S)
$e^1\ e^{1/16}$	130°43′	130°49′ (S)
$e^1\ e^{1/30}$	128°25′	128°15′ (S)
$b^2\ b^2$ s. p	142°26′	
$b^2\ m$	108°47′	108°54′ (G)
$b^1\ b^1$	111°24′	
$b^1\ m$	124°18′	124°11′ (G)
$b^{1/2}\ b^{1/2}$	72°28′	
$b^{1/2}\ m$	143°46′	143°49′
$b^{1/3}\ b^{1/3}$	52° 4′	
$b^{1/3}\ m$	153°58′	153°24′ (G)
$b^{1/12}\ b^{1/12}$	13°56′	
$b^{1/12}\ m$	173° 2′	
$b^{1/14}\ b^{1/14}$	11°53′	
$b^{1/14}\ m$	174° 4′	
$b^{1/16}\ b^{1/16}$	10°28′	
$b^{1/16}\ m$	174°46′	
$b^{1/18}\ b^{1/18}$	9°19′	
$b^{1/18}\ m$	175°21′	
$p\ e_2$	129°11′	
$p\ e_3$	118°24′	
$p\ e_5$	107°30′	
$p\ e_{29/5}$	105° 6′	
$p\ e_6$	104°36′	
$p\ e_{19/3}$	103°49′	
$p\ e_{13/2}$	103°27′	
de_7	102°29′	

$e^1\ e_2$	135°46′	
$e^1\ e_3$	141°52′	141°54′ (G)
$e^1\ e_5$	128°38′	128°34′ (S)
$e^1\ e_{29/5}$	125°45′	125°50′ (S)
$e^1\ e_6$	125° 9′	124°59′ à 125°7′ (S)
$e^1\ e_{19/3}$	124°14′	124° 7′ (S)
$e^1\ e_{13/2}$	123°48′	123°31′ (S)
$e^1\ e_7$	122°39′	122°55′ (S)
$e^1\ m$	107°58′	107°25′ (G)
$m\ b^1$ s. e^1	75°33′	
$m\ a^1$ s. e^1.	49°59′	
$g^1\ e_3$	133°16′	133° 6′ (G)
$g^1\ b^{1/2}$	115°12′	114°56′ (G)
$e_3\ b^{1/2}$	161°56′	161°58′ (G)
$e_3\ e_3$ s. a^1	93°28′	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. a^1	129°36′	
$e^1\ \underline{e^1}$	144° 4′	143°46′ (G)

On les trouve aussi sous forme de stalactites (fig. 21). Les variétés coralloïdes (*flosferri*, *eisenblüth*) constituent des rameaux plus ou moins contournés, affectant souvent des formes très élégantes (fig. 25). Quand la structure fibreuse est très serrée, la cassure des échantillons est compacte, tandis que dans d'autres cas, il est facile d'en détacher des aiguilles cristallines et transparentes (Rancié), qui ne sont pas disposées radialement (fig. 26).

Enfin l'aragonite se présente aussi sous la forme de pisolites (fig. 23), dont les zones d'accroissement sont plus ou moins régulières et possèdent généralement une structure fibreuse (fig. 24).

Figures de corrosion. M. J. Beckenkamp a été conduit par l'étude des figures de corrosion (*Z. K.* XXXII. 24. 1900) à considérer l'aragonite, ainsi que tous les minéraux du même groupe, comme étant non pas orthorhombique, mais triclinique. M. F. Westhof a étudié ces mêmes figures et en particulier celles des cristaux de Bastennes, dont il va être question plus loin (Untersurch. über die Kystallstruktur der Glieder der Aragonitgruppe. *Inaug. Dissert. Univ. Freiburg in Schweitz*, 1899, (voir page 676 note 1).

Clivages. Clivages distincts suivant g^1 (010), peu nets suivant m (110) et e^1(011). Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 3, 5 à 4.

Densité. 2,93 à 2,95 (tarnowitzite).

Coloration et éclat. Incolore, grise, gris de fumée, violacée, bleue, verte. Poussière d'un blanc grisâtre.

Transparente ou translucide.

Éclat vitreux, résineux dans la cassure.

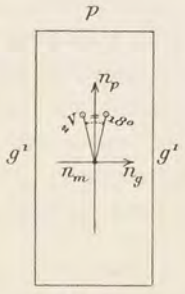


Fig. 3
Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100).

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), normale à p (001). Faible dispersion avec $\rho < v$. Les indices suivants ont été mesurés par Rudberg (raie D).

n_g	n_m	n_p	2E	2V
1,68589	1,68157	1,53013	30°54′	18°11′

$n_g - n_p = 0,15576$

Composition chimique. Comme la calcite. Un assez grand nombre d'aragonites renferment une petite quantité de strontium, plus rarement de plomb, de zinc (*tarnowitzite*).

Analyses de l'aragonite:

a) bacillaire de Vertaizon, (*Puy-de-Dôme*), par Stromeyer (*A. C.* XLV. 224. 1813.)

b) de Bastennes (*Landes*), *id.*

	a)	*b*)
CO^2.....	43,29	42,87
CaO.....	55,02	53,39
SrO.....	1,45	2,88
H^2O.....	0,21	0,98
	99,97	100,12

Vauquelin et Laugier ont trouvé des teneurs inférieures en strontium dans les aragonites des mêmes gisements.

M. Carnot a bien voulu faire effectuer au Laboratoire d'Essais de l'École des Mines le dosage du carbonate de strontium dans les petits cristaux de Dax et les gros cristaux de Bastennes que j'étudie plus loin; le résultat est beaucoup plus faible encore que celui annoncé par Stromeyer dans l'analyse *b*; c'est en effet 0,38 °/₀ de carbonate de strontium pour le minéral de Dax et 1,20 °/₀ pour celui de Bastennes.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, au rouge, décrépite, blanchit, et se transforme en calcite[1] qui se dissocie à plus haute température; les variétés fibreuses blanchissent sans changer de forme, mais deviennent friables. Les variétés strontianifères donnent à la flamme une coloration plus rouge que celle du calcium pur; l'examen spectroscopique (en particulier par le procédé de Gramont) permet de déceler facilement le strontium.

1. On a admis pendant longtemps, sur la foi d'expériences de Fabre et Silbermann, que la transformation de l'aragonite en calcite se fait avec dégagement de chaleur (+ 2^{cal} pour un équivalent ($CaCO^3$ = 50 gr.), M. Le Chatelier a montré (*C. R.*, CXVI. 390. 1893) que le phénomène est de signe contraire (— $0^{cal},3$). La température de transformation sous la pression atmosphérique est inférieure à + 300° C.

Soluble avec effervescence dans les acides, un peu moins rapidement que la calcite, quand ceux-ci sont étendus (voir à *calcite* pour les autres propriétés).

Altérations. L'aragonite se rencontre parfois paramorphosée en calcite, alors que la transformation inverse est extrêmement rare.

Diagnostic. En l'absence de forme géométrique déterminable et sans la constatation des propriétés optiques, la densité supérieure à 2,9, la dureté plus grande, l'absence de clivage rhomboédrique, permettent de distinguer rapidement l'aragonite de la calcite. De plus, dans les masses fibreuses d'aragonite, les clivages font partie de la zone d'allongement, au lieu de lui être obliques, comme dans la calcite.

Je n'ai observé qu'aux Malines (*Gard*) des pseudomorphoses d'aragonite en hydrozincite, recouvertes de calcite ou de gypse.

La réaction de Meigen et le décrépitement au rouge fournissent aussi un procédé de diagnostic. La *réaction de Meigen* consiste dans la coloration lilas que prend la poudre d'aragonite après avoir été chauffée pendant quelques minutes dans une solution étendue d'azotate de cobalt ; traitée de la même façon, la calcite prend une coloration bleu clair.

Voir à *ctypéite* pour la distinction des pisolites de ce minéral et de ceux d'aragonite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'aragonite ne constitue pas à elle seule des sédiments, comme la calcite, mais on la rencontre dans un grand nombre de gisements différents. Elle résulte toujours de dépôts effectués par voie aqueuse. Je la passerai successivement en revue [1] :

1° dans les formations sédimentaires ;
2° dans les sources thermales ;
3° dans les filons métallifères ;
4° dans les roches éruptives et métamorphiques.

1. Dans un grand nombre de gisements, on a signalé comme aragonite, des masses fibreuses ou bacillaires de calcite ; il m'a paru sans intérêt de relever ces erreurs de diagnostic, je me contente d'appeler l'attention des minéralogistes sur cette question (voir p. 449).

1° *Dans les formations sédimentaires.*

A l'inverse de la calcite, l'aragonite ne constitue jamais un élément essentiel de roches sédimentaires, elle ne se rencontre que comme acci-

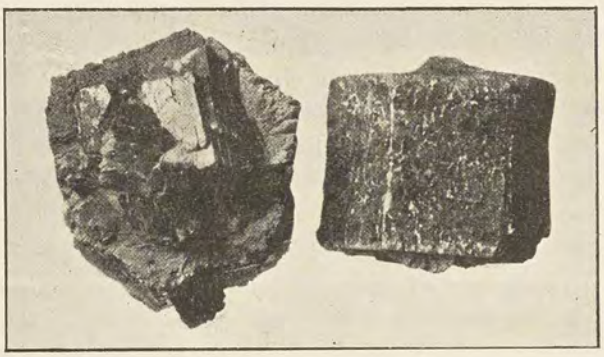


Fig. 4.
Aragonite de Bastennes. (*Photographie grandeur naturelle.*)

dent dans les fentes de certaines de celles-ci et comme constituant le test de certains animaux ; mais par contre, on la trouve parfois dans des

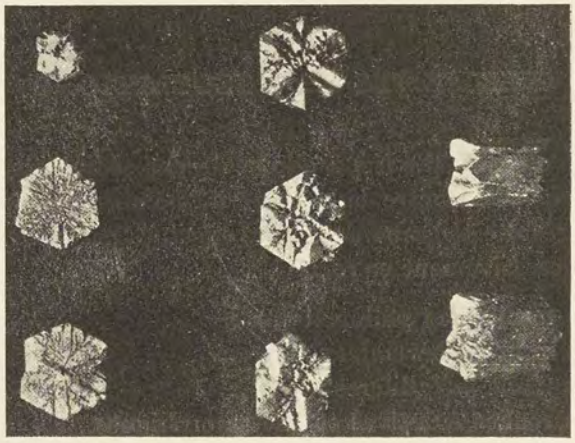


Fig. 5.
Aragonite de Dax. (*Photographie grandeur naturelle.*)

argiles à l'état de cristaux isolés, particularité qui est d'une extrême rareté dans la calcite.

a) *Dans les formations gypsifères et salifères.*

Pyrénées. — Les gisements d'aragonite les plus intéressants que j'ai à étudier se trouvent dans les marnes bariolées de l'extrémité occidentale et de la base des Pyrénées, que je range ici dans le trias, en faisant cependant les réserves qui ont été formulées à la page 756, tome II, dans l'étude du sel gemme ; on trouvera à cette place des indications sur ces gisements qu'il est inutile de répéter ici.

L'aragonite de cette catégorie de gisement est associée à du sel, à du gypse, à des cristaux de quartz bipyramidé ; elle se présente exclusivement sous la forme de macles pseudohexagonales, très régulières, peu allongées suivant l'axe vertical. Ces cristaux sont identiques comme formation et conditions géologiques à ceux qui proviennent des gisements espagnols auxquels le minéral doit son nom, et qui se trouvent dans le trias de l'Aragon, des deux Castilles, de Valencia, et en particulier entre les villes de Calatayud (Aragon) et de Molina de Aragon (Castille).

Landes. L'aragonite abonde d'une part dans les marnes du bassin salifère, s'étendant entre Dax au Nord, et Pouillon au Sud (notamment entre ces deux localités, à la métairie du Couquet et à 2 kilomètres au sud de Saint-Pandelon), et de l'autre, dans les assises gypseuses, non salifères, situées à la frontière des *Basses-Pyrénées*, aux environs de Bastennes-Gaujacq, qui est la localité dont proviennent tous les échantillons étudiés jusqu'ici, et ceux qui sont recherchés pour les collections, à cause de leurs grandes dimensions (fig. 4). Ils atteignent en effet jusqu'à 4 centimètres de longueur et de diamètre ; ils sont colorés en rouge par des inclusions d'argile ferrugineuse, et renferment souvent en abondance des cristaux bipyramidés de quartz rouge.

J'ai examiné non seulement un grand nombre de cristaux de Bastennes, mais encore plusieurs milliers de cristaux, trouvés, il y a quelques années, dans des marnes et dans du gypse, au cours de fouilles faites à Dax, au Pouy d'Euse, pour les fondations de la chapelle des lazaristes. Les uns sont très aplatis suivant la base et n'ont souvent pas plus de 5 millimètres de diamètre (fig. 5 à gauche et au milieu), alors que les autres, allongés suivant l'axe vertical (fig. 5 à droite), peuvent atteindre 1 cm. 5. Ils sont généra-

lement incolores, souvent translucides; ils n'englobent que rarement des cristaux incolores de quartz bipyramidé.



Fig. 6.
Aragonite de Bastennes. (*Photographie grandeur naturelle de la base de macles pseudohexagonales.*)

Tous les cristaux d'aragonite des Landes, sans exception, appartiennent au deuxième type de la macle suivant *m*, celui donnant naissance à un groupement pseudohexagonal, mais ces macles présentent des structures variées.

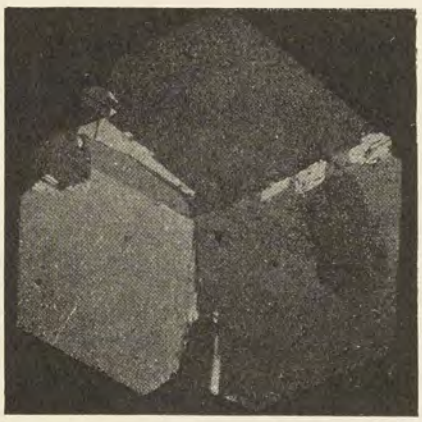


Fig. 7.
Aragonite de Dax. Macle par pénétration
Lame mince parallèle à la base.
(*Lumière polarisee parallèle.*)

On trouve tout d'abord des prismes hexagonaux basés (fig. 4), dans lesquels ne se voient que des faces *p* et *m* ; la plus grande partie des gros cristaux de Bastennes se rapportent à ce type. Leur structure complexe apparaît à l'œil nu. Ils ont une grande tendance à s'enchevêtrer d'une façon irrégulière, à se grouper sous forme de boules ; il est fréquent de rencontrer un gros individu en englobant un ou plusieurs plus petits, alors que dans d'autres cas, un gros cristal sert de support à des cristaux de moindre taille.

Ceux des cristaux de Dax se rapportant à ce type sont aplatis suivant la base ; celle-ci est souvent assez plane pour qu'il soit possible d'y voir, grâce à des lignes de suture, le détail des macles intérieures,

qui sont généralement constituées par un petit nombre d'individus; on voit souvent apparaître sur ces lignes de suture de petites facettes

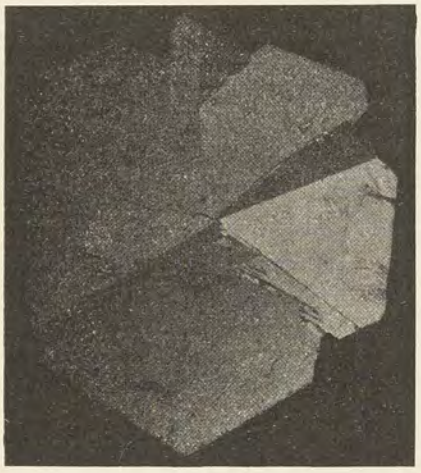


Fig. 8.
Aragonite de Dax, Macle par accolement. Lame mince parallèle à la base. (*Lumière polarisée parallèle*)

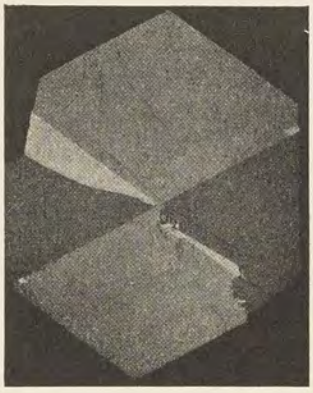


Fig. 9.
Aragonite de Dax.
Macle par entrecroisement.

e^1 (011) et il existe tous les passages entre ce cas et celui dans lequel les individus constituants sont terminés seulement par e^1 (fig. 5 à droite et au milieu); le nombre des individus constituant

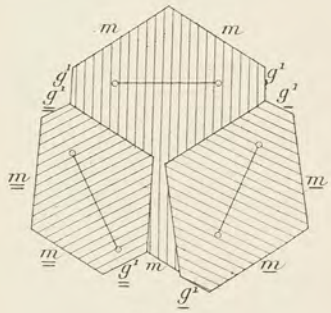


Fig. 10.
Aragonite, figure théorique d'une macle par pénétration.

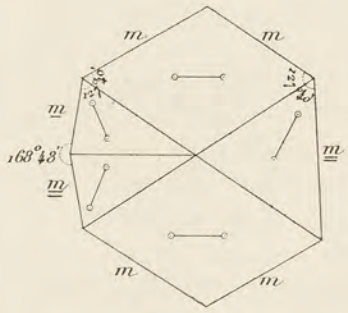


Fig. 11.
Aragonite, figure théorique de la macle suivant *m*.

le groupement est alors souvent considérable. Ce type est réalisé aussi quelquefois dans de gros cristaux de Bastennes; la figure 6 en repré-

sente plusieurs exemples ; à gauche, on voit la base naturelle du pseudoprisme hexagonal, à droite, une section transversale polie du même cristal, puis celle d'un autre individu.

Enfin, dans les cristaux de Dax, allongés suivant l'axe vertical, non

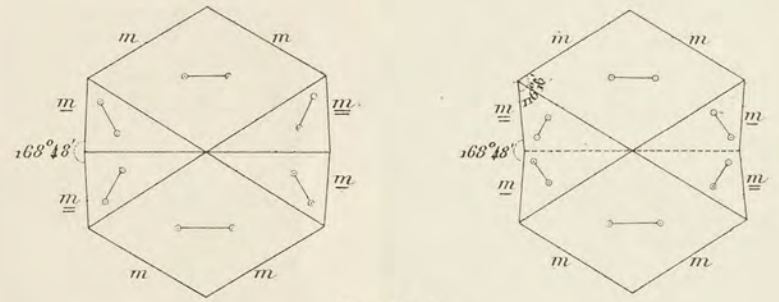


Fig. 12 et 13.
Diverses modalités de la macle suivant *m* de l'aragonite (figures théoriques).

seulement les pointements e^1 des cristaux constituants sont distincts (fig. 5, à droite), mais encore on voit dans les parties latérales du sommet du groupement apparaître des faces g^4. Tandis que les faces prismatiques de ces cristaux sont planes et transparentes, les faces e^1

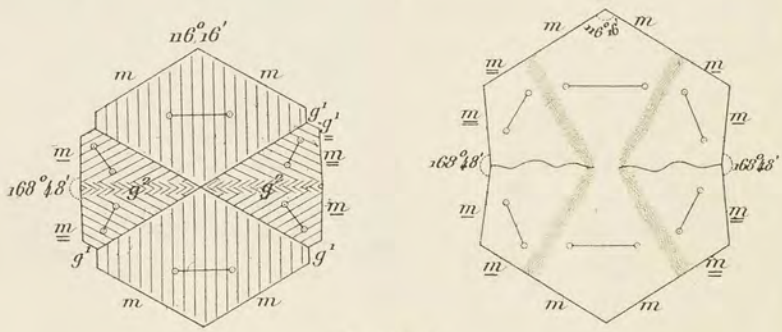


Fig. 14 et 15.
Diverses modalités de la macle suivant *m* de l'aragonite (figures théoriques).

au contraire sont toujours profondément encroûtées par du gypse et quand, grâce à un courant d'eau, on est parvenu à dissoudre celui-ci, on constate que ces faces restent ternes et rugueuses.

L'examen optique, mieux que l'étude géométrique, permet d'entrer

dans le détail de la structure de ces groupements. Les figures 7 à 9, et 16 et 17 représentent la photographie de sections basiques que j'ai fait tailler dans divers échantillons.

Le cas le plus simple est réalisé quand il n'existe essentiellement que trois cristaux, ayant sensiblement les mêmes dimensions, et ayant le sommet de leur angle obtus au centre du groupement. L'intervalle libre est rempli par un ou plusieurs cristaux plus petits offrant l'une des orientations des précédents, ou bien un individu plus grand enveloppe les deux autres (fig. 7 et 10). Fréquemment, l'un des cristaux principaux est atrophié et les cristaux supplémentaires, qui peuvent être eux-mêmes composites, prennent une importance plus grande (fig. 8). Ces divers faciès sont surtout réalisés dans les petites macles aplaties, à base plane de Dax.



Fig. 16.
Aragonite de Dax. Macle par entrecroisement et enchevêtrement.



Fig. 17.
Aragonite de Dax. Macle par entrecroisement et enchevêtrement.

Dans d'autres cas, surtout observables dans les cristaux très allongés suivant l'axe vertical, comme ceux représentés par la partie droite de la figure 5, il existe un cristal principal (ayant toute la largeur de la macle), sur lequel sont groupés, le plus souvent par entrecroisement, les deux autres individus. La figure 9 représente le cas le plus simple, dans lequel n'interviennent que les trois individus élémentaires.

Les figures théoriques 10 à 15, empruntées à de Senarmont (*op. cit.*)

et à Des Cloizeaux (*op. cit.* II), montrent les divers types des groupements observés par ces deux savants.

Les figures 16 et 17 représentent des sections basiques d'un type plus compliqué, qui est celui des cristaux de la figure 6 ; elles montrent non plus seulement des groupements par accolement ou par intercroisement, mais encore des interpénétrations des diverses orientations.

Enfin, parfois il n'existe pas de secteurs définis de grande surface, mais des enchevêtrements compliqués, de telle sorte même que dans certains cas, il devient impossible de délimiter la place de chaque individu.

Il n'est pas rare enfin de trouver des cristaux à secteurs bien nets, dans un ou plusieurs desquels s'observent de fines bandelettes hémitropes suivant une même facette prismatique, réalisant par conséquent l'association des deux types de macles suivant *m*.

Je n'ai pas observé dans les Landes le cas connu ailleurs, dans lequel *tous* les cristaux élémentaires des macles sont groupés de telle sorte que leur angle aigu *mm* soit réuni autour du centre.

Les cristaux de Bastennes [1] en particulier présentent, lorsqu'on les sectionne longitudinalement, la structure *en sablier*, mise en évidence par la figure 18, structure qui est souvent accentuée par la distribution régulière d'inclusions ferrugineuses, d'inclusions de lames de gypse.

1. Dans le mémoire auquel il a été fait allusion plus haut, M. Westhoff a étudié les figures de corrosion de ces cristaux ; il a montré qu'en attaquant par un acide les groupements pseudohexagonaux formés essentiellement de trois cristaux, le pourtour reste brillant, tandis que le centre est moiré par suite de la formation d'une sorte de mosaïque de parties ternes et de parties brillantes. Les figures de corrosion de la partie intérieure sont symétriques ou dissymétriques, avec une pointe dirigée soit suivant l'axe *b* (figures macropolaires), soit suivant l'axe *a* (figures brachypolaires). Sur le pourtour brillant, elles sont toutes brachypolaires, et imbriquées les unes sur les autres. Le même savant a cru aussi avoir découvert la structure en sablier, connue cependant dans ces cristaux depuis cinquante ans, et il l'explique par la présence de matières étrangères non isomorphes, bien que M. Pelikan, qui a défendu cette idée pour les pyroxènes, se soit basé pour cela sur la prétendue absence de cette structure dans les minéraux du groupe de l'aragonite.

M. Westhoff a confondu les deux gisements distincts de Bastennes et de Dax ; au début de son travail, il indique que ses cristaux proviennent de Bastennes, près de Dax, puis dans le travail lui-même il ne parle plus que des cristaux de Dax. De sa description (inclusions d'oxyde de fer et de gypse), il ressort très nettement qu'il a opéré sur des cristaux de Bastennes.

Dès 1852, de Senarmont a montré que cette structure n'est pas due à un entrecroisement de cristaux ; une plaque mince taillée dans un semblable édifice présente en effet une orientation optique uniforme, l'indice n_p étant, dans toutes les parties, parallèle à l'axe vertical de la figure. Les stries des deux secteurs verticaux sont dues aux clivages g^4, les stries horizontales des deux autres secteurs consistent essentiellement en cannelures parallèles à l'arête pg^4. De Senarmont, sans pouvoir expliquer cette structure, s'est demandé si elle n'était pas en relation avec le fait suivant : en mettant de semblables cristaux en digestion dans un mélange d'eau, d'alcool et d'acide acétique, il est parvenu à désagréger la masse ; les produits des digestions successives contenaient une proportion croissante de strontium (0,002, 0/0 de $SrCO^3$ au début et 0,6 à la fin), ce qui semble indiquer une composition hétérogène de ces macles. Cette observation est intéressante à rapprocher des expériences faites par M. Gaubert (*C. R.* CXLIII, 778, 1908) sur les cristaux à structure en sablier, obtenus en faisant cristalliser un mélange d'azotate de baryum et de plomb, dans lequel l'un des deux prédomine sur l'autre. M. Gaubert a montré que les deux couples de secteurs, qui, dans ces conditions, prennent naissance dans les octaèdres, possèdent une composition chimique différente.



Fig. 18.
Section verticale de macles d'aragonite de Bastennes montrant la structure en sablier. (*Photographie grandeur naturelle.*)

En terminant, je signalerai à Bastennes des cas intéressants de cristallisation simultanée de gypse et d'aragonite ; ils sont réalisés par de gros cristaux à structure en sablier et sont bien mis en évidence, quand on les soumet pendant quelques heures à un courant d'eau ; c'est en particulier ce qui a été fait pour ceux représentés par la figure 18. L'examen microscopique de semblables associations fait voir qu'il n'y a pas de liaison géométrique constante entre les deux minéraux : les plans g^4 du gypse paraissent seulement compris dans la zone verticale de l'aragonite. Les deux minéraux forment parfois ensemble des sortes de pegmatite graphique, dans lesquelles le gypse est

l'élément englobant. Aussi ne semble-t-il pas possible de considérer l'association des deux minéraux comme le résultat d'un commencement de pseudomorphose.

Basses-Pyrénées. L'aragonite se présente avec les mêmes formes qu'à Dax, et généralement en petits cristaux, dans le bassin salifère de Bayonne-Briscous [notamment aux mines de Brindos (Bassusarry) et de Larralde (Villefranque)].

Des nodules formés par le groupement irrégulier de cristaux d'aragonite englobant des cristaux de quartz, de phlogopite et de gypse se trouvent au voisinage d'une ophite dans une argile gypseuse constituant le lit du Loubihar à Ispoure.

d) *Dans les formations quaternaires.*

Pyrénées. — *Ariège.* Je dois à M. Harlé un curieux échantillon recueilli dans un sondage fait au col de la Plagnotte, près Rimont, lors de la construction du chemin de fer de Saint-Girons à Foix. Il consiste en un os long d'élan, dont les cavités sont tapissées d'aiguilles d'aragonite, groupées en gerbes (3^{mm}) ; dans la zone verticale, on ne voit que des faces *m*. Les macles à section pseudohexagonale sont terminées par une base triangulaire terne et un dôme e_x^4 extrêmement aigu, également terne et non mesurable. Au premier abord, ces cristaux donnent l'illusion de la calcite, mais les excellentes mesures de la zone verticale et la densité ne laissent pas de doute sur la nature du minéral, qui tire un vif intérêt de son âge récent.

a) *L'aragonite dans les corps organisés.*

On a vu, page 441, que l'aragonite constitue avec la calcite le test calcaire de beaucoup d'animaux ; elle s'y trouve parfois en grains irréguliers ou en cristaux aciculaires, allongés suivant l'axe vertical ; elle est plus souvent lamellaire suivant la base et identique par suite à l'un des types de calcite du test des mollusques.

Il y a quelques années, Miss Agnes Kelly s'est efforcée de démontrer que le minéral qui nous occupe n'est pas de l'aragonite, mais une forme spéciale de carbonate de calcium, qu'elle a proposé de désigner sous le nom de *conchite* (*Sitz. Ber. Bayer. Akad. Wiss.* XXX. 187. 1900, et *Miner. Magaz.* XII. 363. 1900). M. R. Brauns a montré, et avec raison (*Centralbatt für Miner.* 1905, 194) que les propriétés physiques de cette substance ne diffèrent pas de celles de l'aragonite

(densité = 2,83 à 2,87 ; transformation en calcite vers 300° C ; $n_g = 1{,}523$, $n_m = 1{,}659$, $n_p = 1{,}662$, d'où 2 V = 16°). Miss Kelly considère sa conchite comme uniaxe. Il est presque toujours possible de constater dans les coquilles l'écartement normal des axes de l'aragonite. J'ajouterai que dans les otolites de quelques poissons, qui sont constitués par le même minéral, j'ai observé l'existence des macles caractéristiques de l'aragonite.

L'aragonite constitue la coquille de beaucoup de céphalopodes (*nautilus*, *sepia*, *spirules*), de la plupart des gastéropodes (*helix*, *pupa*, *bulimus*, *cyclostoma*, *succinea cypræ*), de beaucoup de lamellibranches (*perna*, etc.), de scaphopodes (*dentalium*), etc.

Elle est associée à la calcite dans certains gastéropodes (*patella*), dans certains lamellibranches (*pinna*, *mitylus*, *spondylus*, etc.), dont elle constitue la nacre ; enfin elle constitue les perles fines ; les perles dites de nacre sont souvent en partie formées par de la calcite fibreuse.

Elle forme aussi le squelette de la plupart des cœlentérés (*millepora*, *heliopora*, *porites*, *astroides*, etc.) et sous forme sphérolitique constitue la coquille des œufs des reptiles (chéloniens et sauriens).

La facilité avec laquelle l'aragonite se paramorphose en calcite entraîne, au cours de la fossilisation, sa fréquente destruction du test des mollusques qu'elle constitue. On a vu, page 441, qu'au lieu d'un individu cristallin à orientation et à structure uniformes, il se produit dans cette paramorphose un agrégat de grains de calcite diversement orientés, qui résistent mal à la dissolution et disparaissent, tandis que les coquilles originellement constituées par de la calcite se conservent intactes.

b) *Dans les roches calcaires et les fentes de roches diverses.*

L'aragonite se trouve dans quelques grottes calcaires sous forme de stalactites, plus rarement sous celle de cristaux ; elle est beaucoup moins fréquente que la calcite dans ce genre de gisement ; les fibres de ces stalactites sont souvent non rectilignes, elles forment des groupements plumeux, dont l'axe vertical est cependant en moyenne dirigé normalement à l'axe de la stalactite. De plus, les fibres d'aragonite sont d'ordinaire plus serrées que celles de calcite, particularité qui donne à l'ensemble un aspect plus compact.

On rencontre aussi l'aragonite dans les fissures de diverses roches, où elle s'est produite par le même mécanisme, c'est pourquoi je réunis

ces divers modes de gisements dans un même paragraphe, bien que quelques-uns d'entre eux appartiennent à la série des schistes cristallins.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Belles concrétions à fibres serrées d'un blanc nacré à Geu dans la vallée d'Argelès.

Hautes-Pyrénées. Les fentes du calcaire marmoréen de Sarrancolin ont fourni des concrétions botroydales, à structure très finement fibreuse, d'une belle aragonite blanche.

Cévennes. — *Gard.* Les formations houillères de Grand-Combe renferment des poches tapissées de magnifiques cristaux d'aragonite incolores et hyalins (Champelauson, Trescol), atteignant jusqu'à 3 cen-

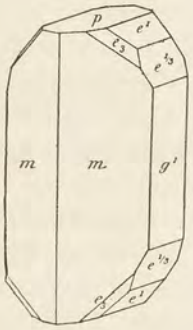


Fig. 19.
Aragonite
de Grand-Combe.

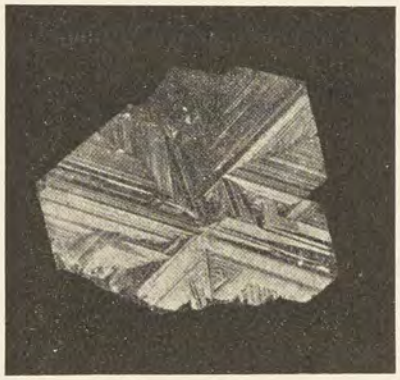


Fig. 20.
Aragonite des Salles de Gagnières. (Macle pseudohexagonale.) (*Photographie de la base, grandeur naturelle.*)

timètres de longueur ; ils offrent les macles et les formes de l'aragonite d'Herrengrund. Ceux que je dois à l'obligeance de MM. Carrière et Domergue sont très cannelés suivant l'axe vertical et ne montrent le plus souvent que les faces p (001), m (110), avec de petites facettes e^1 (011).

La figure 19 représente une combinaison plus compliquée, que m'a communiquée M. Ungemach ; elle porte en outre $e^{1/3}$ (031) et e_3 (121) ; elle entre dans la composition de macles complexes.

La figure 20 reproduit une photographie de la base d'une macle pseudohexagonale de ce genre atteignant 3 cm. de diamètre et seulement 2 cm. suivant l'axe vertical ; elle provient des Salles de Gagnières.

Alpes. — *Hautes-Alpes.* J'ai eu entre les mains, sans pouvoir l'étudier complètement, un échantillon d'aragonite constitué par de

petites aiguilles transparentes, enchevêtrées et indiquées comme ayant été trouvées dans une grotte creusée dans le lias à Meyronnes.

Corbières. — *Hérault*. Belles stalactites d'aragonite à fibres serrées dans les fentes du terrain houiller de Graissessac.

Plateau Central. — *Corrèze*. Je dois à M. Puyaubert des échantillons d'aragonite coralloïde blanche, recueillis dans les fentes des micaschistes du moulin de Bos de Bar, situé à 10 km. de Tulle, sur la route de Corrèze.

Aveyron. M. Martel m'a communiqué une stalactite d'aragonite trouvée dans une grotte des environs de Sylvanès (Bouche-Payrol), en relation avec une ancienne galerie de mine : elle est formée de fibres entrelacées, très fines, colorées en bleu pâle par du carbonate de cuivre.

Corse. — La collection du Muséum renferme des cristaux ternes d'aragonite (type Framont) implantés sur cristaux de calcite ($e^2\ b^1$), provenant de Sainte-Lucie, au sud-est de la gare de Bastia (fentes de schistes cristallins).

Algérie. — *Alger*. La collection du Muséum possède de très beaux échantillons de stalactites provenant des grottes de Gouraya. Elles sont irrégulières, leur surface est creusée de protubérances, présentant une tendance à la production de formes coralloïdes (fig. 21). La cassure de ces stalactites montre, suivant les points considérés, des particularités curieuses. Elles sont formées de zones concentriques, qui ont individuellement une structure fibreuse. Par places, les fibres d'aragonite sont rectilignes, translucides, vitreuses ; dans d'autres zones, les fibres sont blanches, opaques, très fines, d'un blanc laiteux, et souvent palmées ; la densité d'un fragment de ces fibres est toujours inférieure à celle des baguettes vitreuses, ce qui tient à l'existence de petites cavités microscopiques, laissées entre elles par les fibres du minéral ; la poudre fine de ces fibres a la densité de l'aragonite normale. Il n'est pas rare d'observer des zones de calcite lamellaire alternant avec celles d'aragonite.



Fig. 21.
Stalactite d'aragonite de Gouraya. (*Réduction de moitié.*)

Des veines d'aragonite fibreuse se trouvent dans les fentes des schistes du gault de Beni-Menasser, près Milianah, et dans celles du crétacé supérieur de l'Oued Deurdeur (Djendel).

2° *Dans les sources thermales.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* L'aragonite est fréquente comme produit de formation récente ou actuelle dans les sources thermales bicarbonatées.

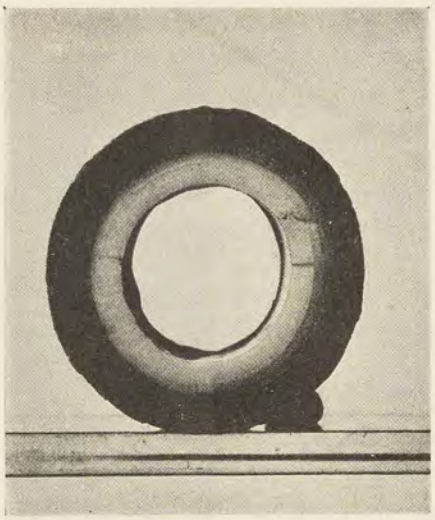


Fig. 22.
Aragonite formée dans un tuyau d'adduction des sources thermales de Châtelguyon. (*Faible réduction.*)

Le gisement le plus intéressant à cet égard est celui de Châtelguyon. Les travaux de fondation de l'établissement thermal ont mis à jour dans les fentes de l'oligocène un très beau gisement de ce minéral, qui se forme encore de nos jours dans les tuyaux de captage des eaux. L'aragonite constitue des masses concrétionnées d'un beau blanc, dont les fibres très serrées ont jusqu'à 10^{cm} de longueur ; elles se terminent parfois à l'extérieur par de délicats pointements cristallins. La figure 22 est la reproduction de la photographie d'un tuyau de plomb de captage, en partie obturé par un dépôt d'aragonite fibreuse. Des dépôts identiques s'observent à la petite source voisine de Gimeaux. La température de l'eau de Châtelguyon est de + 34°C.

A Saint-Nectaire-le-Bas, l'aragonite se présente sous la même forme, au milieu de l'opale forchérite, déposée anciennement dans les fentes du granite. Elle forme aussi dans celui-ci des filonnets, dont les fibres atteignent 8^{cm} de longueur (bord de la route de Saint-Nectaire-le-Haut, au point d'émergence d'une source chaude).

De nombreux gisements se trouvent sur les bords de l'Allier. A la base orientale du Puy de Corent, la source du Tambour dépose

abondamment de l'aragonite fibreuse accompagnée de cristaux de calcite et de barytine. C'est probablement à une origine analogue qu'il y a lieu de rapporter de gros blocs d'aragonite fibreuse de la collection du Muséum, qui ont été recueillis il y a une vingtaine d'années par Des Cloizeaux dans le gisement de randannite de Ceyssat.

L'aragonite se présente encore sous la même forme à la source de Saladi, entre les Martres-de-Veyre et Sainte-Marguerite, (belles masses fibreuses, englobant des cailloux basaltiques, etc.). Le même gisement a fourni aussi des masses compactes, finement cristallines, englobant des fragments de basalte. De nombreuses géodes sont tapissées de très fines aiguilles incolores et limpides d'aragonite, trop petites du reste pour que leurs formes puissent être déterminées. Au-dessous de Coudes, il existe également un important gisement d'aragonite, qui sert de ciment à un poudingue, constitué par des galets de roches volcaniques et de roches anciennes. Les fibres de ces agrégats cristallins se terminent parfois dans les cavités par des cristaux aciculaires distincts ($m^1 g\, e^1\, e^{1/2}\, e_x$); les couches d'aragonite alternent dans quelques échantillons avec de l'opale.

Il n'est pas possible d'attribuer une autre origine aux filons d'aragonite des pépérites du Creux-de-Chantagour en Vertaizon, dont les échantillons se trouvent dans toutes les collections. Leur structure est la même que dans les filonnets de Saint-Nectaire, mais les individus constituants, au lieu d'avoir un millimètre de diamètre ou même moins, mesurent souvent plus d'un décimètre. Ce sont de grosses baguettes blanches ou d'un blanc jaunâtre transparentes ou translucides, accolées : j'en ai vu dépassant 25^{cm} de longueur. Elles sont disposées à peu près perpendiculairement aux parois du filon. Quand le remplissage de celui-ci a été incomplet, les baguettes se terminent dans la cavité par des cristaux pourvus de faces cristallines : ce sont des macles de plusieurs individus aplaties suivant la face m (110) qui sert de plan à la macle polysynthétique : seules les faces de la zone verticale (m, h^1, g^1) sont nettes; les pointements aigus des échantillons que j'ai examinés sont ternes, raboteux et généralement indéterminables, sauf dans quelques cristaux sur lesquels j'ai observé un dôme voisin de $e^{1/2}$ (021); leur cassure transversale a un éclat gras, très caractéristique. Ces cristaux constituant des masses bacillaires ou columnaires, sont lâchement unis, de telle sorte qu'il est facile de les mettre en liberté par le choc du marteau.

L'analyse donnée plus haut montre que cette aragonite renferme environ 2 % de carbonate de strontium.

Des veinules d'aragonite se trouvent dans les pépérites d'autres gisements de la Limagne et notamment à Pont-du-Château.

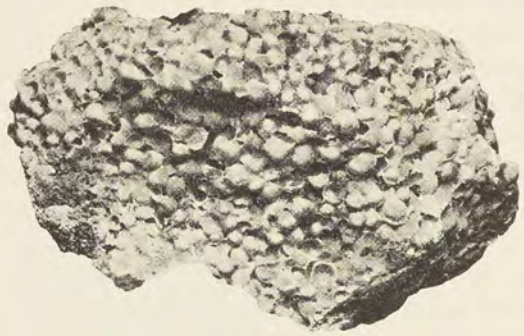


Fig. 23.
Pisolites d'aragonite cimentés par de la calcite. Source des Célestins à Vichy. (*Photographie un peu réduite.*)

La collection du Muséum possède un échantillon d'aragonite fibreuse, veinée de gris et de blanc : sa gangue est du granite; il est étiqueté Tourniol sans autre indication; il me paraît vraisemblable qu'il provient de Tournoel près Riom.

Allier. Les travertins calcaires de la source des Célestins (voir page 42) renferment localement des poches remplies par de très curieux

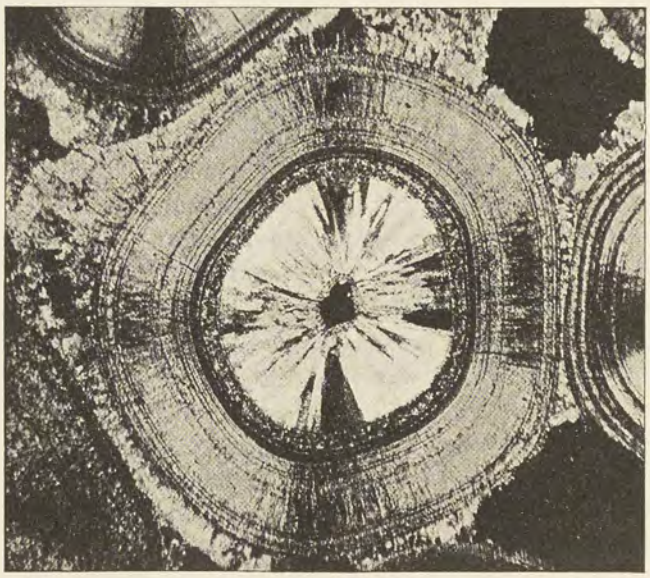


Fig. 24.
Lame mince d'un des pisolites d'aragonite de la fig. 21, vue en lumière polarisée parallèle.

pisolites d'aragonite que cimente de la calcite (fig. 23). L'examen

microscopique montre que ces pisolites possèdent la structure à la fois concentrique et fibreuse, mise en évidence par la fig. 24, qui représente la photographie grossie d'un des pisolites de la figure précédente vu en lumière polarisée parallèle. Il me paraît assez vraisemblable que cette aragonite est une paramorphose de ctypéite.

Madagascar. — La source thermale de Mahatsinjo, située à 30 kilomètres au sud-ouest de Miarinarivo (nord-est du lac Itasy) a fourni autrefois une aragonite à fibres très serrées, rappelant certaines variétés du Puy-de-Dôme ; c'est au milieu d'elle que se trouve la ctypéite, qui est décrite plus loin.

3° *Dans les filons métallifères.*

L'aragonite est assez fréquente dans les filons métallifères, leur nature n'ayant pas d'influence sur la forme qu'y prend ce minéral, il me paraît inutile d'établir ici des catégories dans ce genre de gisement ; je ferai remarquer toutefois que l'aragonite est surtout fréquente dans les gisements ferrifères et que c'est de là que vient la dénomination de *flos ferri* attribuée par les anciens minéralogistes à l'aragonite coralloïde dont la figure 25 représente un exemple typique.



Fig. 25.
Aragonite coralloïde. (*Réduction de moitié.*)

Les fibres contournées d'une façon parfois des plus irrégulières et des plus élégantes, sont d'ordinaire blanches et opaques : leur structure est finement fibreuse. Ces fibres sont parfois extrêmement délicates et ténues.

Pyrénées. — *Ariège*. Les gisements de limonite de Rancié en Sem, près Vicdessos, ont fourni de fort beaux échantillons d'aragonite coralloïde blanche ou d'un blanc jaunâtre, se trouvant dans des cavités différentes de celles qui ont fourni les groupements de calcite décrits page 529 et affectant une forme très analogue. Ces échantillons ont une structure différente de celle du type le plus habituel

de la figure 25, ils présentent la particularité d'être formés de cristaux allongés, groupés à axes imparfaitement parallèles pour constituer des gerbes (fig. 26), au lieu de réaliser des tiges contournées à structure fibreuse.



Fig. 26.
Aragonite en gerbes cristallines de la mine de Rancié. (*Photographie grandeur naturelle.*)

D'assez jolis cristaux aciculaires, limpides, ont été jadis trouvés sur hématite dans la mine de galène de Laquorre, près Aulus : $mg^1e^1\ e^1\ ^{/2}e_3$, avec macles répétées suivant une même face *m*.

Pyrénées-Orientales. C'est sous la même forme coralloïde et en concrétions à fibres très serrées, que l'aragonite se présente dans les diverses mines de fer de la région du Canigou (Escaro, Fillols, etc.).

De beaux échantillons des mêmes variétés ont été rencontrés jadis dans la mine de cuivre de Canaveille : on trouve parfois dans les vieilles collections, sous le nom d'aragonite, des concrétions laiteuses, qui sont constituées par de la calcite.

Corbières. — *Hérault.* L'aragonite en longues aiguilles aciculaires forme des croûtes sur les beaux cristaux de panabase de Cabrières.

Cévennes. — *Gard.* Les filons quartzeux et blendeux d'Arrigas renferment une aragonite concrétionnée à fibres très serrées, d'un bleu de ciel magnifique couvrant de grandes surfaces ; j'ai eu connaissance de ce minéral par l'intermédiaire de M. de Brun.

M. Valette m'a communiqué une très belle aragonite coralloïde bleu clair, provenant des environs du Vigan, sans indication plus précise ; elle vient certainement d'un gisement analogue à celui d'Arrigas, mais d'une autre localité, car l'échantillon faisait partie d'une vieille collection réunie avant les dernières recherches effectuées dans cette mine. Les gîtes de smithsonite des Malines renferment aussi de l'aragonite : elle est le

plus souvent aciculaire. J'ai observé aussi de grosses baguettes bacillaires, accolées, qui sont en partie pseudomorphisées en hydrozincite et recouvertes par de petits rhomboèdres de calcite, et plus rarement par du gypse transparent.



Fig. 27.
Aragonite aciculaire de Framont.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Bourgogne. — *Saône-et-Loire*. De beaux échantillons d'aragonite coralloïde ont été trouvés dans les mines de fer de Mazenay, près Saint-Léger.

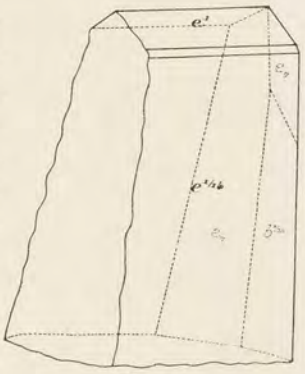


Fig. 28.
Aragonite de Framont.

Alsace. — Les filons de Framont ont fourni jadis de magnifiques échantillons d'aragonite ; les cristaux dépassent souvent 1 cm. et se groupent à axes plus ou moins parallèles pour former des gerbes de cristaux (fig. 27) atteignant jusqu'à 10 cm. de longueur et rivalisant par leur beauté avec ceux du Cumberland. Ils sont en général incolores et brillants, avec souvent un éclat métallique dû à l'existence d'un léger enduit superficiel de limonite.

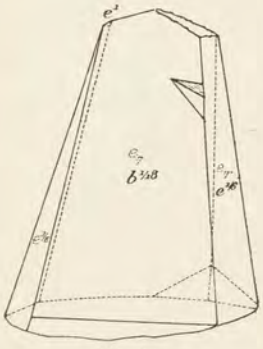


Fig. 29.
Aragonite aciculaire de Framont.

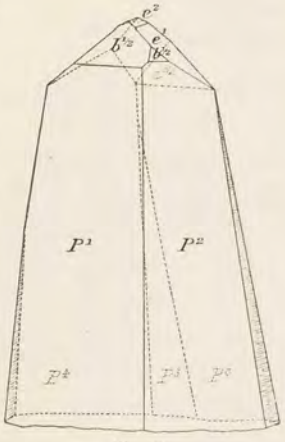


Fig. 30.
Aragonite aciculaire de Framont.
$P = b^{4}/_{16}$.

Ils sont implantés sur de l'hématite, de la limonite, sur du calcaire ; ils sont parfois associés à l'hématite et à la dolomite, etc., et se rapprochent, par leur aspect, des variétés de calcite en scalénoèdres très aigus de la même localité.

Les recherches de M. Pisani (*in* Des Cloizeaux, *op. cit.* II. 92.1874) y ont mis en évidence l'absence de strontium.

L'aragonite de Framont est toujours aciculaire; les macles par accolement sont fréquentes; jointes aux groupements à axes parallèles, dont il vient d'être question, elles rendent l'étude de ces cristaux assez

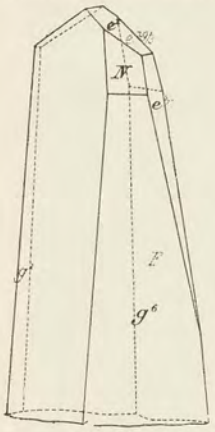


Fig. 31.
Aragonite aciculaire de Framont. F=(24.33. 4), N=(12.17.2).

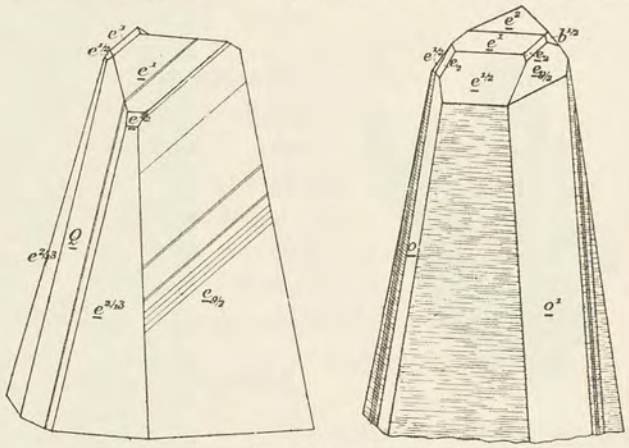


Fig. 32 et 33.
Aragonite aciculaire de Framont. (Macles suivant *m*.)
Q = (14.20. 5), o = (28.40.9).

difficile. Signalées dans tous les Traités de Minéralogie, brièvement décrites par Carrière (*Ann. Soc. Emul. Vosges*, 1849), elles ont fait

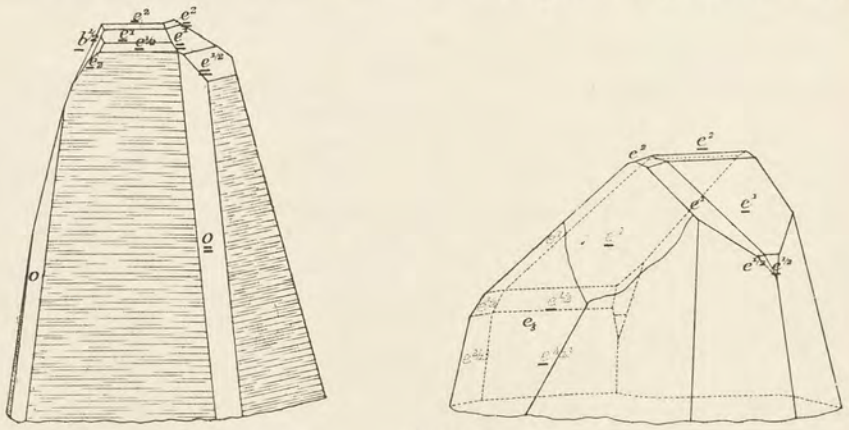


Fig. 34.
Aragonite aciculaire de Framont. (Macles suivant *m*.)

l'objet d'une étude cristallographique des plus approfondies de la part de M. Stöber (*Mit. Geol. Landesanst. Elsass-Loth.* IV. 113. 1894), à laquelle sont empruntées les figures 28 à 35.

Les formes observées par lui [1] sont les suivantes : g^1 (010), $^*g^6$ (570), m (110) ; e^2 (011), e^1 (012), $e^{1/2}$ (021), $e^{1/3}$ (031), $e^{1/5}$ (051), $e^{1/6}$ (061), $e^{2/13}$ (0.13.2), $e^{1/7}$ (071), $^*e^{2/15}$ (0.15.2), $e^{1/8}$ (081), $^*e^{2/17}$ (0.17.2), $e^{1/9}$ (0.9.1), $^*e^{1/11}$ (0.11.1), $e^{1/14}$ (0.14.1), $e^{1/16}$ (0.16.1), $^*e^{1/30}$ (0.30.1) ;

$b^{1/2}$ (111), $b^{1/12}$ (661), $b^{1/14}$ (771), $b^{1/16}$ (881), $b^{1/18}$ (991) ;

e_2 (132), $^*e_5$ (231), $e_{29/5}$ (12.17.5), $^*e_6$ (572), $^*e_{19/3}$ (8.11.3), $^*e_{43/2}$ (11.15.4), e_7 (341), et plusieurs faces vicinales (fig. 31-34) appartenant principalement aux zones [(881) : (011)], [(110) : (011)] et [(110) : (010)]. Les formes marquées d'un astérisque ont été observées pour la première fois sur les cristaux de cette localité.

Les pyramides $b^{1/x}$ et les brachydomes $e^{1/x}$ très aigus dominent en général ; e^2, $e^{1/2}$ et surtout e^1, sont également bien développés, de sorte que les cristaux présentent le plus souvent, approximativement, l'aspect de pyramides très aiguës, tronquées par un biseau (fig. 28 à 31).

Les macles par accolement sont fréquentes (fig. 32 à 35).

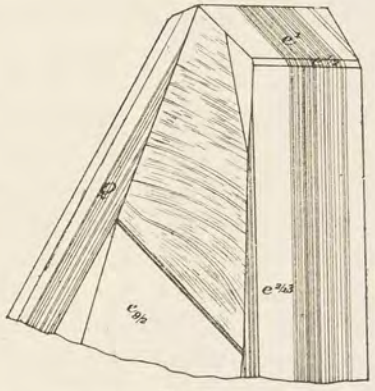


Fig. 35.
Aragonite de Framont. Macle polysynthétique suivant m.

L'aragonite coralloïde, de couleur très variée [blanche, jaune, bleue ou rose (cobaltifère)], est abondante dans les divers filons de Sainte-Marie-aux-Mines. Exceptionnellement, on y trouve des cristaux hyalins non mesurables [cristaux terminés par e^1(?) (Carrière. *Ann. Soc. émul. des Vosges.* VII. 1351 ; et Stöber, *op. cit.*)].

M. Ungemach m'a signalé d'autre part les localités suivantes qui fournissent l'aragonite concrétionnée : Musbach, près Sainte-Croix-aux-Mines (échantillons bleutés), Lalaye dans le Val de Villé (mine du Puant Trou), carrière de l'Osterweg à Bergheim (globules botroydes sur barytine).

1. Les paramètres déduits des mesures faites sur les cristaux de Framont ($a : b : c = 0.6225 : 1 : 0.7198$) sont légèrement différents de ceux adoptés ici, et auxquels ont été ramenés les angles du tableau de la page 666.

Vosges. Petits cristaux aciculaires sur quartz et galène de Remémont en Entre-Deux-Eaux, près Saint-Dié.

[**Lorraine**]. — Dans le minerai de fer oolithique de la mine Röchling à Algrange.

Alpes. — *Savoie.* L'aragonite coralloïde et stalactiforme a été trouvée autrefois dans les filons de sidérite de Saint-Georges-des-Hurtières.

Isère. Les mines de Saint-Pierre-de-Mésage, près Vizille, ont fourni de jolis échantillons d'aragonite incolore en cristaux groupés du même type que ceux de Framont. La collection du Muséum possède un échantillon de ce genre implanté sur de l'ankérite et du quartz hyalin ; j'ai pu en détacher un petit cristal présentant des faces e^1 nettes, des faces arrondies $e^{1/11}$ (0.11.1) et $e^{3/13}$ (0.13.3), ainsi qu'une série de pyramides très gondolées, parmi lesquelles cependant e_7 (341), $e_{13/2}$ (11.15.4) et $e_{19/3}$ (8.11.3) sont distinctes ; ces cristaux présentent de fines lamelles maclées suivant une même face m.

On a aussi trouvé ce minéral en masses concrétionnées à fibres extrêmement serrées, d'un blanc mat, aux environs de Vizille. C'est sous cette même forme que l'aragonite existe en fibres de 5 à 10 cm. de longueur au milieu des calcaires liasiques traversés par les filons de panabase de Prunières ; elle est généralement accompagnée de calcite lamellaire.

Algérie. — *Alger.* L'aragonite se trouve dans les mines de panabase de Mouzaïa et de Tenez sous forme de concrétions d'un beau bleu de ciel : elles sont fibreuses et hérissées de pointements cristallins indistincts. Le même minéral constitue aussi des rosettes de cristaux limpides et incolores du type de ceux de Framont ; dans les échantillons que j'ai examinés, les cristaux sont généralement accolés à leur gangue et leurs formes ne peuvent être que difficilement précisées ; j'y ai seulement constaté m, g^1, e^1, $b^{1/2}$, et des pyramides aiguës indéterminables. Les macles par répétition sont fréquentes.

Constantine. Des cristaux analogues se trouvent, avec chessylite et malachite, sur l'hématite du Djebel Ouenza.

4° *Dans les roches éruptives.*

L'aragonite est bien moins fréquente que la calcite comme minéral secondaire dans les roches éruptives ; il faut cependant faire une

exception pour certaines roches volcaniques, qui la renferment en très grande abondance.

a) *Dans les basaltes.*

Coirons. — *Ardèche.* Les basaltes d'Aubignas contiennent de grosses baguettes d'aragonite semblables à celles de la Haute-Loire.

Haute-Loire. Les basaltes et les brèches basaltiques des environs du Puy fournissent de beaux échantillons d'aragonite; ce minéral remplit incomplètement des cavités du basalte sous forme de grosses baguettes accolées, souvent parfaitement limpides et incolores, parfois d'un jaune de miel; elles atteignent souvent 1 décimètre de longueur; les faces de la zone verticale seules sont distinctes. Ces groupements cristallins sont généralement accolés à leur gangue par une face prismatique et en même temps par leurs deux extrémités. Les nombreux échantillons que j'ai étudiés viennent des basaltes de Coubon, de Farges, de la Terrasse près Cussac, de Crouzet et de la cascade de Foulhol en Sansac-l'Église, de Cheyrac, de Polignac, de Ronzade (Le Puy), de Rochelimagne, du tunnel de Taulhac, etc.

La collection du Muséum possède deux échantillons, étiquetés l'un Vorey, l'autre le Rosier, près Brioude, et qui proviennent peut-être du même gisement, le canton de Vorey renfermant une localité appelée Rosières. Ils sont identiques et constitués par des cristaux prismatiques d'aragonite jaune-topaze mesurant 4 à 5 cm. de longueur sur un de diamètre. Ils sont enveloppés en grand nombre dans de la calcite incolore et transparente ; celle-ci remplit les fissures de l'aragonite qu'elle semble paramorphiser progressivement.

Enfin, je dois à M. Vernière un gros prisme pseudohexagonal basé, blanc opaque, mesurant 10 cm. et provenant du basalte prismé de La Roche-Bournoncle.

L'aragonite existe aussi en touffes de petites aiguilles transparentes dans quelques gisements (Le Croustet, Mont Ronzon, près le Puy).

Plateau Central. — *Cantal.* L'aragonite est très abondante dans les cavités et les fentes des basaltes et des tufs basaltiques du Cantal ; dans ces derniers, elle tapisse souvent de larges fissures avec ses sphérolites ayant plusieurs centimètres de diamètre (Monteil près Ségur, sur la route de Murat).

La forme la plus habituelle dans les cavités des basaltes consiste en cristaux bacillaires accolés, parfois transparents [environs de Trizac, Rignac en Riom-ès-Montagne, Saint-Projet (avec sidérite), Thiézac, etc.], généralement dépourvus de pointements distincts.

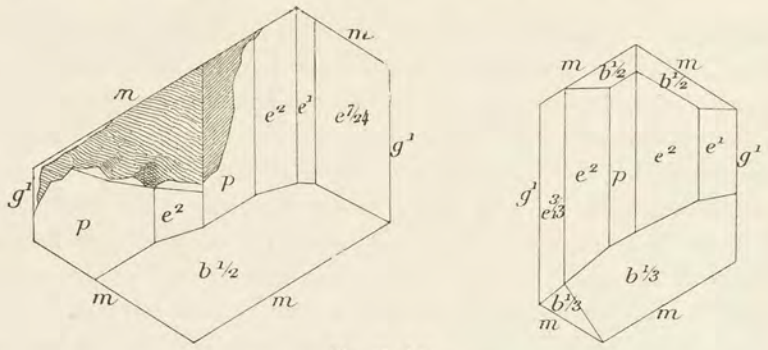


Fig. 37 et 38.
Aragonite du tunnel de Mallet. (Projection sur la base.)

Lors du percement du tunnel de Mallet à Talizat, un puits de sondage a été exécuté en pleine Planèze, sur une profondeur de 70 mètres, il n'a rencontré que du basalte. Il en a été retiré une quantité considérable de magnifiques échantillons d'aragonite, accompagnée de calcite en mamelons cristallins.

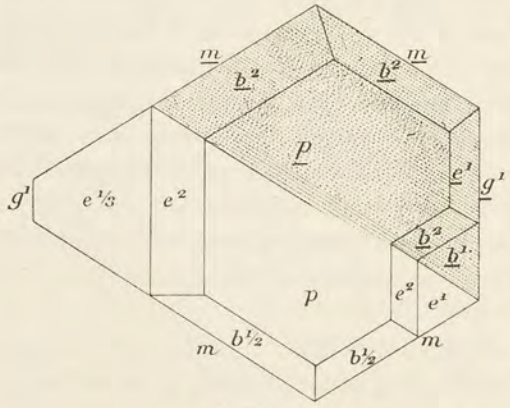


Fig. 39.
Aragonite du tunnel de Mallet. Macle binaire. (Projection sur la base.)

L'aragonite se présentait d'ordinaire en grosses baguettes bacillaires de plusieurs centimètres, mais on y a aussi rencontré des géodes de petits cristaux parfaitement limpides et riches en faces. Ils sont généralement aplatis, tantôt parallèlement à g^1 (010), et tantôt suivant une face m (110), les macles suivant m sont fréquentes, tantôt binaires (fig. 39), tantôt polysynthétiques (fig. 40). Ces cristaux ont été étudiés par M. Gonnard, sous le nom d'aragonite du tunnel de Neussargues (*B.S.M.* XIV,

183. 1891. et XVI 10.1893). Les figures 37 à 40 sont empruntées à son mémoire ; elles représentent les principales combinaisons constituées par les formes suivantes : m (110), g^1 (010), p (001), e^2 (012), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021), $e^{7/24}$ (0.24.7), $e^{3/13}$ (0.13.3), $e^{1/3}$ (031), b^2 (114), $b^{1/2}$ (111), $b^{1/3}$ (332), e_3 (121). Cette aragonite est quelquefois recouverte de petits rhomboèdres de sidérite. Ces cristaux d'aragonite sont, avec ceux de Framont, les plus riches en forme de ceux étudiés dans ce livre.

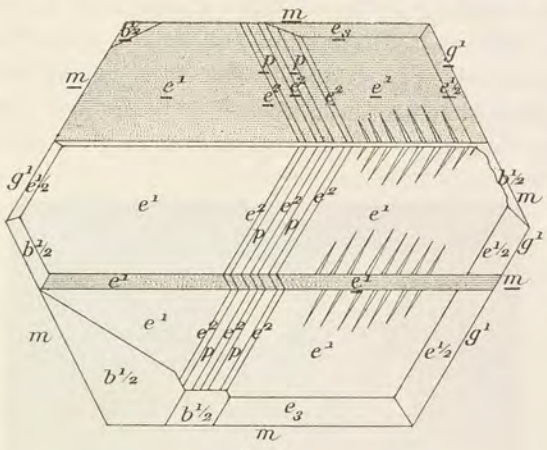


Fig. 40.
Aragonite du tunnel de Mallet. Macle polysynthétique.
(Projection sur la base.)

Dans le basalte de la cascade de Sailhans près Saint-Flour, se rencontre de l'aragonite concrétionnée, à fibres très serrées, englobant de la barytine blanche laminaire.

Puy-de-Dôme. L'aragonite est abondante dans les cavités des basaltes du Puy-de-Dôme, mais elle ne s'y présente que rarement [Puy de Marman, avec calcite jaune-citron concrétionnée fibreuse, Montaudou (cristaux implantés sur rhomboèdrees b^1 de calcite)], sous la forme de gros cristaux semblables à ceux du Cantal et de la Haute-Loire ; elle y forme le plus souvent de petites masses aciculaires, qui ont été prises souvent pour de la mésotype ; les formes en sont généralement indéterminables. On peut citer notamment les gisements suivants : Parentignat, Puy de Marman (avec mésotype), les Côtes et Chanturgues (avec christianite), le cap de Prudelles (avec christianite, apophyllite, calcite), les environs de Murols au voisinage du lac Chambon, le puy de Louchadières (dans labradorite), Gergovia (en aiguilles et en masses fibreuses concrétionnées) ; l'aragonite de ce dernier gisement est très anciennement connue, elle a été

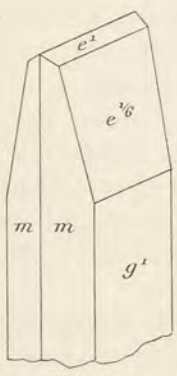


Fig. 41.
Aragonite
de Montaudou.

observée par Pasumot en 1776 (*in* Faujas de Saint-Fond. *Rech. sur les volcans éteints*, 1778, p. 211), qui la cite aussi à Volvic.

On a vu page 683 que les pépérites[1] de la Limagne sont fréquemment traversées par des veinules d'aragonite fibreuse. Exceptionnellement, on trouve à Montaudou soit dans les pépérites, soit dans le basalte, d'assez beaux cristaux drusiques atteignant généralement 4 cm. Ils sont généralement dépourvus de pointements déterminables par suite de leur enchevêtrement ; tantôt m et g^1 sont également développés et tantôt cette dernière forme domine. J'ai trouvé cependant quelques cristaux plus distincts, terminés par des facettes e^1 très brillantes, mais petites et des faces $e^{1/6}$ (061), larges (fig. 41) mais ondulées, oscillant à la fois vers $e^{1/7}$ (071) et $e^{1/5}$ (051).

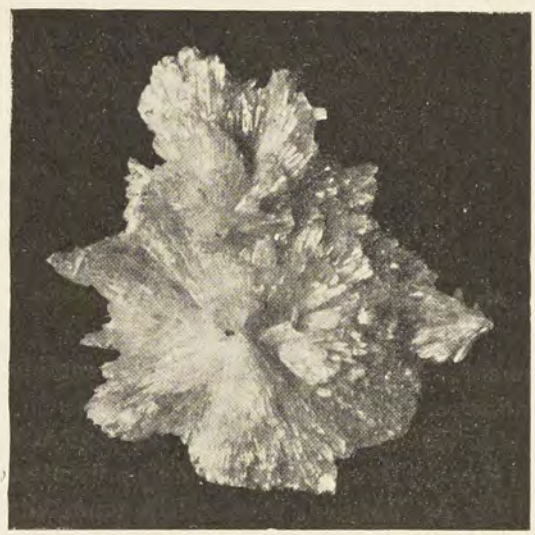


Fig. 42.
Rosette de cristaux aciculaires d'aragonite de Saint-Denis (*Réunion*). (*Photographie un peu réduite.*)

Réunion. — L'aragonite est très abondante dans les basaltes de la Réunion. La forme la plus fréquente paraît être la variété aciculaire, qui forme quelquefois des rosettes d'aiguilles transparentes ($m\ g^1\ e^1\ e^{1/2}\ e_3$), dont la figure 42 représente un exemplaire provenant des environs de Saint-Denis. Des échantillons analogues ont été trouvés dans la rivière des Remparts, dans celle des Avirons.

La collection du Muséum renferme une grosse macle hexagonale basée (10 cm. $\times$ 5 cm.), blanche, opaque, très roulée, provenant de la rivière du Mat : elle a été rapportée en 1838 par l'expédition de la Bonite.

1. Lucas a signalé (*Tabl. méthod. esp. minér.*, 1813, p. 3) l'existence d'aragonite semblable à celle de Vertaizon, dans une brèche basaltique à 2 km. de Tulle (*Corrèze*) sur la route de Brive-la-Gaillarde. Il y a là une méprise de gisement, aucun basalte ne se trouvant dans cette région.

J'ai examiné enfin un échantillon d'aragonite bacillaire blanche provenant de la même rivière ; il est en voie de paramorphose en calcite de même couleur.

b) *Dans les andésites.*

L'aragonite est incomparablement plus rare dans les andésites françaises que dans les basaltes, bien que ces roches renferment souvent des cristaux de calcite. Je n'ai du reste à signaler qu'un seul gisement intéressant dans cette catégorie de roches.

Plateau central. — *Cantal.* Une ancienne carrière ouverte au voisinage de la gare du Lioran m'a fourni, en outre des nombreuses enclaves énallogènes que j'ai décrites, il y a quelques années, des masses bacillaires d'une aragonite, possédant une jolie teinte rosée ; je n'y ai pas trouvé de cristaux à faces déterminables.

Des paramorphoses d'aragonite en calcite ont été signalées non loin de ce gisement par Des Cloizeaux (*op. cit.* II, 96), dans la brèche andésitique, entre Thiézac et Vic-sur-Cère.

WITHÉRITE

$BaCO^3$

Orthorhombique : $mm = 117°48'$ (Dx.)

$b : h = 1000 : 625{,}273.$ $D = 856{,}267.$ $d = 516{,}533.$

$[a : b : c = 0{,}6032 : 1 : 0{,}7302.]$

Macles. Comme l'aragonite.

Faciès. La withérite présente d'une façon constante les macles suivant m (110) répétées, conduisant à des pyramides pseudohexagonales, basées ou non. Ce minéral est aussi connu en masses tuberculeuses, botroydales, et enfin en masses columnaires ou bacillaires ; c'est sous cette dernière forme qu'il se rencontre dans l'unique gisement décrit plus loin.

Clivages. Clivages g^1 (010) distincts, très visibles dans les masses fibreuses, traces suivant m (110) et $e^{1/2}$ (021). Cassure inégale.

Dureté. 3 à 3, 5.

Densité. 4,29 à 4,35. 4,277 (Damour).

Coloration et éclat. Couleur blanche, souvent jaunâtre, grise. Éclat vitreux passant au résineux dans la cassure. Poussière blanche. Transparente, plus souvent translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèles à g^1 (001), bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), normale à p. Dispersion très faible, $\rho > v$.

$$\mathbf{n}_g = 1{,}677 \text{ (Mallard)}$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}676$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}529$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}148$$
$$2E = 26°24' \text{ et } 2V = 15°41'$$

Composition chimique. La formule $BaCO^3$ correspond à la composition suivante :

CO^2.....	22,3
BaO.....	77,7
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond facilement en un émail blanc à réaction alcaline. Sur le charbon, avec le carbonate de sodium, fond, puis est absorbé par le charbon. Soluble avec effervescence dans l'acide chlorhydrique ; si l'acide est concentré, il se dépose du $BaCl^2$, se dissolvant par addition d'eau ; la liqueur donne les réactions du baryum avec l'acide sulfurique. Humectée d'acide chlorhydrique, colore la flamme du chalumeau en vert livide. La recherche des traces de strontium peut être faite au spectroscope par le procédé de Gramont.

Altérations. La withérite se transforme parfois en barytine.

Diagnostic. La withérite se distingue aisément de l'aragonite et des autres carbonates blancs fibreux par sa densité élevée et par la coloration qu'elle donne à la flamme.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau central. — *Cantal.* La withérite a été signalée par Baudin (*Ann. d'Auvergne.* XVI. 1842), dans le filon de galène du château de Thinières en Beaulieu. L'épaisseur de ce filon, encaissé dans le granite, varie de quelques décimètres à deux mètres de puissance. Il est essentiellement constitué par de la barytine lamellaire, au milieu de laquelle la withérite forme de petites masses associées à du quartz,

de la sidérite. Baudin rapporte qu'en 1842, on a extrait quelques centaines de kilogrammes de ce minéral, avec lesquels ont été faits à Clermont des essais pour la fabrication du cristal et des sels de baryum.

L'échantillon de cette withérite que j'ai étudié est constitué par une masse fibrolamellaire jaunâtre, translucide sous une faible épaisseur, offrant la plus grande analogie avec la withérite du Northumberland ; l'extrémité des fibres, qui mesurent 6 centimètres de longueur, supporte de la barytine.

Les travaux de Thinières ont été abandonnés depuis longtemps. Les recherches que j'ai fait faire sur les haldes de l'ancienne exploitation n'ont fourni que de la barytine.

Haute-Loire. Dorlhac a signalé (*Etud. sur filons baryt. et plomb. envir. Brioude.* 1862. 148) de petites veines de barytine et de withérite (avec barytocalcite) dans le houiller de Lamothe (dans une galerie : 200 m. de profondeur) et dans quelques filons de barytine des environs de Brioude (notamment dans ceux d'Aurouze).

STRONTIANITE

$SrCO^3$

Orthorhombique : $mm = 117°18'$.

$b : h = 1000 : 618{,}251$. D $= 854{,}08$. $d = 520{,}14$ (Dx).

$[a : b : c = 0{,}60901 : 1 : 0{,}72388.]$

Macles. Mêmes macles que dans l'aragonite. Comme dans les variétés aciculaires de celle-ci, ces macles se produisent généralement par répétition suivant une même face m (110).

Faciès. La strontianite présente une grande analogie avec l'aragonite aciculaire ; ses aiguilles sont terminées fréquemment par une pyramide et un brachydôme très aigu, souvent indéterminable ; elle forme aussi des masses fibreuses, concrétionnées ou grenues.

Clivages. Clivages m (110) presque parfaits, assez faciles suivant $e^{1/2}$ (021) ; traces suivant g^1. Cassure inégale.

Dureté. 3, 5 à 4. Fragile.

Densité. 3,68 à 3,71.

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune, vert-asperge ou vert-pomme. Poussière blanche.

Éclat vitreux passant au résineux dans la cassure. Transparente à translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèles à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) normale à p (001). Dispersion faible $\rho < v$.

$$\mathbf{n}_g = 1{,}666 \text{ (Na) (Buchrucker)}$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}664$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}515$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}151$$
$$2E = 10°36' \text{ et } 2V = 6°22'.$$

Composition chimique. — La formule $SrCO^3$ correspond à la composition centésimale suivante, dans laquelle une petite quantité de strontium est quelquefois remplacée par du calcium.

CO^2.....	29,9
SrO.....	70,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, gonfle, devient incandescente et colore la flamme en rouge pourpre, en laissant une masse alcaline, blanche, difficilement fusible.

Soluble avec effervescence dans les acides. Le résultat de l'attaque par l'acide azotique, évaporé à sec et humecté d'alcool, colore la flamme de celui-ci en rouge pourpre. La solution précipite par l'acide sulfurique.

Altérations. La strontianite se rencontre transformée en célestite.

Diagnostic. La strontianite se distingue de la withérite et de l'aragonite par sa densité et par les réactions pyrognostiques dues au strontium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La strontianite se rencontre surtout dans des gisements métallifères.

Tunisie. — M. Termier m'a communiqué des échantillons de strontianite, provenant des fissures des calcaires éocènes de Sidi-bou-Krime, qui recouvrent les argiles minéralisées (en blende et galène) du trias. Ils consistent en groupements aciculaires terminés par des pointements indéterminables et en masses fibreuses; ils sont intimement associés à de la célestite.

Gisements inexactement signalés.

La strontianite a été signalée dans les gisements suivants, que je considère comme n'ayant pas d'existence réelle.

Bassin de Paris.. — *Seine*. M. Jannettaz a décrit (*B. S. G.* XXIX 41. 1871) un carbonate de calcium et de strontium, qui renfermerait 20 % de carbonate de strontium et formerait de petits lits dans les argiles montiennes, supportant l'argile plastique sparnacienne du Parc d'Issy près Paris ; depuis cette observation, ces marnes sont parfois appelées marnes strontianifères. Il résulte d'essais nombreux faits sur les échantillons originaux de la collection du Muséum que ceux-ci ne contiennent pas de strontium. M. de Gramont a bien voulu y rechercher cette substance à l'aide de son délicat procédé spectroscopique et n'a également obtenu que des résultats négatifs. Peut-être cette méprise peut-elle s'expliquer par la présence d'un peu de célestite dans des échantillons jadis analysés par M. Jannettaz ? Ce minéral a été rencontré en effet à de nombreux niveaux du crétacé et du tertiaire parisien et notamment dans le montien.

Blum a signalé (*Pseudom.* I. 315. 1843), d'après Beudant, l'existence à Montmartre de pseudomorphoses de gypse en strontianite ; dans le passage cité de Beudant (*Tr. Minér.* II. 1832. 464), on constate qu'il y est question non de strontianite, mais de célestite.

Plateau central. — C'est certainement une semblable confusion de nom qui a dû faire signaler des filons de strontianite dans le *Gard*, l'*Ardèche* et la *Lozère*, sans indication précise (Fuchs et de Launay, *Traité gîtes minéraux*. I. 585, 1893).

CÉRUSITE

$PbCO^3$

Orthorhombique : $mm = 117°14'$

$b : h : = 1000 : 617{,}166$. D $= 853{,}626$. $d = 520{,}885$.

[$a : b : c = 0{,}60997 : 1 : 0{,}72300$. Kokscharoff.]

Formes observées. — p (001) ; m (110), h^1 (100), g^1 (010), g^2 (130), g^4 (350) ; a^2 (102), $a^{2/3}$ (302), $a^{1/2}$ (201) ;

e^2 (012), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021), $e^{1/3}$ (031), $e^{1/4}$ (041), $e^{1/5}$ (051), $e^{1/7}$ (071) ;

b^2 (114), $b^{3/2}$ (113), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111) ;

$a_3 = (b^1\, b^{1/3}\, h^1)$ (211) ; $e_3 = (b^1\, b^{1/3}\, g^1)$ (121) ; $e_{1/2} = (b^1\, b^{1/2} g^{1/2})$ (134) ;

$\varphi = (b^{1/2}\, b^{1/4}\, g^1)$ (131) ; $e_4 = (b^1\, b^{1/4}\, g^1)$ (352).

Macles (1). 1° Macle très fréquente suivant m (110), se produisant soit par accolement, soit par pénétration : cette macle est souvent polysynthétique.

Elle donne parfois des groupements pseudohexagonaux d'un petit nombre d'individus rappelant ceux de l'aragonite de Bilin (fig. 2, 6, 10 à 13) ; lorsque la macle se fait suivant des faces m non parallèles, le groupement prend la forme de roue ou d'éventail très caractéristique, par suite de la grande importance des angles rentrants ; les édifices fermés dans le genre de l'argonite des Landes sont beaucoup plus rares. Les faces g^1 $\underline{g^1}$ font entre elles un angle de 117°13′.

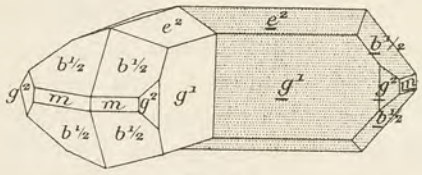


Fig. 1.
Cérusite.
Macle suivant m de cristaux du type III (2).

2° Macle suivant g^2 (130), souvent binaire, donnant alors un assemblage en forme de cœur à pointe aiguë (fig. 3). Les faces g^1 $\underline{g^1}$ font entre elles un angle de 57°18′.

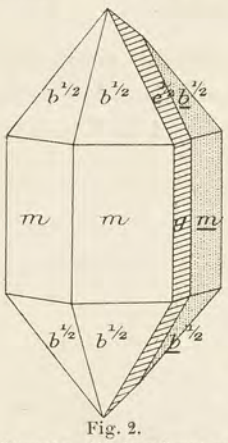


Fig. 2.
Cérusite. Macle suivant m polysynthétique de cristaux du type I.

Ces diverses macles constituent souvent des groupements réticulés d'une grande élégance (fig. 40 et 41).

Les angles suivants ont été mesurés par M. Gonnard sur des cristaux de Pontgibaud (G), de la Pacaudière (G′) ; par M. Miers, sur ceux de la Croix-aux-Mines (M) ou par moi-même (Lx) sur la cérusite de la Nouvelle-Calédonie, du Djebel Ressas, du Congo.

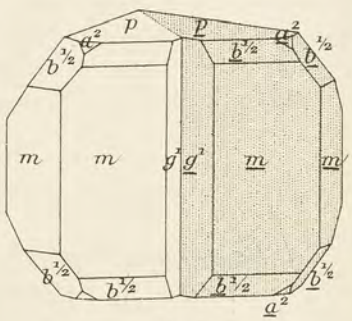


Fig. 3.
Cérusite. Macle suivant g^2 (130).

1. Les anciens auteurs français (Lévy, Dufrénoy, Delafosse) ont pris un axe vertical d'une longueur différente ; leur $a^4 = a^2$ adopté ici, leur $e^1 = e^{1/2}$, leur $b^1 = b^{1/2}$, etc.

2. Les figures 1 à 9 et les figures 22 et 34 représentent des combinaisons communes en général et dans les gisements français en particulier ; elles sont empruntées à la monographie de la cérusite de Monteponi de M. Artini.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	117°14′	117°9′(G′) 12′ à 21′ (G)
mh^1	148°37′	148°27′ à 37′(G′)35′(Lx)
mg^4	165°55′	
mg^2	105° 2′	150° 4′ (G′)
mg^1	121°23′	
g^2g^1	151°21′	151°16′à 22′(G′) 22′(Lx)
g^2h^1	118°59′	118°24′ (G′), 35′ (G)
g^2g^2 s. h^1	57°18′	
pa^4	163°30′	
a^4a^4 s. h^1	33° 0′	
pa^2	149°21′	149°19′ (Lx)
a^2a^2 s. h^1	61°18′	
pa^1	130° 9′	130° 7′ (Lx)
a^1a^1 s. h^1	99°42′	
$pa^{2/3}$	119°22′	
$a^{2/3}a^{2/3}$	121°27′	120°50′ (Lx)
$h^1a^{2/3}$	150°39′	150°36′ (Lx)
$a^{2/3}a^2$	150° 1′	150° 4′ (Lx)
$pa^{1/2}$	157° 8′	
$a^{1/2}a^{1/2}$ s. h^1	134°15′	
pe^2	160° 8′	160° 5′ (Lx)
e^2e^2 s. p.	140°16′	140°13′ (G′), 15′ (Lx)
e^2g^1	109°53′	109°54′ (G′), 55′ (Lx)
pe^1	144° 8′	144°10′ (Lx)
e^1e^1 s. p	108°16′	108°17′ (G′)
e^1g^1	125°52′	125°55′ (G′), 51′ (Lx)
$pe^{1/2}$	124°40′	124°37′ (Lx)
$e^{1/2}e^{1/2}$ s. p	69°20′	69°18′
$e^{1/2}g^1$	145°20′	145°20′ (G), 18′ (Lx)
$pe^{1/3}$	114°45′	
$e^{1/3}e^{1/3}$ s. p	49°30′	
$e^{1/3}g^1$	115°15′	155°12′ (Lx)
$pe^{1/4}$	109° 5′	
$e^{1/4}e^{1/4}$ s. p	38°10′	
$e^{1/4}g^1$	160°55′	
$pe^{1/5}$	105°28′	105°25′ (Lx)
$e^{1/5}e^{1/5}$ s. p	30°56′	
$e^{1/5}g^1$	164°32′	
$pe^{1/7}$	101°11′	
$e^{1/7}e^{1/7}$	157°40′	
$e^{1/7}g^1$	168°50′	168°49′ (Lx)
pb^2	160°52′	
b^2b^2 s. m	38°16′	
$pb^{3/2}$	135°10′	
$b^{3/2}b^{3/2}$	49°40′	
pb^1	145°14′	
b^1m	124°46′	124°42 (Lx)
b^1b^1 s. m	69°32′	
$pb^{1/2}$	125°46′	
$b^{1/2}m$	144°14′	144°19′ (G), 10′ (Lx)
$b^{1/2}b^{1/2}$ s. m	108°28′	108°15′
a_3a_3 s. p	43°58′	
e_4e_4 s. p	43° 3′	
e_3e_3 s. p	56°18′	
$e_{1/2}e_{1/2}$ s. p	116°35′	
$\varphi\varphi$ s. p	44° 3′	
h^1e_3	123°59′	
$h^1e^{1/2}$	90°	
e^3e^3 s. $e^{1/2}$	112° 2′	
h^1a_3	152°30′	
$h^1b^{1/2}$	133°51′	133°39′ (G′)
h^1e^1	90°	
a_3a_3 côté	55° 0′	
$b^{1/2}b^{1/2}$ s. e^1	92°18′	92°17′ (Lx)
$a_3b^{1/2}$	161°21′	
$h^1e_{1/2}$	103°10′	103°32′ (M)
h^1b^1	119° 8′	
h^1e^1	90°	
b^1b^1 s. e^2	121°44′	
b^1e^2	150°52′	151° 8′ (Lx)
$h^1b^{3/2}$	111° 1′	
$b^{3/2}b^{3/2}$ côté	137°58′	
h^1b^2	106°15′	
b^2b^2 côté	147°30′	
g^1a^3	105°42′	
a_3a_3 av.	148°36′	
g^1e^3	133° 0′	132°53′ (G′), 58′ (Lx)
$g^1b^{1/2}$	115° 0′	114°51′ (G′), 59° (Lx)
g^1a^1	90°	
e_3e_3 av.	94° 0′	94° 6′ (G′), 4′ (Lx)
$b^{1/2}b^{1/2}$ av.	130° 0′	129°53′(G et G′),130°(Lx)
$b^{1/2}a^1$	155° 0′	155°2′ (Lx)
e^3 $b^{1/2}$	162° 0′	161°56′ (G′) 162°1′ (Lx)
g^1b^1	107°16′	
a^2g^1	90°	
b^1a^2	162°44′	162°42′ (G′)
b^1b^1 s. a^1	145°28′	

	Angles calculés.	mesurés.
$g^1b^{3/2}$	102°38′	
$b^{3/2}b^{3/2}$ s. a^3	154°44′	
$g^1e_{1/2}$	117°28′	117° 5′
g^1b^2	99°50′	
b^2b^2 av.	160°20′	
$me^{1/3}$ adj.	118°13′	
$mb^{1/2}$	111°48′	
$me^{1/2}$ s. $b^{1/2}$	64°38′	
$b^{1/2}e^{1/2}$	132°50′	132°57′ (G)
ma_3 adj.	153°55′	
mb^1 s. a_3	105° 8′	
me^1 s. b^1	72°14′	
me_3 adj.	146°20′	
me^1 adj.	107°46′	
e^1b^1 adj.	147° 6′	
$me^{3/2}$ adj.	103° 4′	
ma^2 adj.	115°48′	
a^2e^2 adj.	144° 0′	143°57′ à 144°10′ (G′)
mb^2 s. a^2	98°38′	
me^2 s. b^2	79°48′	
$b^{1/2}g^2$	134°40′	
e_4g^2	153°29′	152°30′ (M)
$e_4b^{1/2}$	161°11′	
g^2e_3	150° 3′	149°55′ (G′)
g^2b^1 s. e_3	119°36′	119°43′ (G′)

	Angles calculés.	mesurés
g^2e^1 adj.	120°36′	
$e_3\,g^2$	149°33′	149°45′ (G′)
$a^2b^{1/2}$	148°52′	148°50′ (G′)
a^2e^1	134°12′	134°13′ (G′)
$b^{1/2}e_2$	133°53′	133°43′ (G)

macle suivant m

g^1m	175°50′	
$h^1\overline{m}$	94° 9′	94°4 ′
$h^1\overline{g^1}$	152°31′	152°44′
mm	125°33′	125°25′
$g^1\overline{g^1}$	117°13′	117°17′
$e^2\overline{e^2}$	159°36′	159°32′
$e^{1/2}\overline{b^{1/2}}$	176°27′	176°35′
$b^{1/2}\overline{b^{1/2}}$	136°26′	136°29′

macle suivant g^2

mm	174°32′	
$g^1\overline{g^1}$	57°18′	
mg^1	178°40′	
$h^1\overline{g^2}$	175°57′	
$e^1\overline{e^1}$	118° 7′	
$b^{1/2}b^{1/2}$	175°34′	

Formes et faciès. Les cristaux sont variés de forme et peuvent être

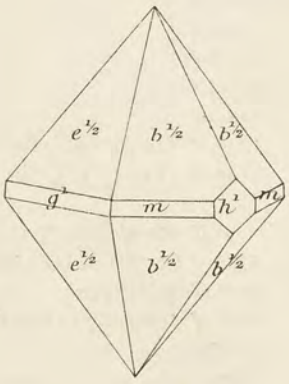


Fig. 4.
Cérusite. Type I.
Forme commune.

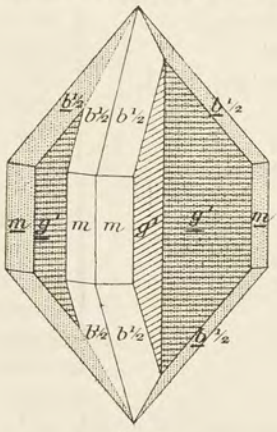


Fig. 5.
Cérusite. Type I. Macle suivant *m* (110) avec angles rentrants très développés.

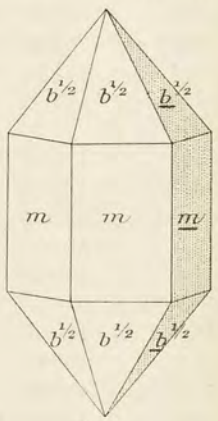


Fig 6.
Cérusite. Type I. Macle suivant *m* (110).

rapportés aux trois types suivants, entre lesquels d'ailleurs on observe tous les passages possibles.

Type I. Prédominance de $b^{1/2}$ (111) et de $e^{1/2}$ (021), présentant généralement un égal développement; ces formes sont souvent associées à m et à g^1 (fig. 4). Les cristaux ressemblent à ceux de quartz, qu'ils soient réduits à une double pyramide, ou qu'ils soient allongés suivant

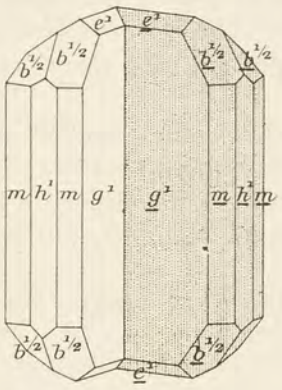


Fig. 7.
Cérusite. Type II. Macle suivant m (110).

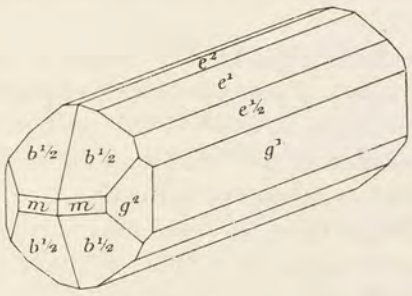


Fig. 8.
Cérusite. Type III.

l'axe vertical, quand les faces prismatiques prédominent. Les macles suivant m sont fréquentes; elles conduisent aussi à un type à faciès quartzoïde (fig. 6), quand les cristaux élémentaires présentent $b^{1/2}$ comme formes prédominantes.

Type II. Cristaux allongés suivant l'axe vertical. On peut distinguer deux variétés de ce type, suivant que les cristaux sont ou ne sont pas aplatis suivant g^1 (fig. 27); dans le premier cas, les macles en roue suivant m sont extrêmement fréquentes (fig. 7); dans le second, les macles prennent plutôt l'apparence de celles de l'aragonite de Bilin.

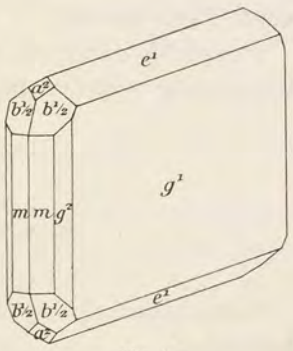


Fig. 9.
Cérusite. Type III.

Type III. Cristaux allongés suivant l'arête $p\,g^1$ (fig. 8); ils sont, eux aussi, souvent aplatis suivant g^1 (fig. 9); quand cette face est peu développée ou n'existe pas (fig. 35), ce sont des dômes de symboles variés qui donnent leur physionomie aux cristaux. Les macles binaires ou polysynthétiques suivant m sont très fréquentes dans ce type.

Les cristaux des types II et III présentent des apparences très variées, suivant que ce sont les faces m ou $b^{1/2}$ qui prédominent.

Les deux macles m et g^2 se réunissent souvent pour former des assemblages réticulés.

Dans les gisements, qui vont être étudiés plus loin, lorsqu'on observe deux générations de cristaux ayant des formes différentes, ceux des types II et III sont généralement plus récents que ceux du type I.

Les faces g^1 (010) et les dômes e^x sont striés parallèlement à l'arête de zone pg^1 ; g^1 porte en outre quelquefois de fines stries parallèles à l'axe vertical. Les faces $b^{1/2}$ (111) sont parfois striées parallèlement à leur intersection avec $e^{1/2}$ (021) ou avec m (110). Enfin, les faces p (001) sont souvent rugueuses ou arrondies.

Clivage. Clivages assez nets suivant m (110) et $e^{1/2}$ (021) ; à peine indiqués suivant g^1 (010) et e^2 (012).

Dureté. 3 à 3. 5. Très fragile.

Densité. 6, 57.

Coloration et éclat. Blanche, grise, gris noir, noire, plus rarement teintée en bleu ou en vert par de l'oxyde de cuivre. Poussière incolore.

Éclat adamantin ou résineux, métallique dans les cristaux noirs. Transparente à translucide.

Le *plomb noir* des anciens auteurs est de la cérusite, qui doit sa couleur à des sulfures de plomb et d'argent, parfois à de l'oxyde de cuivre, très divisés.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1. Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), normale à p. Forte dispersion $\rho > v$.

$$\begin{aligned} \mathbf{n}_g &= 2,0780.\ \text{D (Schrauf)} \\ \mathbf{n}_m &= 2,0763 \\ \mathbf{n}_p &= 1,8037 \\ \mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p &= 0,2743 \\ 2\,E &= 17^\circ\,8' \text{ et } 2\,V = 8^\circ\,14' \end{aligned}$$

Composition chimique. La formule $PbCO^3$ conduit à la composition suivante :

CO^2	16, 5
PbO	83, 5
	100, 0

L'*iglésiasite* est une variété zincifère La cérusite incolore n'est que

rarement argentifère ; par contre, les variétés noires ont souvent une teneur élevée en argent. Fournet a montré autrefois que celles-ci sont colorées par un sulfure, toujours plus argentifère que la galène des mêmes localités (*Ann. Auvergne.* 1832 et *Ann. Mines.* III. 522, 1833).

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, décrépite violemment, se dissocie, jaunit, puis, à haute température, devient rouge sombre, pour redevenir jaune par refroidissement.

Très facilement fusible au chalumeau : donne sur le charbon avec le feu réducteur, un globule de plomb malléable.

Soluble avec effervescence dans l'acide azotique étendu ; dans l'acide concentré, donne une masse cristalline, blanche, d'azotate soluble dans l'eau.

Altérations. La cérusite est quelquefois épigénisée en minium, en galène, en pyromorphite (voir à ce dernier minéral).

Diagnostic. La cérusite se distingue de l'anglésite, orthorhombique comme elle, par sa facile dissolution avec effervescence dans l'acide azotique, par son éclat plus adamantin, par sa très haute biréfringence, comparée à la faible biréfringence du sulfate. Ce dernier caractère permet de reconnaître immédiatement l'un de l'autre ces deux minéraux, quand ils sont associés en très petits cristaux. Le diagnostic avec la phosgénite se fait d'après la forme quadratique de ce dernier minéral et sa facile attaque par l'eau.

L'éclat adamantin et les réactions du plomb, joints à la densité, permettent aisément de distinguer la cérusite des carbonates avec lesquels elle est isomorphe.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cérusite est par excellence le minéral résultant de la décomposition de la galène ; aussi se trouve-t-elle, sans exception, aux affleurements de tous les gisements signalés dans le tome II, au cours de la description de ce sulfure.

Tantôt la cérusite épigénise la galène en donnant des masses cristallines ou compactes quelquefois terreuses, mélangées de diverses impuretés (plomb noir) — Fournet a jadis étudié (*op. cit.*) le mécanisme de cette oxydation de la galène sur le minerai boccardé accumulé sur les haldes des mines —, tantôt elle se présente en beaux cristaux dru-

siques. Je ne m'occuperai que des gisements fournissant ces derniers et encore parmi ceux-ci, suis-je obligé de faire un choix, afin de ne pas allonger outre mesure la liste des gisements.

Je considérerai la cérusite :

1° dans les gisements métallifères.

2° dans les produits d'oxydation de substances artificielles plombifères.

1° Dans les gisements métallifères

Je distinguerai les gisements filoniens des gîtes calaminaires, à cause des associations minéralogiques spéciales à chacun d'entre eux, mais en réalité, dans les uns comme dans les autres, la cérusite résulte des mêmes réactions.

a) *dans les filons plombifères.*

Bretagne. — *Finistère.* Les filons de Poullaouen et de Huelgoat ont été célèbres, dès la fin du XVIIIe siècle, par leurs cristaux de cérusite. Monnet a décrit (*Nouv. Syst. de Minér.* 1779, 379) une masse composée de longs prismes divergents de ce minéral et ne pesant pas moins de 10 kgs. Romé de l'Isle en a fait mention (*Cristal-*

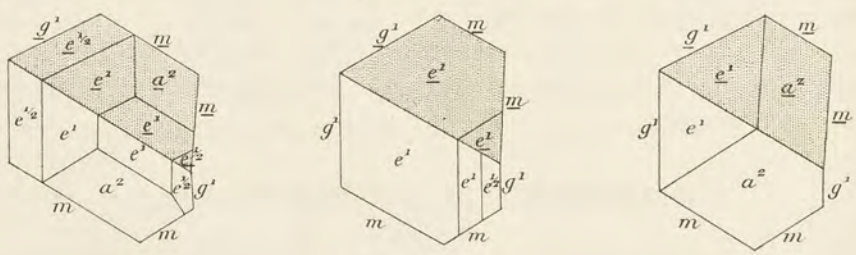


Fig. 10 à 12.
Cérusite de Poullaouen.
Projection sur la base de macles binaires suivant *m* (110).

lographie, III. 380, 1783). Depuis lors, ces gisements ont été indiqués dans tous les Traités de Minéralogie. Haüy (*op. cit.* II. 480) a cité notamment des combinaisons $m\ e^{1/2}$; $m\ g^1\ e^{1/2}\ b^{1/2}$; c'est d'après leurs cristaux qu'il a donné la première description de la macle suivant *m* de la cérusite.

J'ai examiné un assez grand nombre de cristaux provenant de

vieilles collections. Ceux de Poullaouen sont bruns, ils atteignent 1 cm., et appartiennent au type II ; m et g^1 sont également développés, l'allongement est faible suivant l'axe c. Ils sont terminés par a^2 (102), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021). Ils sont généralement constitués par deux ou trois individus, maclés suivant une même face m, à la façon de l'aragonite de Bilin ; les divers individus constituant ces macles n'ont pas toujours les mêmes faces terminales. Ces cristaux sont implantés sur de la galène ou de la sidérite limonitisée et offrent la plus grande analogie d'aspect avec quelques-uns de ceux de la Croix-aux-Mines.

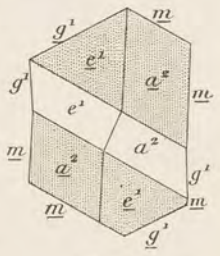


Fig. 13.
Cérusite de Poullaouen. Projection sur la base de la macle polysynthétique suivant m.

Les cristaux de Huelgoat sont plus variés de formes. La collection du Muséum possède depuis 1840 de beaux groupes de cristaux du type I (mg^1 $b^{1/2}$, avec ou sans $e^{1/2}$) plus allongés encore suivant l'axe vertical que les figures 2, 5 et 6, (3 cm. 2 mm). Ils sont d'un blanc laiteux, très cannelés suivant l'axe vertical par suite de la multiplicité des macles répétées suivant m ; ils passent à des baguettes fibreuses. Dans certains échantillons, des groupes de semblables cristaux ont été recouverts par de la pyromorphite brune mamelonnée, puis ont disparu, laissant des cavités creuses. Ces pseudomorphoses sont recouvertes par des cristaux intacts de cérusite (voir la figure donnée à *pyromorphite*).

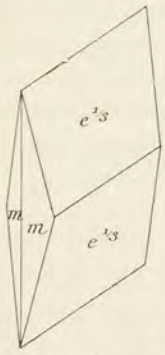


Fig. 14.
Cérusite de Huelgoat.

Il existe aussi des cristaux des types II et III, très aplatis suivant g^1 ; ils présentent la combinaison m $b^{1/2}$ (l'une ou l'autre des formes dominant), avec souvent encore e^1 $e^{1/2}$ (fig. 1, 7 et 9).

La fig. 14 est empruntée à Dufrénoy, je ne la donne que comme indication. Cet auteur a noté $e^{2/3}$ le clinodôme qui, avec la forme primitive adoptée ici, correspond à $e^{1/3}$, mais, tandis que l'angle p $e^{1/3}$ est de 114° 45′, Dufrénoy donne pour les angles calculés de cette forme avec p 116° 20′, et avec g^1 153° 40′ ; ces nombres sont voisins de ceux de la forme, non encore signalée dans la cérusite, $e^{5/14}$ (0.14. 5) ; comme aucune mesure n'est donnée je n'insiste pas ; il faut retenir seulement l'existence, à Huelgoat, d'une combinaison de m avec un clinodôme très aigu.

Il me reste à signaler de petits cristaux de cérusite du type I, maclés suivant m, qui présentent une coloration bleue plus ou moins intense. J'ai pu m'assurer qu'elle est due à des inclusions de chessylite : ce minéral ne se trouve pas sur l'échantillon en cristaux indépendants : il a toujours servi de support à ceux de cérusite. Il n'existe aucune relation d'orientation entre les deux carbonates.

Le filon de Saint-Maudez, près Baud, a fourni quelques beaux cristaux du type III à formes communes (fig. 9) ; ils sont d'ordinaire aplatis suivant g^1 et plus rarement ne présentent que e^1 et $e^{1/2}$ dans la zone d'allongement.

Poitou. — *Deux-Sèvres*. Les filons de galène de Melle ont donné de fort beaux cristaux de cérusite, généralement associés à de la calcite. Ils sont à rapporter soit au type I sans allongement (fig. 4 et 5), soit au type II avec macle du type des figures 10 à 13.

La collection du Muséum possède un très gros cristal isolé (3 cm, 5 $\times$ 3 cm, 5 $\times$ 3 cm, 5) de cérusite brunâtre, provenant du même gisement ; c'est une macle en cœur suivant g^2 (130), avec m et e^1 comme formes dominantes (type de la figure 3). Les faces g^1 et une série de dômes intermédiaires entre cette forme et e^1 sont fortement cannelés ; il existe de petites faces $b^{1/2}$.

Charente. J'ai examiné quelques cristaux de cérusite brune, engagés dans les cavités d'un mélange concrétionné de galène et de blende, provenant d'Alloue ; ils appartiennent au type pyramidal I ($e^1\ b^{1/2}\ g^1$) (fig. 4), avec parfois macles suivant m (fig. 5).

Fournet a jadis étudié (*op. cit.*) la cérusite blanche des Chéronies, exceptionnellement argentifère ; l'argent est soluble dans l'acide acétique.

Pyrénées. — *Ariège*. La cérusite s'est rencontrée autrefois dans la mine de galène de Sentein (Val de Chichoix) en assez grande abondance pour avoir pendant quelque temps constitué le principal minerai exploité. Lors d'une visite que j'ai faite à ce gisement, il y a une quinzaine d'années, j'ai retrouvé quelques restes de ces vieux échantillons. Les uns sont constitués par des aiguilles allongées suivant l'axe vertical, et maclées suivant m (type II), lâchement enchevêtrées ; elles atteignent plusieurs centimètres de longueur et forment des agrégats enveloppés dans une argile ferrugineuse. Les autres échantillons constituent des débris de stalactites (fig. 15), qui devaient avoir plusieurs

décimètres de longueur et qui devaient tapisser des cavités du filon ou se sont peut-être produites dans de vieilles galeries de mines (voir page 717 le gisement de Bleiberg). Elles sont constituées par des fibres, distribuées par faisceaux, qui n'ont souvent pas d'orientation régulière par rapport à la forme contournée de la pièce, mais il existe aussi des échantillons présentant une fibrosité régulière du même genre que celle caractérisant le type commun des stalactites de calcite.

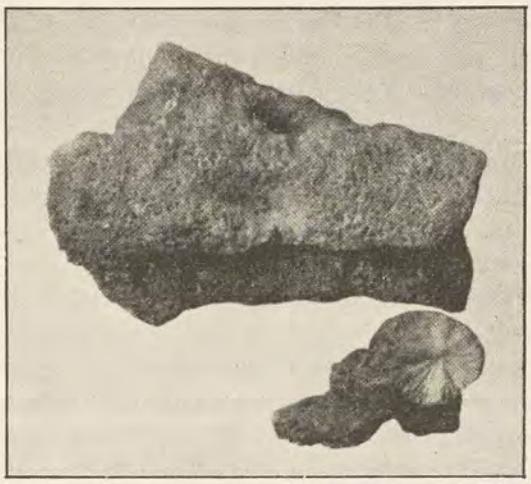


Fig. 15.
Stalactite à structure fibreuse de cérusite de Sentein.
(*Réduction d'un tiers environ.*)

La surface extérieure de ces stalactites est creusée de cavités miarolitiques, dans lesquelles on distingue des facettes cristallines.

Les mines des environs d'Aulus, celle des Argentières et surtout celle de Laquorre, ont fourni, lors de leur exploitation, une grande quantité de cérusite ; je n'ai pu trouver de cristaux mesurables dans aucune ancienne collection, mais seulement des masses bacillaires et de petits cristaux indistincts, épigénisant partiellement de gros cristaux de *lanarkite* ; ils sont associés à de très petites lames de *leadhillite*. La cérusite noire de Laquorre a été jadis étudiée par Fournet (*A. M.* II. 519, 1842).

[*Val d'Aran.*] La mine de Liat (voir à *smithsonite*) fournit de curieux échantillons de cérusite, que m'a récemment remis M. P. Jannettaz ; ils consistent en masses cristallines, formées par l'enchevêtrement de très petites aiguilles, lâchement agrégées ; ils représentent, en très petit, l'un des types décrits plus haut à Sentein, mine qui se trouve sur le versant de la frontière franco-espagnole opposé à celui de Liat.

Cévennes. — *Gard.* Les mines de Saint-Sauveur-lès-Pourcils ont donné à la fin du XVIIIe siècle de fort beaux cristaux de cérusite, décrits

par Romé de l'Isle (*Cristallographie*, II, 382, 1783), mais dont je n'ai pu trouver trace dans aucune collection. Romé de l'Isle cite dans ce gisement les deux variétés du type I ($b^{1/2}\ e^{1/2}$ et $b^{1/2}\ e^{1/2}\ m\ g^1$), avec allongement suivant l'axe vertical.

Plateau Central. — *Ardèche.* La collection du Muséum possède une stalactite de cérusite, très analogue à celle de Sentein ; elle faisait partie de la collection de Romé de l'Isle : elle est indiquée dans le catalogue, comme provenant d'une vieille galerie de mine de Vialas « du temps des Romains ou des Sarrazins ».

Ardèche. La collection de l'École des Mines possède un échantillon étiqueté mine de Chassezac, et constitué par du quartz et de la galène supportant des cristaux de cérusite du type II, très aplatis suivant g^1 et ne présentant guère avec cette forme que m et g^1 ; les macles suivant m sont nombreuses.

Haute-Loire. La cérusite se trouve dans les cavités de la barytine des filons de galène de Mazeyrat-Aurouze ; ses cristaux, d'un jaune brunâtre, appartiennent aux types I (fig. 1 à 5) et III (fig. 9).

De mauvais cristaux de cérusite sont mélangés à la bleiniérite de la mine de la Rodde, à Ally. M. de Brun a signalé le même minéral (*Essai minér. Haute-Loire*, Le Puy, 1902, 86) dans les anciennes exploitations de Chambonnet et de Versilhac près Yssingeaux.

Aveyron. Les filons de galène des environs de Villefranche et notamment celui de la Baume, ont fourni jadis de jolis cristaux de cérusite ; ils sont souvent brunâtres, blancs ou noirs (type II peu allongés, avec groupements des types des figures 10 à 13), ou des macles en roue (fig. 7 à nombreux individus). J'ai observé des échantillons présentant les formes m, g^1, g^2, $b^{1/2}$, $e^{1/2}$, a^2, avec de très petites facettes appartenant probablement à $b^{5/4}$ (225).

Loire. La mine de la Pacaudière a donné, pendant le temps très court de son exploitation, de magnifiques cristaux de cérusite jaune de miel, atteignant jusqu'à 3 cm. Brièvement étudiés par Boissard (*Ann. Soc. Sc. ind. Lyon*, 1871), ils ont été décrits par M. Gonnard (*B. S. M.* XV. 35. 1892). Ils sont associés à de la malachite, de la cuprite, de la limonite et du quartz, dans le chapeau de fer d'un filon renfermant de la galène, de la blende, de la chalcopyrite. Leurs faces sont d'ordinaire très miroitantes. Ils appartiennent au type III, avec fréquent aplatissement suivant g^1 ; la fig. 16 représente la projection sur h^1 d'un cristal présentant la combinaison $m\ g^2\ g^1\ a^2\ e^1\ e^{1/2}\ b^{1/2}$,

dissymétrique par suite du développement exagéré de deux faces $e^{1/2}$ parallèles.

La fig. 17 est la projection d'un cristal plus compliqué, formé par le groupement à axes parallèles de deux individus présentant, en

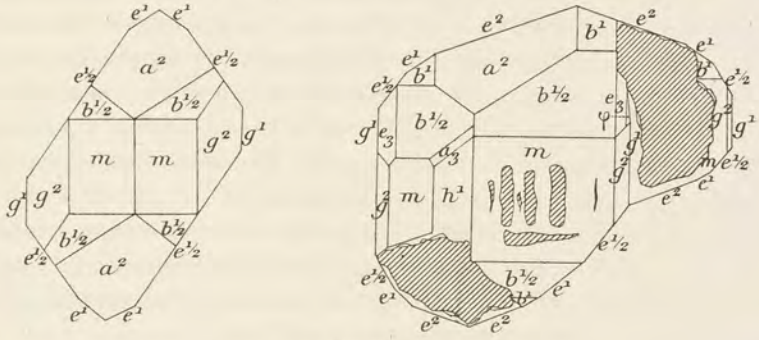


Fig. 16 et 17.
Cérusite de la Pacaudière. Projection sur h^1 (100).

outre des formes données plus haut, h^1, b^1, a_3 (211), e_3 (121) et probablement ϱ (131). D'autres cristaux de ce gisement montrent la forme $b^{3/2}$ (113).

Les cristaux simples dominent, mais il existe cependant quelques macles suivant m ; la fig. 18 représente l'une d'elles constituée par trois individus.

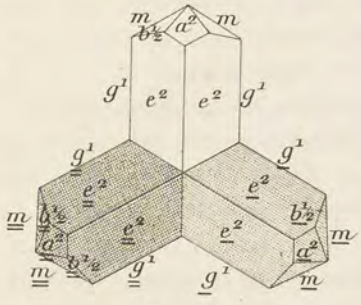


Fig. 18.
Cérusite de la Pacaudière. Macle suivant m (110).

Puy-de-Dôme. Les filons de galène de Pontgibaud, et particulièrement ceux de Roure, étaient riches en magnifiques cristaux de cérusite de forme très caractéristique. Ils sont généralement implantés sur des cristaux de galène, de bournonite ou de quartz et sont parfois associés en outre à de la blende, de la pyrite, de la sidérite, de la barytine ; ils atteignent souvent plus de 2 cm. Ils ont des aspects variés. Les plus grands sont généralement enfumés et possèdent alors un éclat superficiel, métallique. M. Gonnard a publié une étude de ces cristaux (*B. S. M.* XV. 41, 1892), dont j'ai moi-même examiné un grand nombre d'échantillons.

On peut distinguer les variétés suivantes : 1° Type I, avec faces

prismatiques peu développées et macles répétées suivant m presque constantes (fig. 4 et 5).

2° Type III, avec ou sans g^1 ; mais sans aplatissement suivant cette face. Les cristaux simples ont parfois les faces m très développées ; $b^{1/2}$ est absent ou réduit, comme dans la figure 9 ; les cristaux rappellent alors la forme de certaines barytines du Puy-de-Dôme. Dans les macles au contraire, les faces $b^{1/2}$ dominent généralement sur m, comme la figure 8. La fig. 19 est la projection sur h^1 donnée par M. Gonnard d'un cristal présentant la combinaison $e^{1/2}$ $b^{1/2}$ e^2 m h^1 ; il est très dissymétrique par suite du développement de deux faces $e^{1/2}$ parallèles ; cette déformation est fréquente dans les cristaux de ce type sur lesquels on observe souvent aussi a^2 et g^2.

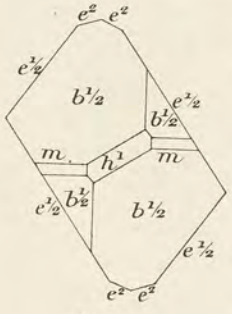


Fig. 19.
Cérusite de Roure.
Projection sur h^1 (100).

A Roure, la face h^1 est généralement petite et terne ; exceptionnellement, elle prend un grand développement dans la combinaison h^1 g^1 e^2 $e^{1/2}$.

Les cristaux maclés de ce type, que la macle soit binaire ou répétée en roue, présentent une particularité fréquente dans la cérusite. Les faces $e^{1/2}$ disparaissent du côté de l'angle rentrant de la macle, alors que g^1 ne s'observe pas du côté opposé du cristal. La figure 20 représente une macle dessinée par M. Gonnard.

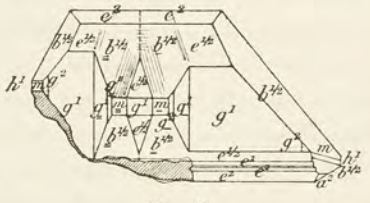


Fig. 20.
Macle de la cérusite de Roure.
Projection sur g^1 (010).

Il me reste enfin à signaler des cristaux ayant le même aspect et la même couleur que les précédents, mais appartenant au type II, avec macle ayant le faciès des figures 10 à 13.

En outre de ces cristaux enfumés, il en existe d'autres, qui sont blancs.

La collection du Muséum possède un échantillon de quartz imprégné de limonite sur lequel sont distribués en grand nombre des cristaux du type I, très allongés suivant l'axe vertical, très maclés suivant m et possédant un éclat soyeux extrêmement vif.

Enfin, on rencontre encore à Roure des cristaux blancs appartenant au type III, avec très grand aplatissement suivant g^1 ; ils présentent

les formes m, e^2, $e^{1/2}$; ils sont généralement de petite taille, et quelquefois associés à ceux du type précédent ; ils sont alors de formation plus récente.

La collection du Muséum renferme un échantillon, dont les cristaux semblablement aplatis suivant g^1, appartiennent au type II ; ils mesurent 3 cm. suivant l'axe vertical ; les macles m sont répétées. Par leur blancheur et leur opacité, ils tranchent sur la couleur enfumée des cristaux plus anciens qui les accompagnent.

Les mines de Roure ont fourni aussi des pseudomorphoses de cérusite en pyromorphite ; ce dernier minéral forme, à la surface du carbonate, un enduit très mince ou limite un vide ayant la forme de la cérusite, quand celle-ci a disparu ; l'intérieur de ces cavités est parfois tapissé de pyromorphite mamelonnée. J'ai vu des échantillons de ce genre associés à des octaèdres de galène, eux-mêmes transformés en cérusite, dont la formation est postérieure à la pseudomorphose en phosphate.

Corrèze. A Chabrignac, j'ai observé de petits cristaux du type II, un peu aplatis suivant g^1 avec m, g^2, e^1, $e^{1/2}$, ils sont souvent maclés suivant m.

Rhône. La cérusite a été rencontrée en certaine abondance dans

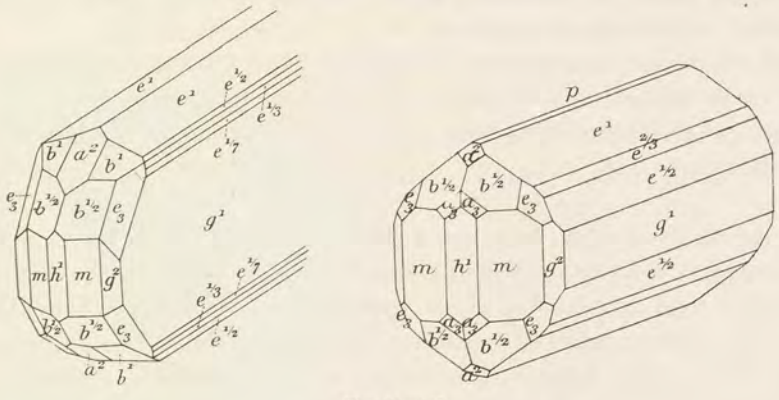


Fig. 21 et 22.
Cérusite de Montchonay.

les anciennes exploitations des environs de Beaujeu, notamment aux Ardillats (en particulier à la mine de Montchonay), à Chenelette (mines de la Douze, de la Nuissière), à Monsols, à Propières, à Longefay en Poule, etc. Elle s'y est présentée en beaux cristaux, à surface noire métallique éclatante ou en cristaux incolores, associés à la pyro-

morphite, à la wulfénite, etc. Ils appartiennent aux types II ou III (fig. 21), souvent peu ou pas aplatis. J'ai observé les formes m, g^1, h^1, g^2, e^1, $e^{1/2}$, $e^{1/3}$ (031), $e^{1/7}$ (071), b^2 (112) b^1, $b^{1/2}$, a^2, a^3 et e_3 : la figure 22 représente une combinaison signalée par M. Artini à Monteponi et semblable à l'une de celle qui existe à Montchonay.



Fig 3.
Groupement en roue de cristaux de cérusite (type III) de Montchonay. (*Grossissement de 2 diamètres.*)

La fig. 23, reproduit la photographie d'un groupement en roue suivant m, provenant de Montchonay et accompagnant des cristaux de wulfénite. Les cristaux élémentaires, très allongés suivant l'axe a, sont également développés suivant les axes b et c.

Enfin, j'ai recueilli aussi dans les mêmes gisements, de grosses masses cristallines uniquement constituées par de la cérusite, dans lesquelles se trouvent des géodes tapissées par des cristaux très maclés du type I (fig. 5) ; ils sont associés à des cristaux de chessylite.

D'après Lamy (*in* Gonnard, *Minér. Rhône et Loire.* 1906, 81), la cérusite de Montchonay renferme 0 gr. 15 d'argent au kg.

Des cristaux de cérusite ont été trouvés aussi à Sainte-Foy-l'Argentière, avec malachite, à Chasselay, à Valsonne, etc.

Saône-et-Loire. Cristaux nets, mais petits, du type III à Saint-Prix-sous-Beuvray.

Vosges. — *Vosges.* Les anciennes mines de La Croix-aux-Mines ont fourni, à la fin du XVIIIe et au commencement du XIXe siècle, d'admirables cristaux de cérusite et de pyromorphite, cités par Haüy ; sa collection conservée au Muséum en renferme de beaux spécimens. Il existe deux types distincts : le premier est réalisé par des cristaux, qui atteignent 2 cm. de plus grande dimension, et sont implantés sur de la galène, recouvrant elle-même une roche gneissique altérée ; ils sont associés à de la sidérite, plus ou moins limonitisée. Leur couleur est d'un jaune légèrement verdâtre ; ils appartiennent au type II, mais avec faible allongement suivant l'axe vertical (type des figures 10 à 13). Haüy a cité la combinaison $m\ g^1\ e^1\ a^2$, avec quelquefois $e^{1/2}$; Lévy a figuré les combinaisons $m\ g^1\ b^{1/2}\ e^{1/2}\ a^{1/2}$ et $m\ g^1\ h^1\ e^{1/2}\ e^2\ a^2$.

Les cristaux de la seconde variété sont plus petits et aplatis suivant g^1 ; ils appartiennent au type III, mais ne sont souvent que peu allongés suivant l'axe a ; ils présentent les mêmes formes que ceux du type précédent ; ils sont engagés dans de la limonite. Ce sont eux surtout qu'a figurés Carrière (*Ann. Soc. Émul. Vosges*. VII. 1851) : ils sont quelquefois entièrement noirs (collection du Muséum).

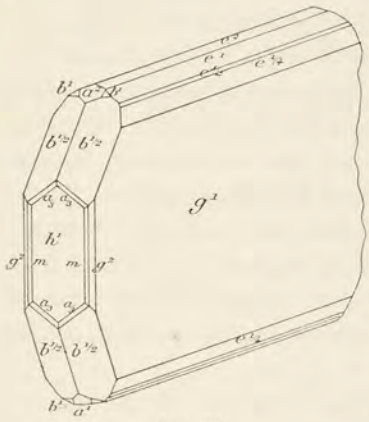


Fig. 24.
Cérusite de la Croix-aux-Mines (Type III).

M. Miers a décrit (*Z. K.* VI. 599. 1881) d'intéressants cristaux de ce genre, qui sont très aplatis suivant g^1 ; ils présentent les nombreuses formes suivantes : g^1, h^1, m, g^2, a^2, e^2, e^4, $e^{1/2}$, $e^{1/4}$, b^1, $b^{1/2}$, a_3 (211) (fig. 24). La fig. 25 représente la projection sur h^1 d'un autre cristal, d'aspect dissymétrique, présentant les formes h^1, g^1, g^2, m, e^2, $e^{1/2}$, a^2, b^2, b^1, $b^{1/2}$, $\psi = e_{1/2}$ (134), a_3 (211), $\eta = e_4$ (352).

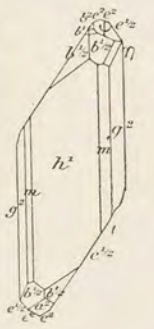


Fig. 25.
Cérusite de la Croix-aux-Mines. Projection sur h^1 (100).



Fig. 26.
Cérusite de la Croix-aux-Mines. Macle en roue suivant m (110). (*Photographie légèrement réduite.*)

Enfin je citerai quelques cristaux maclés suivant m, un peu allongés suivant l'axe vertical et dans lesquels le grand développement de $b^{1/2}$ conduit à un passage au type I (fig. 26).

Le même gisement a fourni des cristaux aciculaires, des masses bacillaires et des masses noires cristallines de cérusite.

Petites aiguilles dans les fentes de l'arkose à Remémont en Entre-Deux-Eaux, près Saint-Dié.

Belfort. M. Ungemach m'a signalé l'existence dans la mine

d'Auxelles Haut, de cristaux de cérusite du type III, avec g^1 dominant, accompagné de h^1, m, $b^{1/2}$, $e^{1/2}$, e^2, a^2 ; il existe aussi des cristaux du type II (fig. 27). Des macles triples du type de la figure 18 ont été rencontrées.

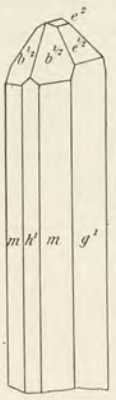


Fig. 27.
Cérusite d'Auxelles Haut (Type II).

[*Alsace*]. La cérusite n'a été trouvée à Sainte-Marie-aux-Mines que tout à fait exceptionnellement en très petits cristaux du type III ; aussi paraît-il assez vraisemblable que c'est la mine voisine de La Croix-aux-Mines qui a fourni différentes pseudomorphoses, décrites par Blum (*Pseudom.* I. 185. 1843) comme provenant des environs de Sainte-Marie. Elles consistent en cristaux de galène cubique, transformés en cérusite et en cristaux indépendants, associés sur une roche granitique de cérusite, à de la galène et à de la limonite : ils sont transformés en pyromorphite verte ou jaune verdâtre ; ces pseudomorphoses ont leurs angles arrondis et sont souvent creuses.

Je pense que c'est aussi de La Croix-aux-Mines que proviennent quelques cristaux étiquetés « Sainte-Marie-aux-Mines » dans la collection du Muséum et qui appartiennent au premier type des cristaux de ce gisement décrit plus haut. La figure 28 représente, d'après

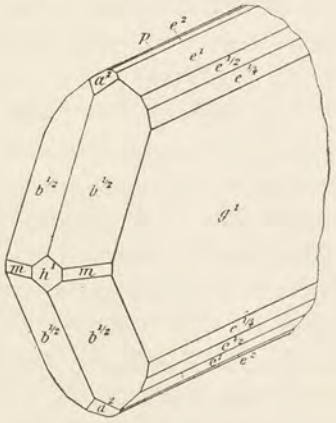


Fig. 28.
Cérusite de Sainte-Marie-aux-Mines (?).

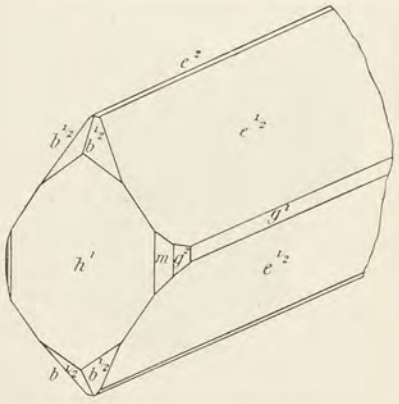


Fig. 29.
Cérusite de la mine de Donner à Urbeis.

M. Ungemach, les cristaux d'un échantillon de l'Université de Nancy, étiqueté « Sainte-Marie-aux-Mines » et dont la provenance est peut-être douteuse.

Le même savant m'a communiqué les figures 29 à 31, représentant les combinaisons principales, qu'il a observées dans les cristaux de cérusite de la Mine de Donner à Urbeis (Val de Villé) ; les formes rencontrées sont m, p, h^4, g^1, e^2, e^1, $e^{1/2}$, $b^{1/2}$, g^2 ; dans tous les cristaux m et $b^{1/2}$ sont constants. Les cristaux sont toujours petits et souvent maclés, à l'exception de ceux allongés suivant a. Les macles suivant m sont le plus souvent binaires et à angles rentrants très obtus (fig. 31).

La cérusite est disséminée dans les parties quartzeuses du filon ; le

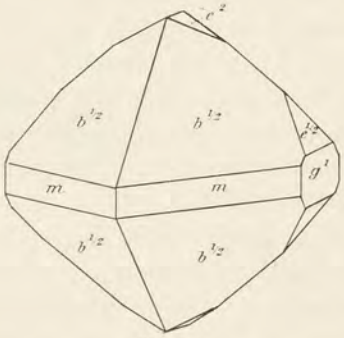


Fig. 30.
Cérusite de la mine de Donner à Urbeis.

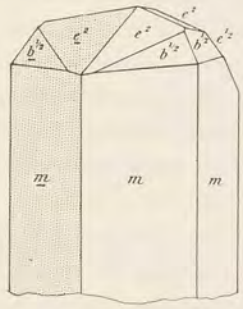


Fig. 31.
Cérusite d'Urbeis.
Macle suivant m (110).

plus souvent, elle est accompagnée de chalcopyrite, rarement de galène.

A Sainte-Croix-aux-Mines, la cérusite (e^1 p m), avec macles en genou, est rare.

La cérusite argentifère compacte a été jadis exploitée au Katzenthal.

[*Lorraine*]. La cérusite a été recueillie dans les filons de Creutzwald.

Au Bleiberg, au S.-S.-O. de Saint-Avold, la galène forme des mouches, ou des nodules, des veinules dans le grès bigarré : la cérusite l'accompagne aussi dans les fissures de la roche. Lors de l'exploitation, les eaux filtrant du toit des filons dans les galeries, y déposaient des stalagmites et des aiguilles soyeuses de cérusite (Jacquot, *Descrip. géol. et minér. Moselle*, 1868. 358).

Alpes. — *Savoie*. Les anciennes mines de galène de Pesey et de Macot étaient assez riches en cristaux de cérusite ; je n'ai vu aucun échantillon en provenant.

Romé de l'Isle a signalé (*Cristallographie*. II, 389. 1783) à la Montagne du Bourget, près la Rochette, aux environs de Chambéry, une

cérusite compacte blanche et rougeâtre « déposée par couches ondulenses comme les agates à filets sur de la galène décomposée ».

Isère. La galène des filons de quartz aurifère de la Gardette est souvent en partie transformée en cérusite, dont les cristaux nets se distinguent à la surface de cubes épigénisés ; ils sont blancs ou noirâtres, à éclat métallique et très corrodés. Ils appartiennent soit au type I (fig. 4 et 5) (avec parfois formes cristallitiques), soit aux types II et III, mais avec faible allongement et prédominance de $b^{1/2}$ sur m. Ces cristaux sont souvent noyés dans de la limonite.

La collection du Muséum possède un fort bel échantillon de quartz (englobant de la galène et de la panabase), recouvert de beaux cristaux de cérusite à éclat métallique du type I ; ils sont maclés suivant m (fig. 5), et tout à fait identiques au type le plus commun à Pontgibaud. Cet échantillon est étiqueté « Oisans » sans indication plus précise ; il provient certainement d'un des filons des environs d'Huez (Brandes, Lac Blanc ou l'Herpie), qui ont fourni jadis beaucoup de cérusite argentifère, associée à la chessylite et à la malachite.

Des cristaux de cérusite ont été jadis trouvés en petite quantité, avec wulfénite, mimétite, pyromorphite à la mine des Chalanches ; on en rencontre aussi au Grand Clos, à Lafrey, à La Poype, près Vienne (cristaux raccourcis bruns (fig. 10 à 13) et longs cristaux blancs cannelés du type II).

Algérie. — *Oran.* J'ai examiné des cristaux du type II ($m\ g^1\ e^{1/2}\ b^{1/2}$), maclés en roue suivant m et provenant de Gar Rouban.

Des recherches effectuées autrefois à l'Oued Noukhal ont fourni de petits cristaux de cérusite très éclatants ($m\ g^1\ g^2\ b^{1/2} p\ e^1\ e^{1/2}$), un peu allongés, soit suivant c, soit suivant a et maclés en roue suivant m ; ils sont associés à du minium pulvérulent.

Congo. — La cérusite est assez fréquente dans les gisements cuprifères de la région de Mindouli (Mindouli, Tchicoumba, Pimbi.)

Assez rarement associée en très petits cristaux du type I à la wulfénite et à la pyromorphite (Mindouli), elle se trouve le plus souvent en énormes cristaux gris noirâtres ou blancs, pouvant atteindre jusqu'à 10 cm. de plus grande dimension. Ils s'observent dans les géodes de dioptase et sont généralement engagés par les deux extrémités, de telle

sorte que leur étude est difficile; ils sont souvent les derniers formés, mais parfois aussi leur production a été suivie d'une nouvelle génération de quartz et de dioptase.

Dans les nombreux échantillons, que je dois à M. de Romeu, se trouvent des associations intéressantes, montrant la formation successive sur le calcaire de chrysocole, de planchéite, de dioptase, puis de cérusite, parfois elle-même recouverte par une nouvelle venue de dioptase.

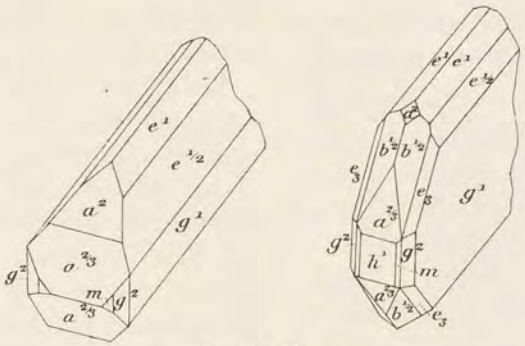


Fig. 32 et 32 *a*.

Les cristaux de cérusite appartiennent toujours au type III, avec aplatissement suivant g^1 ou $e^{1/2}$; c'est particulièrement le cas des très grands cristaux de Pimbi, qui sont en outre souvent maclés suivant m.

Les fig. 32 et 32 *a* représentent deux des combinaisons que j'ai observées ; elles présentent les formes m, g^1, g^2, h^1, $e^{1/2}$, e_3, a^2, et enfin $a^{2/3}$ (302), qui prend souvent une grande extension et qui est très caractéristique de ces gisements congolais.

Des masses constituées par un seul individu ou par des agrégats de gros cristaux indistincts et pesant souvent plusieurs centaines de grammes se trouvent à Kinguandzi, au nord-est de M' Boko Songho.

Nouvelle-Calédonie. — La mine Mérétrice, située sur la rive gauche du Diahot, au sud-est de la mine Pilou (voir à *chessylite*), a été ouverte sur des filons de galène argentifère, à grain fin, accompagnée d'un peu de blende et de sulfures de cuivre ; les affleurements étaient remarquablement riches en magnifiques minéraux cristallisés, que j'ai brièvement décrits (*B. S. M.* XVIII, 52, 1893) ; ce sont surtout l'anglésite, la pyromorphite et la cérusite. Dans cette dernière espèce, dont les cristaux ont parfois un joli éclat soyeux, il existe deux faciès ; le premier appartient au type I ($b^{1/2}$, $e^{1/2}$, avec quelquefois m et g^1 peu développés) : ces cristaux d'un blanc laiteux, un peu nacrés, sont toujours maclés suivant m (fig. 2 et 5) ; ils atteignent 1 cm. suivant l'axe

vertical ; ils sont implantés sur de la galène, plus rarement sur de la limonite ou constituent des masses très cristallines, épigénisant ce minéral. Ils sont accompagnés de cristaux de même forme, mais un peu aplatis suivant g^1, présentent uniquement les formes g^1, m, $e^{1/2}$, e^1 ; les macles sont formées par un petit nombre d'individus.

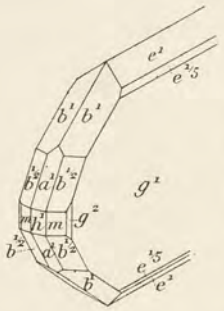


Fig. 33.
Cérusite
de la Mine Meretrice.

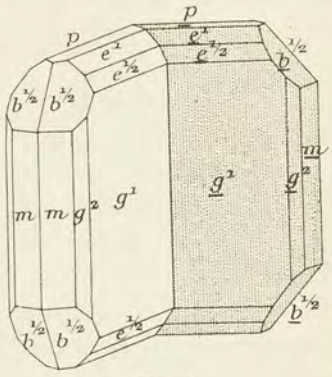


Fig. 34.
Cérusite. Macle suivant m (110).
Type commun.

Le second faciès est réalisé dans des cristaux plus petits, appartenant tous au type III ; ils forment par leur enchevêtrement des masses spongieuses pesant un grand nombre de kilogrammes, qui sont imprégnées de limonite jaune clair, au milieu de laquelle se trouvent de fortes belles géodes ; j'ai minutieusement examiné plus d'un millier de cristaux ayant en moyenne 3 à 6 millimètres. Ils sont aplatis suivant g^1, avec prédominance des faces g^1 et $b^{1/2}$, qu'accompagnent m, h^1, p, e^1, $e^{1/2}$, $e^{1/5}$, a^2, g^2, b^1 et beaucoup plus rarement e_3 (121) et $b^{3/2}$ (113). La figure 33 représente un cristal dans lequel b^1 et $b^{1/2}$ sont très développés.

Ils sont presque toujours maclés suivant m (fig. 34) ; ils constituent de nombreux groupements réticulés, formés par quelques gros cristaux disposés à axes parallèles et réunis par beaucoup d'autres plus petits, maclés avec eux suivant m ou g^2.

Une particularité fréquente consiste dans l'extrême réduction des faces $b^{1/2}$, m, g^2 situées d'un côté du plan g^1, celles placées sur le côté opposé ayant leur développement normal. Certaines faces sont assez souvent très corrodées ; ce sont quelquefois seulement deux faces $b^{1/2}$ supérieures, alors que les deux faces inférieures restent nettes et brillantes.

Sur quelques échantillons, j'ai trouvé à la surface de ces cristaux de cérusite, une mousse formée par de délicates fibrilles d'*argent natif*.

La cérusite se rencontre aussi en cristaux maclés, petits et généralement peu nets à la surface de la chessylite de la mine Pilou.

Madagascar. — La cérusite en cristaux indistincts épigénise la galène des environs d'Ambatofangehana.

b). *Dans les gîtes de substitution.*

La cérusite existe dans tous les gisements de ce genre contenant de la galène (voir t. II). J'en citerai quelques-uns seulement comme exemple.

Cévennes. — *Gard.* La cérusite est particulièrement abondante dans les gîtes calaminaires de cette région, mais je n'ai pu examiner qu'un petit nombre d'échantillons provenant tous des Malines; je les dois à M. de la Durandière. Ils sont implantés sur la galène ou dans les cavités de la smithsonite concrétionnée; dans ce cas, ils sont fréquemment associés à une variété lamellaire de barytine. Ils ont des faciès très variés : les cristaux simples ont souvent la forme de petites tables, aplaties suivant g^1, bordées par m, e^1, $e^{1/2}$. Les cristaux maclés appartiennent soit au type I, avec allongement suivant l'axe vertical (fig. 2 et 6), soit aux types II et III, toujours fort aplatis suivant g^1 (fig. 7 et 9). Dans les groupements en roues, c'est tantôt m et tantôt $b^{1/2}$ qui domine.

J'ai observé aussi des cristaux de cérusite, à éclat métallique, très allongés suivant l'axe vertical et servant de support à de très petits cristaux de calcite incolores, qui ne les laissent apercevoir que çà et là.

A citer encore, la mine de la Ferrière à Saint-Félix-de-Pallières, qui a fourni de beaux cristaux, associés à de l'anglésite, Saint-Julien-de-Valgalgues, Arrigas (de Brun, *Soc. Et. Sc. nat. Nîmes.* 1901).

M. Carrière m'a communiqué des échantillons provenant de Carnoulès en Saint-Sébastien d'Aigrefeuille, ce sont de jolies macles suivant m de la combinaison $g^1\ m\ g^2\ b^{1/2}$, appartenant au type II ; elles sont engagées dans de la limonite; des macles du type I sont implantées sur galène.

La Grande Vernissière, près Durfort, a fourni de bons cristaux du type I ; ils se trouvaient dans les fentes de la galène associée à de la blende mielleuse.

Diois. — *Drôme.* Il existe dans le Diois plusieurs gîtes de smithsonite au milieu de calcaires jurassiques : ceux de Menglon et de Brette sont les plus importants. Ils ont fourni d'assez jolis cristaux

de cérusite, qui se trouvent quelquefois dans les collections avec l'indication « environs de Die ».

J'y ai observé notamment le type III, caractérisé par l'absence de g^1

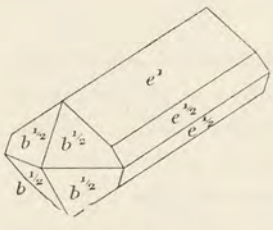


Fig. 35.
Cérusite de Brette.
Type III.

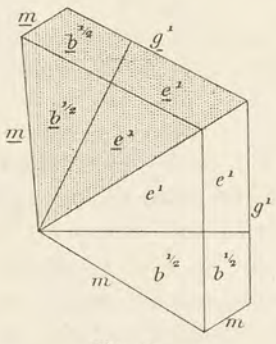


Fig. 36.
Cérusite de Brette.
Macle suivant m (110).

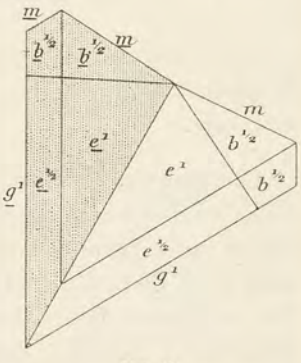


Fig. 37.
Cérusite de Brette.
Macle suivant g^2 (130).

et la prédominance de e^1, associé à $e^{1/2}$ (fig. 35) : ils sont terminés par $b^{1/2}$ avec ou sans petites faces m et h^1. Les macles suivant m (fig. 36) et plus rarement suivant g^2 (fig. 37) sont constituées par deux individus seulement.

Algérie. — La cérusite n'est pas moins fréquente dans les gîtes calaminaires et dans les gisements plombifères qui se trouvent dans les calcaires algériens. L'attention des exploitants n'est pas attirée sur les cristaux de cérusite et les gisements en exploitation sont volontiers considérés comme ne renfermant pas de cristaux ; partout cependant où j'ai eu l'occasion de les faire chercher, il en a été trouvé et d'intéressants. Le nombre des gisements étudiés ci-contre est donc destiné à s'augmenter beaucoup.

Oran. Les cavités des dolomies bathoniennes des environs de Saïda, qui ont fourni les beaux cristaux de vanadinite, de descloizite, etc., qui sont étudiés dans le tome IV, renferment aussi, mais dans des géodes distinctes, des cristaux bruns de cérusite, appartenant généralement au type I, avec macles suivant m et parfois allongement suivant l'axe vertical (passage au type II).

Alger. M. L. Gentil a signalé (*B. S. M.* XVIII. 407. 1895) la cérusite comme minéral accessoire peu important des gisements cala-

minaires de l'Ouarsenis ; elle se trouve soit en petits cristaux dans les cavités d'un calcaire poreux du lias, imprégné de blende et de galène, soit dans la galène ou la smithsonite.

On y distingue trois variétés : 1° cristaux du type III, très aplatis suivant g^1 (fig. 9) avec parfois la combinaison $m\ g^1\ g^2\ g^4$ (350) $e^{1/2}$, $p\ b^{1/2}$. 2° cristaux du type II, généralement maclés suivant m, dans lesquels, à l'inverse des précédents, p est très développé : combinaison fréquente : $p\ h^1\ g^1\ g^2\ g^4\ a^2\ e^2\ b^{1/2}$; 3° type I sans allongement (fig. 4 et 5) ; les cristaux sont rares et très petits. Les meilleurs échantillons se trouvent dans le gisement de Rokba el Atba.

Constantine. La nadorite de Hammam N'baïls, près du Djebel Nador, se décompose en un mélange de bleiniérite et de cérusite, sans perdre sa forme. Les cristaux de cérusite, généralement de petite taille, mais extrêmement nets, appartiennent au type I pyramidal (fig. 4 et 5), avec nombreuses macles ; ils sont implantés sur ou entre les cristaux lenticulaires du minéral épigénisé.

La cérusite est extrêmement abondante en petits cristaux, pouvant atteindre 1 cm., dans les cavités miarolitiques de la smithsonite, de la calamine et de la willémite de Bou Thaleb ; ils présentent la particularité d'avoir tous un éclat soyeux, d'être blancs, parfois tachetés de rouge par de l'hématite. Ils ont presque toujours des formes cristallitiques et sont plus ou moins creux.

Ils appartiennent au type III et sont très allongés. Tantôt g^1 est très développé, le cristal est alors aplati, m et g^2 sont d'ordinaire très développés ; dans d'autres cas, g^1 est réduit et des clinodômes striés sont très larges, a^2 est généralement alors présent et plus développé que les autres formes : $b^{1/2}$, m, g^2 ; plus rarement apparaissent e_3 (121), a_3 (211).

Les macles suivant m sont assez fréquentes. Mais l'une des particularités de ce gisement consiste dans l'abondance de macles en cœur suivant g^2, formées assez souvent par deux individus de dimensions inégales, mais quelquefois aussi d'individus ayant une régularité parfaite. Dans ce cas, la macle est aplatie suivant p, les cristaux accolés présentent les formes p, e^2, e^1, $e^{1/3}$ (031), $e^{1/5}$ (051), a^2, m (avec parfois de petites faces g^2, $b^{1/2}$). Tantôt le groupement est fermé ; deux faces m en contact formant un angle extrêmement obtus (174°32′), tantôt au contraire, il existe un angle rentrant $g^2\ g^2$ très apparent. On trouve également des macles formées par deux cristaux très allon-

gés suivant l'axe a et qui ne sont en contact que par une étroite face g^2. Les figures 38 et 39 représentent les divers faciès de cette macle. Les cristaux de Bou-Thaleb sont souvent recouverts par de petites aiguilles capillaires de calamine ; ils peuvent être facilement extraits intacts de leur gangue (fig. 39). La collection de l'École des Mines possède un groupe d'énormes cristaux (type II), blancs et opaques, de cérusite indiqués comme provenant de ce même gisement ; ils mesurent environ 5 cm. de plus grande dimension.

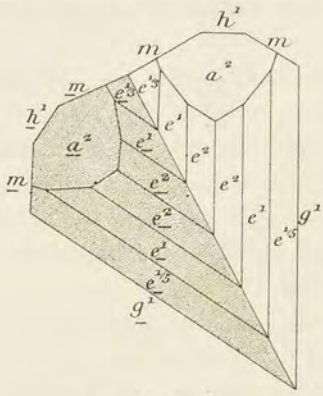


Fig. 38.
Cérusite de Bou-Thaleb. Macle suivant g^2 (130).

A Mesloula, se trouvent de petits cristaux du type I simples, un peu allongées suivant c avec macles suivant m.

Au Djebel Felten, près Aïn Smara, les cristaux appartiennent au type II avec grand allongement suivant l'axe vertical ($mg^1\ g^2\ a^2\ e^2\ e^4\ e^{4/2}$, et quelquefois $b^{4/2}$) ; j'y ai observé des macles suivant m et suivant g^2.



Fig. 39.
Cérusite de Bou-Thaleb. Macles binaires suivant g^2 (130).

Tunisie. — La cérusite se rencontre en plus ou moins grande abondance dans tous les gîtes calaminaires plombifères de la Tunisie et dans beaucoup d'entre eux, la cérusite, épigénisant en totalité ou en partie la galène, est le principal minerai plombifère (Djebel Ressas, Sidi Ahmed, Fedj el Adoum, Sidi-Youssef, Djebel Gheriffa, El Grefa, Béchateur, etc).

Je ne m'occuperai que des gisements dont j'ai pu étudier des cristaux. L'un d'eux, celui du Djebel Ressas (Reças), a fourni les plus beaux cristaux de cérusite que j'ai eu l'occasion d'examiner ; j'en avais fait

commencer l'étude à un de mes élèves, M. Jecker, qui a publié sur ce sujet une courte note (*C. R.* CXL. 1905) et qui, malheureusement est mort depuis. Ce sont ces documents dont je vais compléter la description.

Les cristaux, qui atteignent 2 cm. de plus grande dimension, sont souvent isolés de toute gangue ; ils ont été extraits de poches d'hydrozincite terreuse, dans lesquelles ils étaient accompagnés de quelques grands cristaux de leadhillite. Ils sont pour la plupart incolores ou d'un blanc laiteux et alors un peu soyeux ; quelques-uns d'entre eux sont cependant d'un beau jaune d'or. Leurs formes sont très variées : 1° cristaux du type II, très aplatis suivant h^1 ; m et parfois g^2 sont très développés, et accompagnés de e^1, $e^{1/2}$ et quelquefois de p; $b^{1/2}$ est toujours réduit ou absent;

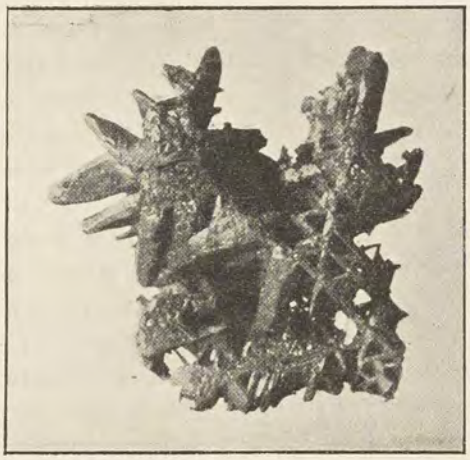


Fig. 40.
Groupement réticulé de cérusite du Djebel Ressas.
(*Photographie un peu grossie.*)



Fig. 41.
Groupement réticulé de cérusite du Djebel Ressas.
(*Photographie un peu grossie.*)

2° cristaux du type III, plus ou moins aplatis suivant g^1, présentant les mêmes formes que les cristaux précédents, dont ils ne diffèrent que par l'allongement. Quelquefois g^1 est très réduit et alors les cristaux ne présentent pas d'aplatissement; dans d'autres cas, ils sont aplatis suivant $e^{1/2}$; ces cristaux sont les plus riches en faces : m, h^1, g^1, g^2, $b^{1/2}$, a^2, $e^{1/2}$, e^1, $e^{1/5}$, e_3.

Les cristaux de ces deux types sont presque toujours maclés suivant m ou g^2 et ces macles sont parfois associées dans des groupements réticulés.

Souvent, un grand nombre d'individus du type I, groupés entre eux suivant g^2, sont maclés suivant m avec un gros cristal du type III.

3° Cristaux aplatis suivant g^1, avec faces $b^{1/2}$ dominantes, m réduites ou absentes ; $e_3(121)$ est assez fréquent et souvent plus développé que $b^{1/2}$ (fig. 42).

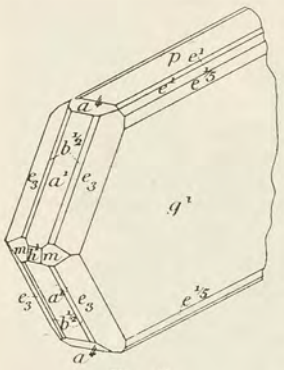


Fig. 42.
Cérusite du Djebel Ressas
(Type III.)

Les formes observées sont p, m, h^1, e^2, e^1, $e^{1/2}$, $e^{1/5}$, a^2, a^1, a^4 (104) a_3 (211), e_3 ; ces cristaux sont peu allongés suivant a ; les macles m sont souvent répétées, leurs constituants ont les mêmes dimensions ; il en résulte une évolution vers le type I, qui n'est jamais réalisé complètement.

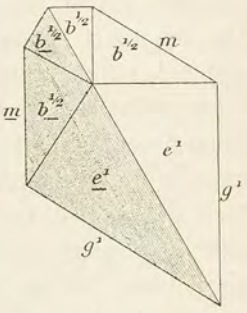


Fig. 43.
Cérusite du Djebel Ressas.
Macle suivant g^2 (130).

Ce gisement mérite de devenir classique à cause de ses macles suivant g^2, dont j'ai étudié quelques cristaux complets isolés, atteignant plus de 2 cm. Elles sont généralement pauvres en faces. Le type le plus spécial ne présente que les formes e^1 et $b^{1/2}$ (fig. 43) ; il

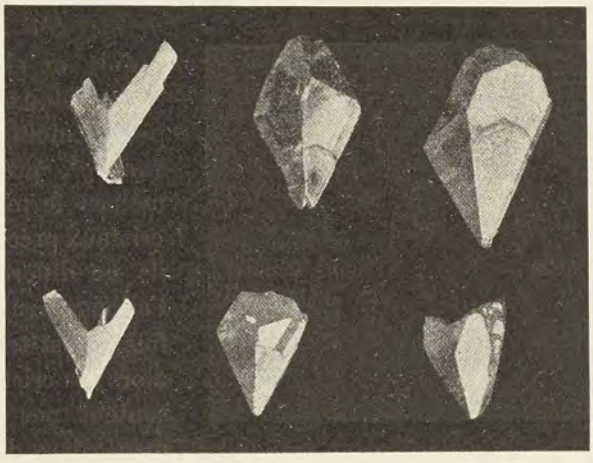


Fig. 44.
Cérusite du Djebel Ressas. Macle suivant g^2 (130).
(*Photographie grandeur naturelle.*)

a la forme d'une pyramide très aiguë, dont la base est remplacée par une pyramide obtuse formée par quatre faces $b^{1/2}$ $b^{1/2}$. Il n'y a pour ainsi dire pas d'angles rentrants, les faces $b^{1/2}$ en contact étant les faces opposées et non adjacentes.

Certains cristaux sont terminés par deux faces mm; enfin dans d'autres, il existe une profonde gouttière g^2 g^2. Je n'ai observé qu'un seul exemple de cette macle présentant des faces g^2 parallèles au plan d'association, plan suivant lequel l'édifice est aplati. La fig. 44 est la reproduction de quelques-unes des modalités de cette macle.

Le gisement de Zaghouan fournit des cristaux très analogues à ceux de Bou-Thaleb et particulièrement des macles en cœur suivant g^2 (130), aplaties suivant p et souvent riches en faces : p, m, h^2, g^4, g^2, a^2, a^4, e^2, e^4, $e^{4/2}$, $b^{1/2}$, e_3, a_3.

M. Termier m'a signalé des cristaux du même minéral dans les mines suivantes : Djebel Kebbouch (cristaux aciculaires), El Grefa (type I de passage au type II, macles en roue suivant m), Djebba (cristaux du type I sur galène), Sidi Ahmed (type I avec passage au type III par développement des faces g^4). M. Coëz m'a communiqué des cristaux provenant de divers gisements très voisins de la frontière algérienne : ils sont implantés sur de la galène en voie d'oxydation : Djebel Touireuf (type I), Djebel Ressas de Mellegue (type I et II avec macles en roue suivant m ; les faces m et $b^{1/2}$ sont très développées).

Je dois à l'obligeance de M. Lierneux, une cérusite noire compacte exploitée au Djebel Hallouf, près Souk-el-Khemis. L'examen microscopique permet d'y distinguer des restes de galène incomplètement oxydée. M. Odon m'a communiqué de jolis cristaux gris du type I (fig. 4 et 5) provenant du Dyr Tufek (chaîne du Djebel Sobbak au N. O. du Béja).

Tonkin. — Jolis cristaux dans la smithsonite concrétionnée de Thai-Nguyen; ils appartiennent au type III, avec grand aplatissement suivant g^4. M. Dupouy en a signalé aussi (*Minerais et minéraux du Tonkin*, 1909. 137) à Lang-Hit et dans quelques gisements plombifères de la province de Bac-Giang.

2° *Parmi les produits d'oxydation de substances artificielles plombifères*

Champagne. — *Haute-Marne.* La cérusite a été rencontrée en très petits cristaux peu distincts du type II, aplatis suivant g^4, dans

les tuyaux de plomb romains, immergés dans les sources de Bourbonne-les-Bains ; ils sont accompagnés d'anglésite et de phosgénite (voir à ce minéral).

Algérie. — J'ai décrit jadis (*B. S. M.* VI, 175, 1883), de petits cristaux de cérusite, à faces peu distinctes, formés, avec cuprite, à la surface de monnaies de bronze romaines (Alexandre Sévère) provenant d'Algérie, sans indication plus précise.

Bretagne. — *Finistère.* La cérusite se trouve en petits cristaux laiteux, maclés suivant *m* et en masses concrétionnées dans les vieilles scories plombeuses de Poullaouen, qui sont décrites page 750.

CTYPÉITE

$CaCO^3$

J'ai donné ce nom à une forme de carbonate de calcium, constituant les pisolites des sources thermales de Carlsbad (*C. R.* CXXVI. 601. 1898) et considérée jusqu'alors comme une variété d'aragonite, à la suite des observations de G. Rose.



Fig. 1.
Gros pisolite de ctypéite
(*Photographie grandeur naturelle*).

La ctypéite, telle que je la comprends, possède la structure que présentent fréquemment la calcite et l'aragonite dans la coquille des mollusques et alors que le polymorphisme est devenu une propriété normale de tant de substances, il est infiniment plus simple d'admettre l'existence d'une troisième forme de carbonate de calcium que de faire intervenir des explications compliquées et peu vraisemblables pour dénier à la ctypéite son existence en tant qu'espèce minérale distincte.

Système cristallin ?

Faciès. — La ctypéite constitue des pisolites à structure écailleuse

concentrique, tantôt parfaitement sphériques, tantôt irréguliers de forme et alors quelquefois polyédriques quand ils sont réunis en grand nombre pour former une roche.



Fig. 2.
Agrégat de pisolites de ctypéite ; surface polie (*Photographie grandeur naturelle*).

Densité. — Il est impossible de déterminer la véritable densité de la ctypéite par suite de deux particularités agissant en sens inverse, la porosité d'une part, et la fréquence de l'aragonite associée à la ctypéite sous forme d'inclusions ou de paramorphoses. J'ai obtenu jadis sur des pisolites entiers 2,58 à 2,70, mais, en laissant immerger pendant longtemps de petits fragments très purs dans l'iodure de méthylène, j'ai trouvé 2,745 pour la ctypéite de Madagascar et 2,80 pour celle d'Hamman Meskoutine.

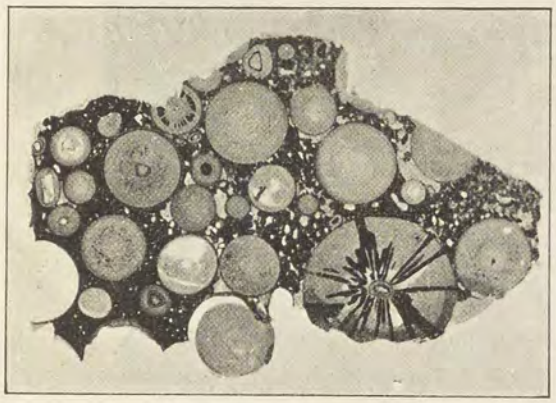


Fig. 3.
Lame mince de pisolites de ctypéite. Lumière naturelle.

Propriétés optiques. — Les écailles concentriques sont perpendiculaires à la bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) [1] ; l'écartement des axes optiques (2 E) varie de 0 à environ 50° (Hamman-Meskoutine).

$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0.02 \text{ environ.}$$

1. Il est intéressant de constater que les trois formes de carbonate de calcium connues dans la nature possèdent cette structure d'écailles, dont les lames sont perpendiculaires à la bissectrice aiguë ou à l'axe optique unique (aragonite dans les perles, calcite dans les calculs que j'ai décrits plus haut, ctypéite en pisolites.

L'indice médian (Na), d'après une mesure de M. Gaubert, est d'environ 1,605, l'indice médian de l'aragonite est de 1,632, celui de la calcite 1,572.

Ces propriétés optiques définissent la ctypéite ; on voit en effet quelle énorme différence de biréfringence existe entre elle et l'aragonite, aussi bien qu'avec la calcite, dont le signe optique est en outre inverse. Les lames minces, taillées dans des pisolites entiers, montrent une croix noire, qui se déforme, quand le pisolite n'est pas rigoureusement

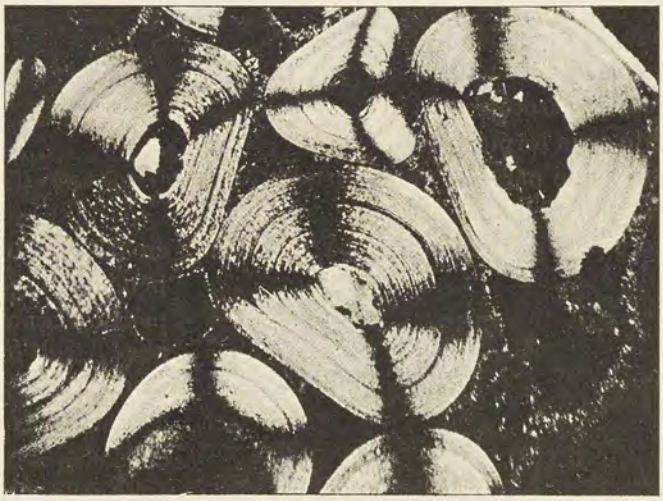


Fig. 4.
Ctypéite. Lame mince vue en lumière polarisée parallèle.
(*Grossissement de 15 diamètres.*)

sphérique, comme cela a lieu dans les perles ; ces figures d'interférence rappellent aussi celles des grains d'amidon (fig. 4).

La forme des pisolites de Hamman-Meskoutine, qui se sont mutuellement impressionnés démontre, comme je l'ai indiqué jadis, qu'au moment de sa formation, le minéral était plastique ; on peut donc supposer qu'il était alors à l'état colloïdal. Récemment, M. E. Dittler a exposé (*Coloid-Zeitschr.* IV. 277. 1909) les raisons pour lesquelles il considère la ctypéite comme étant encore à cet état. La poudre de ce minéral, mise en contact avec une dissolution de fuchsine, se colore au bout de quelques minutes en rouge foncé et au bout de quelques heures peut même décolorer entièrement la solution, comme le ferait du noir animal. Cette propriété n'est possédée ni par la cal-

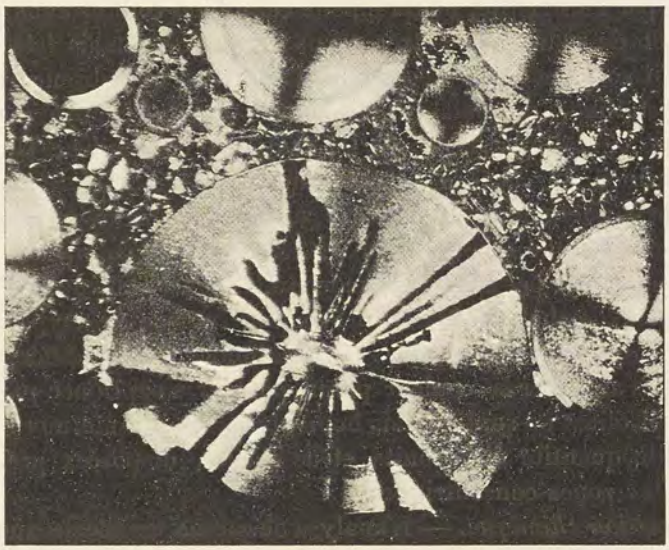


Fig. 5.
Photographie grossie (25 diamètres) de l'un des pisolites de la figure 3, elle montre des inclusions disposées suivant les rayons.

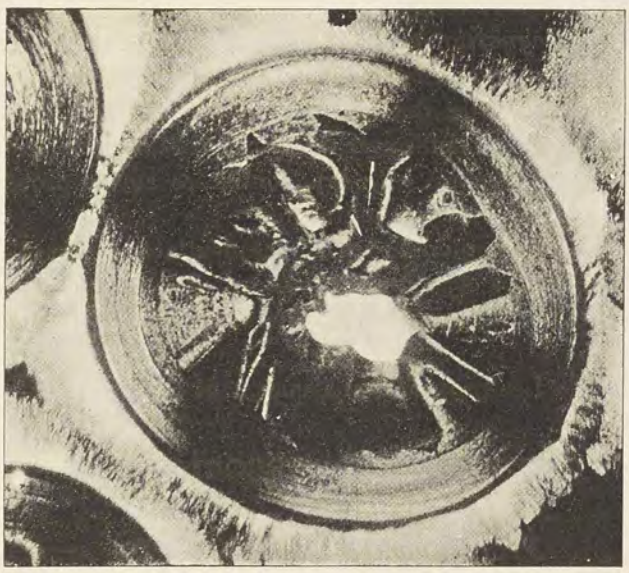


Fig. 6.
Pisolite de ctypéite en voie de transformation en calcite, enveloppé par de l'aragonite fibreuse (*Grossissement de 25 diamètres*).

cite, ni par l'aragonite, mais rappelle celle bien connue dans quelques argiles et de nombreux autres corps cristallisés, mais très poreux, sans qu'il soit pour cela nécessaire d'admettre une absence de structure cristalline, on sait en effet avec quelle facilité nombre de minéraux cristallisés absorbent les matières colorantes. Une préparation mince de ctypéite placée dans une semblable solution, se colore irrégulièrement suivant des zones concentriques successives, lorsqu'on a chauffé quelque peu le mélange ; la coloration ne peut plus être enlevée par l'eau, mais disparaît sous l'influence de l'ammoniaque ou de la chaleur. M. Dittler en conclut que la ctypéite est un mélange de substances colloïdes et cristalloïdes. Cette différence dans la façon d'absorber la couleur paraît pouvoir s'expliquer par ce fait que les pisolites ne sont jamais homogènes, mais renferment toujours une petite quantité d'aragonite et de calcite, disposées précisément suivant les zones concentriques.

Composition chimique. — L'analyse chimique ne décèle que du carbonate de calcium, avec parfois quelques impuretés mécaniquement interposées, telles que la pyrite à Hammam-Meskoutine. M. Duparc a publié une analyse du minéral de ce gisement (*Arch. Sc. Phys. et nat. Genève.* XX. 537. 1888).

Propriétés pyrognostiques. — Chauffée dans un tube, se transforme au rouge naissant en calcite, mais, au lieu de décrépiter simplement comme l'aragonite, elle détone violemment et peut même briser le tube si le pisolite est suffisamment gros ; c'est de cette propriété que j'ai tiré le nom de ctypéite (κτυπέω). Toutes les autres propriétés sont celles de la calcite et de l'aragonite.

La réaction de Meigen donne les mêmes résultats que pour l'aragonite.

Altérations. — La ctypéite se transforme par la chaleur en calcite, mais, dans la nature, elle est souvent paramorphisée soit en aragonite, soit en calcite.

Diagnostic. — Les propriétés optiques sont caractéristiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

1° *Dans les sources thermales.*

La ctypéite est un produit de sources thermales chaudes bicarbonatées calciques ; elle se forme à leurs griffons dans des eaux agitées

par enrobement progressif de carbonate de calcium autour d'un petit fragment étranger. Quand le poids du pisolite est devenu suffisamment grand, la pièce tombe au fond de l'eau et elle est cimentée par de l'aragonite.

Plateau Central. — *Allier*. Je n'ai pas rencontré de ctypéite dans les sources de Vichy, mais les pisolites décrits page 684 (fig. 24) sont par leur texture, leur mode de gisement, leurs relations avec l'aragonite fibreuse, qui les englobe, si identiques à ceux de ctypéite de Carlsbad et de Madagascar, qu'il ne me paraît guère douteux qu'ils ne soient des paramorphoses de ce minéral en aragonite.

Algérie. — *Constantine*. Les sources d'Hamman-Meskoutine sont célèbres par la beauté et le grand développement des travertins calcaires concrétionnés qu'elles édifient ; leur température est de + 95° C. Elles fournissent en petite quantité des pisolites à aspect d'émail blanc, opaque, à structure vernissée, parfois enduits de pyrite ; ils ont été décrits comme calcite par Daubrée (*Étude Géol. exp.* 1879. 90), puis par Duparc (*op. cit.*), qui les a analysés, leur a trouvé une densité inférieure à celle de la calcite et a indiqué une teneur en pyrite variant de 0, 76 à 2, 48 %. J'ai montré leur véritable nature dans la note citée plus haut.



Fig. 7.
Agrégat de pisolites de ctypéite de Hammam-Meskoutine (*Photographie réduite au tiers*).

Ces pisolites n'ont pas la régularité de ceux de Carlsbad ; ils sont souvent aplatis. Par leur agglomération, ils constituent ainsi une roche pauvre en ciment ; ils s'impressionnent parfois mutuellement à la façon des grains d'une grenade (fig. 7), prenant alors des formes polyédriques, qui montrent qu'au moment de leur formation ils avaient une plasticité assez grande.

L'examen microscopique fait voir que le noyau est constitué par un fragment de travertin calcaire.

Madagascar. — Lors de l'Exposition de 1900, j'ai remarqué dans la collection géologique, exposée par le Service des Mines, un échantillon de pisolites calcaires, identiques à ceux de Carlsbad.

Grâce à l'obligeance de M. Mouneyres, j'ai pu obtenir de nombreux échantillons et des renseignements précis sur leur gisement, qu'il a bien voulu faire prendre par M. Chabert.

Le gisement des pisolites de ctypéite se trouve à Mahatsinjo, petit village situé à environ 30 kilomètres au Sud-Ouest de Miarinarivo (N.-E. du lac Itasy, dans l'Imérina).

Les sources thermales dans lesquelles s'est formé ce minéral sour-

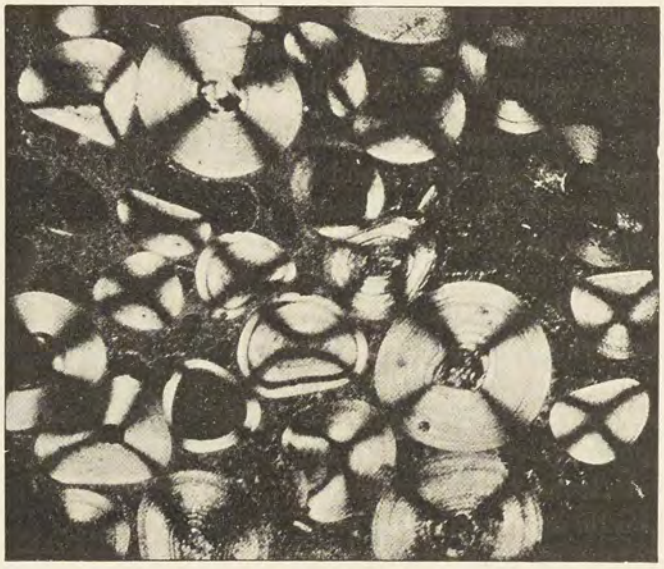


Fig. 8.
Lame mince de ctypéite de Mahatsinjo (*Grossissement de 15 diamètres. Lumière polarisée parallèle.*)

dent près du confluent du Kibokely avec le Mazy, au milieu du gneiss, mais au voisinage de coulées basaltiques. Elles sont au nombre de quatre, leur température actuelle est de + 29° C. (la température du Mazy et du Kibobély étant de 21 à 23° C.) ; elles sont légèrement jaillissantes. Les griffons sont formés par un calcaire concrétionné verdâtre, translucide.

Des dépôts plus anciens sont constitués par de l'aragonite en longues fibres très serrées, formant un albâtre à zones parfois diversement colorées. Ils s'étendent sur les deux rives du Mazy, près des sources, sur une centaine de mètres de long, leur épaisseur atteignant par places jusqu'à 10 mètres. C'est au milieu de cette aragonite que

se trouve la ctypéite. Les dépôts actuels s'étendent sur 15 mètres de largeur et 20 mètres environ de longueur, depuis les sources jusqu'au Mazy ; ils sont constitués par un calcaire caverneux léger, mélangé de limonite.

Les pisolites de ctypéite de ce gisement malgache ne diffèrent de ceux de Carlsbad que par leur couleur un peu jaunâtre et souvent par leur forme qui, plus fréquemment qu'à Carlsbad, n'est qu'imparfaitement sphérique ; ils sont comme dans ce dernier gisement cimentés par de l'aragonite fibreuse.

2° *Dans les roches sédimentaires.*

Sorby a signalé parmi les oolites calcaires des récifs de Bahama l'existence de portions qu'il a comparées au minéral des pisolites de Carlsbad. La même substance a eté signalée dans des conditions identiques dans plusieurs autres gisements (Rosenbusch, *Mikr. Physiogr. Miner. I.* 129, 1905) ; mais je n'ai eu personnellement entre les mains aucun échantillon de ce genre.

1. Sorby avait constaté déjà (*Quarterly J. geol. Soc. London.* XLV. 74. 1879) que les pisolites de Carlsbad possèdent des propriétés différentes de celles des oolites calcaires, mais sa conception de leur nature était différente de la mienne. Il les considérait comme formés par l'accumulation de cristaux d'*aragonite*, dans lesquels $\mathbf{n}_p$ serait parallèle aux couches concentriques. Il ajoutait : « It thus appears almost certain that the thin concentric layers were not formed by the normal deposition of crystals from solution, but by the more or less mechanical accumulation of minute prismatic crystals, with their longer axis parallel to the surface of growth. We may well believe that true chemical deposition was going on at the same time. All that is necessary to explain the facts is to assume that the position of the axis of the crystals was determined by the direction in which the minute crystalline nuclei were mechanically accumulated round a centre, something like the layers in a large roled snowball. »

Une variante de cette théorie a été proposée par M. Vater (*Z. K.* XXXV. 149) 1902) ; elle me semble inconciliable avec les propriétés optiques qui ont été exposées plus haut.

CARBONATES BASIQUES ANHYDRES

HYDROZINCITE

ZINCONISE.

$ZnCO^3.2Zn(OH)^2$

Monoclinique ?

Faciès. L'hydrozincite se présente sous forme de masses à aspect terreux, concrétionnées, mamelonnées ou stalactiformes ; leur structure est quelquefois compacte, mais souvent aussi, il existe une structure fibreuse et l'examen microscopique fait voir alors que le minéral est cristallin et peut-être monoclinique.

Dureté. 2 à 2, 5. Trace comme la craie.

Densité. La densité apparente est de 3, 58 à 3, 8. Le minéral est poreux et happe à la langue.

Coloration et éclat. Blanche, grise ou jaunâtre. Terne. Aspect souvent terreux ou crayeux.

Propriétés optiques. La plupart des hydrozincites sont sans action sur la lumière polarisée. Par exception, celle de Poligné possède une structure sphérolitique très nette ; elle est constituée par des calottes sphériques emboîtées, dans lesquelles la bissectrice aiguë *négative* (n_p) est normale aux surfaces de décollement. L'écartement des axes optiques est très faible, le minéral est presque uniaxe. La figure 1 représente la photographie d'une lame tangente à l'une de ces surfaces, la figure 2 une section qui lui est perpendiculaire. La biréfringence n'est pas très élevée.

Composition chimique. — La composition chimique paraît être variable. Celle qui est donnée plus haut correspond à la composition centésimale *a* :

Analyse de l'hydrozincite de Poligné par M. Arsandaux :

	a	*b*
CO^2.....	13,6	14,40
ZnO.....	75,3	72,75
PbO.....	»	0,60
H^2O.....	11,1	11,30
insol.....	»	0,30
	100.0	99.35

Propriétés pyrognostiques. — Ces propriétés sont les mêmes que celles de la smithsonite, avec cette différence que l'hydrozincite donne de l'eau dans le tube.

Diagnostic. — La teneur en eau est le caractère distinctif d'avec la smithsonite; joint à la densité et aux essais chimiques, il permet de distinguer l'hydrozincite des autres carbonates blancs.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'hydrozincite, que l'on peut comparer au précipité se formant dans une dissolution chaude de sels de zinc par addition d'un carbonate alcalin, se rencontre dans presque toutes les mines de zinc où elle constitue souvent un produit de formation actuelle dans les galeries abandonnées ; elle forme parfois dans les gîtes calaminaires des concrétions et des masses assez importantes pour pouvoir être exploitées. Je vais en citer quelques exemples, mais pour énumérer tous les gisements où on la rencontre, il faudrait rappeler tous ceux de smithsonite.

1° *Dans les mines de zinc.*

Pyrénées. — *Ariège.* Des stalactites d'hydrozincite ont été trouvées jadis dans les mines de Sentein.

[*Val d'Aran*]. Mine de Liat, masses concrétionnées, mélangées de smithsonite.

Cévennes. — *Gard.* De belles masses d'hydrozincite ont été trouvées à Saint-Laurent-le-Minier, tapissant les parois des galeries.

Le même minéral est abondant aux Malines, où il alterne parfois avec des croûtes fibreuses de smithsonite. J'ai observé des pseudomorphoses d'aragonite en un mélange d'hydrozincite et de gypse. La collection de l'École des Mines possède un échantillon concrétionné étiqueté Saint-Hippolyte-du-Fort.

Lozère. L'hydrozincite est assez abondante comme produit récent dans les travaux de la concession du Bleymard (stalactites), au Crouzet (ciment de conglomérats et de sable.)

Aveyron. Avec smithsonite à Saint-Jean-du-Bruel, près Nant.

Algérie. — Parmi les innombrables gisements algériens je citerai :

Alger. Les mines de l'Oued-Ouarsenis ; belles masses concrétionnées.

Constantine. Les mines de Bou-Thaleb renferment de belles masses poreuses et terreuses d'hydrozincite, dans lesquelles on ne voit souvent aucune trace de structure concrétionnée. Du Djebel Zdim, au Sud-Ouest de Sétif, j'ai vu des masses concrétionnées de smithsonite et d'hydrozincite alternant avec de la calcite ; Aïn-Sefra, etc.

Tunisie. — Djebel Ressas et tous les gisements énumérés à l'article smithsonite.

Tonkin. — L'hydrozincite se trouve aussi dans les gisements zincifères cités dans la description de la smithsonite.

2° *Dans les fentes de roches sédimentaires contenant des sulfures.*

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* Je dois à M. Ch. Barrois un curieux

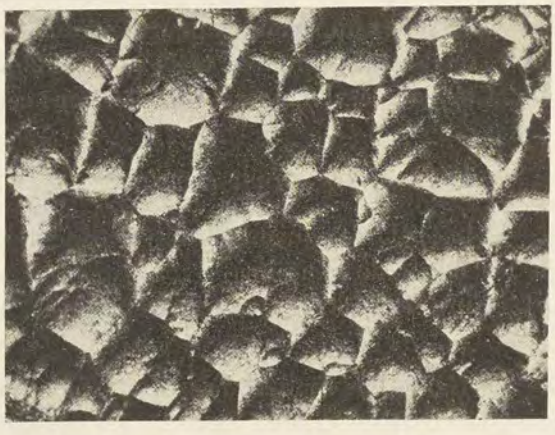


Fig. 1.
Section tangente aux mamelons d'hydrozincite de Poligné.
(*Grossissement de 33 diamètres. Lumière polarisée parallèle.*)

échantillon, qu'il a recueilli dans une des nombreuses carrières ouvertes dans les schistes ampélitiques siluriens de Poligné. Il consiste

en une masse blanche, curieusement concrétionnée, d'hydrozincite. Au microscope, celle-ci se montre constituée soit par des sphérolites, soit par des calottes sphériques emboîtées, possédant les propriétés optiques données plus haut et offrant la structure mise en évidence par les figures 1 et 2, qui représentent, en lumière polarisée parallèle, des sections, l'une tangente aux surfaces mamelonnées et l'autre perpendiculaire.



Fig. 2.
Section perpendiculaire à celle représentée par la fig. 1. (*Même grossissement.*)

Les schistes de Poligné, très pyriteux, sont associés çà et là à des lentilles calcaires, l'hydrozincite est certainement un produit secondaire, formé aux contact de celle-ci par une réaction, effectuée aux dépens des produits d'altération d'un peu de blende accidentellement mélangée à la pyrite.

AURICHALCITE

$$2\,(Zn,Cu)CO^3,\ 3\,(Zn,Cu)(OH)^2$$

Orthorhombique [1].

Formes et faciès. L'aurichalcite constitue des lames minces, à formes souvent irrégulières, et plus rarement (Chessy) des aiguilles; les unes et les autres sont groupées en rosettes, en agrégats columnaires divergents ou plumeux. Si l'on prend la direction d'allongement

1. M. d'Achiardi considère (*Att. Soc. tosc. Sc. nat.* XVI, 1897) le minéral comme monoclinique à cause de l'extinction de 17°, qu'il a observée sur des lamelles examinées obliquement à l'aplatissement. L'aurichalcite de Chessy constitue des aiguilles dépourvues d'aplatissement ; elles s'éteignent toutes suivant leur allongement, c'est pourquoi je considère le minéral comme orthorhombique.

pour axe vertical et si l'on appelle h^1 (100) la face d'aplatissement, on constate qu'il existe parfois la base et des facettes symétriques, que l'on peut noter e^1 (011) ; elles font avec p (001) un angle d'environ 58°.

Clivages. Clivage micacé suivant la face d'aplatissement h^1 (100).

Dureté. 2.

Densité. 3,54 à 3,64.

Coloration et éclat. Vert pâle, vert de gris, bleu de ciel. Poussière vert pâle ou bleuâtre. Transparente en lames minces.

Éclat nacré très vif sur le clivage.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle au clivage. Dans ce plan, l'extinction est parallèle à l'allongement, qui coïncide avec $\mathbf{n}_g$. Les indices de réfraction sont compris entre 1,755 et 1,67 environ.

Pléochroisme. Pléochroisme très faible, avec maximum suivant $\mathbf{n}_g$.

Composition chimique. — La formule donnée plus haut correspond à la composition *a*, quand Zn : Cu = 5 : 2, mais ce rapport est variable.

Delesse a donné le nom de *buratite* (*A. P. C.* XVIII. 485. 1846 et *A. M.* X. 223. 1846) à une aurichalcite de Chessy, dans laquelle il a trouvé une quantité notable de chaux. Belar a montré (*Z. K.* XVII. 113, 1889) qu'en général, l'aurichalcite ne renferme pas de chaux ; il est probable que le produit analysé par Delesse était mélangé de calcite. Cette opinion est rendue vraisemblable par la comparaison des analyses récentes de l'aurichalcite de Campiglia, avec les nombres fournis par Delesse pour le minéral de cette même localité et par l'examen microchimique que j'ai fait de l'aurichalcite de Chessy ; elle est aujourd'hui trop rare pour qu'il soit possible de l'analyser à nouveau. Le nom de buratite doit être abandonné.

Analyse *b* de l'aurichalcite de Chessy, par Delesse (*op. cit.*).

	a	*b*
CO^2.....	16,1	19,88
ZnO.....	53,2	41,19
Cu O.....	20,8	29,00
Ca O.....	»	2,16
H^2O.....	9,9	7,62
	100,00	99,85

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, noircit et donne de l'eau. Infusible au chalumeau, mais colore la flamme en vert intense (Cu). Avec le carbonate de soude, sur le charbon, donne un enduit blanc. Soluble dans les acides avec effervescence.

Diagnostic. Les propriétés physiques sont très caractéristiques de l'aurichalcite. On ne peut guère la confondre qu'avec quelques sulfates doubles de cuivre de couleur voisine, tels que la lettsomite, dont elle se distingue par l'effervescence qu'elle fait avec les acides.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'aurichalcite est un produit secondaire, souvent associée à la limonite, dans quelques mines de zinc, de cuivre ou de plomb.

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai rencontré de petites paillettes d'aurichalcite à la surface de quartz carié, servant de gangue à de la galène et de la chalcopyrite dans une recherche faite à Auzat près Vicdessos.

Pyrénées-Orientales. L'aurichalcite se trouve en petits sphérolites d'un vert pâle, dans la limonite d'un filon situé à quelques centaines de mètres du gisement de smithsonite de Can Pey, près Arles-sur-Tech : ce filon renferme aussi de la cuprite.

Plateau Central. — *Rhône.* L'aurichalcite de Chessy était, comme on l'a vu plus haut, l'un des types de la *buratite* de Delesse. Elle forme des fibres soyeuses d'un vert-pomme un peu bleuâtres, dans les cavités d'une smithsonite jaunâtre. L'échantillon, que possède la collection du Muséum, présente des rosettes d'un joli bleu pâle, un peu vert, dont les aiguilles de 1 à 2 millimètres sont associées à de gros cristaux de chessylite.

J'ai signalé (*B. S. M.* VII. 462. 1884) de petites lamelles d'aurichalcite dans le quartz du filon de Monchonay à Monsols.

Vosges. — [*Alsace*]. L'aurichalcite a été trouvée jadis dans le filon de galène du Katzenthal.

Le même minéral a été signalé par Delesse à Framont : les échantillons que j'ai trouvés sous ce nom dans les vieilles collections sont constitués par une variété vert pâle de malachite.

Tonkin. — M. Dupouy a signalé (*Minerais et minéraux du Tonkin*, 75, 1909.) des rosettes d'aurichalcite d'un bleu verdâtre pâle, accompagnant la galène et la cérusite de Cho-Ra (au N.-O. de Bac-Kan) et de Lang-Hit.

Nouvelle-Calédonie. — L'aurichalcite en lamelles d'un bleu

pâle est associée à du quartz, de la calcite et plus rarement à de la chessylite, à de la malachite et à de la cérusite, dans des échantillons provenant de la mine Pilou (vallée du Diahot).

Congo. — Dans les cavités d'une smithsonite provenant d'anciens travaux indigènes d'Yanga-Koubantza, à mi-distance entre Mindouli et Boko-Songho, des lamelles bleu vert d'aurichalcite forment de fort belles rosettes.

2° *Dans de vieilles scories métallurgiques.*

Bretagne. — *Finistère*. M. L. Michel a trouvé des houppes soyeuses d'aurichalcite vert pâle, accompagnées de cuprite, de malachyte, de chessylite, de linarite, de cérusite, d'anglésite et de gypse dans de vieilles scories de la fonderie de Poullaouen (*B. S. M.* XXXI, 274. 1908), voir p. 750.

MALACHITE

$2CuCO^3$, $Cu(OH)^2$

Monoclinique : $m\,m = 104° 20'$ (Dx)

$b : h = 1000 : 301{,}030$ D $= 750{,}366$ $d = 661{,}023$

angle plan de $p = 97° 14' 39''$

— $m = 108° 10' 54''$

$a : b : c = 0{,}88093 : 1 : 0{,}40118.$

$zx = 61° 50'$

Formes observées. p (001); m (110), h^1 (100), g^1 (010); $a^{3/4}$ ($\bar{4}03$); $\delta = (b^1\ b^{1/5}\ h^{1/3})$ ($\bar{3}23$), $\varphi = (b^1\ b^{1/13}\ h^{1/8})$ ($\bar{8}58$).

Macles. Macle suivant h^1 (100) très fréquente, produite soit par accolement, soit par pénétration; elle est souvent polysynthétique.

J'ai mesuré les angles donnés ci-contre sur des cristaux de Mindouli.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
*$m\,m$	104° 20′	104° 27′
$m\,h^1$	142° 10′	142° 8′
$m\,g^1$	127° 50′	127° 48′

	Angles calculés.	Angles mesurés.
*$p h^1$	118° 10′	118° 6′
$a^1\,h^1$	88° 55′	
*$a^{3/4}\,h^1$	98° 43′	
$p\,m$	111° 53′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$\delta\,\delta$ s. a^1	150° 4′	150° 17 à 152° 20′
$\varphi\,\varphi$	151° 52′	

Faciès. Les cristaux nets et mesurables sont très rares ; ils appartiennent à deux types.

Type I. Cristaux très allongés suivant l'axe vertical, cannelés et généralement maclés (fig. 3).

Type II. Cristaux raccourcis suivant l'axe vertical, terminés par une pyramide (fig. 2) à symbole compliqué.

Le minéral constitue souvent des rosettes ou des houppes; le plus souvent la malachite forme des masses concrétionnées à structure fibreuse, à surface tuberculeuse, botroyde, etc., tantôt lisses, tantôt hérissées de pointements cristallins ; quelquefois le centre de ces masses fibreuses est à tissu très serré, alors que l'extérieur est lâche. Enfin, on trouve surtout la malachite en masses fibreuses irrégulières, en masses compactes, grenues ou terreuses.

Clivages. Clivage p (001) parfait, moins facile suivant g^1 (010). Cassure inégale ou subconchoïdale.

Dureté. 3, 5 à 4. Fragile.

Densité. 3, 9 à 4,03.

Coloration et éclat. Vert foncé (vert malachite). Les variétés terreuses sont ternes. Poussière vert pâle. Translucide, transparente en lames minces.

Éclat adamantin, un peu vitreux dans les cristaux, avec aspect soyeux, souvent très vif, dans les types fibreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), faisant, pour la lumière jaune, un angle de 23° 10′ avec l'axe vertical, dans l'angle obtus de ph^1.

$\mathbf{n}_m = 1{,}87$. $2E = 89° 14'$; d'où $2V = 44° 7$ (Dx)(Na).

Dispersion nette, $\rho < v$ dans l'air. Dispersion inclinée faible.

Pléochroisme. Le pléochroisme est très net.

$\mathbf{n}_g$ = vert malachite.
$\mathbf{n}_m$ = jaune vert.
$\mathbf{n}_p$ = vert très pâle.

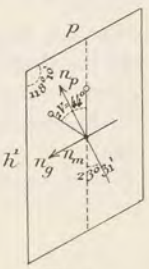


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Composition chimique. La formule $2CuCO^3$, $Cu(OH)^2$ ou $3\,CuO\,CO^2$, H^2O correspond à la composition *a* ; analyse de la malachite de Chessy par Vauquelin, *b*.

	a	*b*
CO^2.....	19,9	21,25
Cu O.....	74,9	70,10
H^2O.....	8,2	8,75
	100,0	100,10

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, noircit et donne de l'eau. Facilement fusible au chalumeau en colorant la flamme en vert-émeraude. Sur le charbon, au feu réducteur, donne un bouton de cuivre. Soluble dans les acides avec effervescence. Soluble dans l'ammoniaque.

Altérations. J'ai observé une pseudomorphose de malachite en mélaconite : on verra signalée page 760, une pseudomorphose en limonite.

Diagnostic. La malachite en fibres ou en petites aiguilles possède à peu près la même couleur que l'atacamite, la brochantite et la pseudomalachite. L'essai par un acide est caractéristique (solution avec effervescence). La comparaison des propriétés optiques des clivages fournit en outre un diagnostic commode : un peu du minéral écrasé, puis examiné entre deux lamelles de verre au microscope, donne les résultats suivants :

Malachite.	*Atacamite.*	*Brochantite.*
1° Clivage *p transv.* à l'allongement, un peu *oblique* sur la bissectrice aiguë $\mathbf{n}_p$. 2E = 89°.		
2° Clivage moins facile. g^1, montrant généralement la macle h^1 avec extinction de 28° ; la lame est parallèle au plan des axes.	Clivage g^1, faisant partie de la zone d'allongement, perpendiculaire à la bissectrice aiguë, $\mathbf{n}_p$. 2E très grand.	Clivage g^1, faisant d'ordinaire partie de la zone d'allongement perpendiculaire à la bissectrice aiguë, $\mathbf{n}_p$. 2E grand.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La malachite est le produit d'oxydation le plus fréquent des minerais sulfurés cuprifères, elle est généralement accompagnée par la chessylite. On la rencontre donc partout où se trouvent ceux-ci et notamment aux affleurements des filons métallifères; elle constitue aussi en partie les enduits de vert de gris produits par l'oxydation des objets de cuivre. Je ne séparerai pas les gisements dans lesquels

les minéraux cuprifères constituent l'élément essentiel de ceux où ils ne sont qu'accessoires. Je m'occuperai tout d'abord d'un gîte de substitution, dans lequel la malachite s'est formée directement par la réaction des produits d'oxydation des sulfures sur des calcaires et aussi par épigénie de chessylite formée par le même processus.

1° *Dans un gîte de substitution.*

Plateau-Central. — *Rhin.* La mine de Chessy, dont les conditions de gisements sont exposées page 756, a fourni de magnifiques échantillons de malachite présentant des aspects très variés. Le type le plus commun consiste en concrétions à structure fibreuse et éclat soyeux, engagées dans de l'argile ; les fibres élémentaires ont parfois jusqu'à 8 centimètres de longueur.

Cette malachite est fréquemment associée dans les mêmes blocs à de la chessylite. Elle épigénise très souvent les cristaux de ce minéral, sans qu'il y ait une relation géométrique entre les deux carbonates (voir p. 759). Les cristaux de chessylite transformés en malachite fibreuse ont souvent une surface poreuse, dans d'autres cas, ils sont recouverts d'un vernis de chessylite néogène donnant aux faces un éclat très vif.

On a vu plus haut que les cristaux de cuprite de ce même gisement sont souvent transformés superficiellement en malachite, mais dans ces pseudomorphoses, cette dernière n'est pas fibreuse (voir page 760, pour une pseudomorphose en limonite).

La malachite est souvent aussi mélangée à une psilomélane cuprifère associée à de la limonite. Enfin, la collection du Muséum possède un échantillon de calcaire siliceux recouvert par une couche de malachite fibreuse à surface extrêmement polie et brillante, qui s'est concrétionnée sur la roche solide au lieu de se former comme d'ordinaire dans l'argile.

2° *Dans les gisements métallifères sulfurés.*

Si la malachite se rencontre aux affleurements de tous les minerais de cuivre décrits dans le tome II et si, par suite, elle abonde sur le territoire français, il n'existe par contre qu'un petit nombre de gisements, dans lesquels on la trouve en abondance et avec des particularités intéressantes ; ce sont seulement ceux-là dont je vais m'occuper.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* Petites masses concrétionnées dans un filon de quartz à l'île Mez-Gouelo, près Paimpol.

Aquitaine. — *Dordogne.* La collection du Muséum possède un échantillon de malachite indiqué comme provenant des Farges, près Terrasson, et comme ayant été recueilli dans les couches supérieures au terrain houiller. C'est une croûte cristalline, d'un vert presque noir, hérissée de pointements cristallins indistincts ; elle repose sur une argile un peu cuprifère.

Pyrénées. — *Pyrénées-Orientales.* Les filons cuprifères, aujourd'hui abandonnés, de Canaveilles ont fourni d'assez jolis échantillons de malachite en masses mamelonnées, accompagnées de chrysocole.

Corbières. — *Hérault.* De beaux échantillons de malachite fibreuse, imprégnant des blocs de chalcosite, ont été recueillis à l'état roulé dans le ruisseau de Notre-Dame de Congra en Carlencas près Pézenas.

Cévennes. — *Gard.* M. de Brun m'a communiqué de très petits cristaux de malachite, clairsemés dans une gangue quartzeuse et provenant de la mine de zinc d'Arrigas : ils présentent les faces m, g^1 et un dôme indéterminable ; ils sont eux-mêmes formés par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre de cristaux plus petits.

Plateau Central. — *Tarn.* J'ai signalé (*B. S. M.* XVII. 37. 1894) d'intéressants minéraux trouvés à las Costes en Alban-le-Fraysse. Au mur du filon d'hématite exploité, on a rencontré une poche constituée par du quartz avec du cuivre natif et de la cuprite, enveloppés par de la malachite et de la pseudomalachite, qui se sont formées à leurs dépens. Ces deux derniers minéraux constituent des masses fibreuses et mamelonnées ; ils se distinguent l'un de l'autre par leur nuance différente ; la malachite est d'un vert un peu jaune, à éclat soyeux ; la pseudomalachite est d'un vert sombre, presque noir à la partie extérieure des mamelons hérissés de pointes cristallines. La pseudomalachite forme l'extérieur des concrétions ; elle recouvre la malachite qui, elle-même, est implantée sur un noyau de cuprite ou de cuivre natif. Il existe parfois un vide entre le carbonate et le phosphate de cuivre. Assez rarement, l'ordre de cristallisation est renversé et la malachite forme des houppes de fines aiguilles à la surface de la pseudomalachite.

Loire. En masses mamelonnées aux affleurements des filons de la Pacaudière (voir à *cérusite*).

Rhône. La malachite en croûtes mamelonnées n'est pas rare dans les filons de galène des environs de Beaujeu et en particulier dans celui de Monchonay, où elle résulte de la transformation de la panabase : elle accompagne généralement la chessylite et tapisse des cavités cubiques laissées vides par la disparition de galène.

Vosges. — [*Alsace*]. La malachite concrétionnée a été rencontrée à Sainte-Marie-aux-Mines et à Framont. Dans ce dernier gisement, les géodes de cristaux d'hématite que renferme l'ocre rouge présentent parfois des houppes d'une variété de malachite d'un vert très pâle offrant quelque ressemblance avec certaines variétés d'aurichalcite. Sadebeck a signalé des pseudomorphoses de panabase en malachite (*Z. d. G.* XXIV. 459).

M. Ungemach m'a signalé en outre les gisements alsaciens suivants : Urbeis (mine Théophile) dans le Val de Villé (aiguilles soyeuses, ténues); Osenbach près Soultzmatt (touffes soyeuses dans limonite); Steinbach près Thann (sphénoèdres $b^{1/2}$ de chalcopyrite, transformés en malachite); lac d'Alfeld près Serven (Val de Massevaux) (aiguilles sur quartz), etc. Un gisement plus intéressant est celui de Mollau près Saint-Amarin, qui a fourni de magnifiques masses fibreuses de malachite pesant plusieurs kilogrammes, dont les fibres peuvent atteindre 2 cm. de longueur; il existe aussi des touffes de cristaux aciculaires atteignant 4 millimètres de longueur.

Vosges. Anozel en Saulcy-sur-Meurthe et Remémont en Entre-Deux-Eaux près Saint-Dié (masses pulvérulentes), Lubine (avec panabase), La Croix-aux-Mines (avec pyromorphite, limonite, etc.)

Belfort. Mine du Solgat à Giromagny (touffes de petites aiguilles avec campylite).

Maures. — *Var*. Le gisement cuprifère du Cap Garonne renferme de petits mamelons vert sombre de malachite, hérissés de pointements cristallins, qui sont à signaler à cause de la difficulté qu'on éprouve parfois au premier abord à les distinguer de la pseudomalachite qui les accompagne.

Algérie. — *Oran*. J'ai observé des sphénoèdres de chalcopyrite, provenant de la mine de Gar-Rouban, plus ou moins complètement

transformés en malachite fibreuse ; ces pseudomorphoses ont une surface rugueuse et irrégulière. La malachite soyeuse forme aussi des croûtes ou des mamelons isolés dans les cavités du calcaire qui sert de gangue à la chalcopyrite.

Alger. Des mamelons de malachite à cassure compacte ont été jadis rencontrés en abondance dans le gîte de panabase de Mouzaïa ; ils étaient associés à de la limonite, à de la barytine et à de la panabase.

La collection du Muséum possède une belle croûte fibreuse recouvrant de la barytine lamellaire et indiquée comme provenant de Joinville.

Congo. — Le Congo est la région française fournissant les plus beaux échantillons de malachite. Ce minéral est très répandu dans le gisement de Mindouli, d'où proviennent les magnifiques cristaux de dioptase décrits dans le tome I.

On l'y trouve en cristaux distincts se rapportant à deux types ; le premier comprend des aiguilles allongées suivant l'axe vertical, très maclées suivant h^1 et formant des buissons qui couvrent de larges surfaces de chalcosite ou enveloppent la cuprite.

Le second type est constitué par des cristaux trapus, non maclés, présentant les faces m (110), h^1 (100), g^1 (010), z ($\bar{3}23$) très striées parallèlement à son intersection avec g^1 et oscillant avec φ ($\bar{8}58$). Ces cristaux rappellent par leurs formes ceux du Katanga (Congo belge), qui ont été décrits par MM. Cesàro et Buttgenbach, mais ils ne présentent pas les macles suivant a^1 ($\bar{1}01$) observées dans ceux-ci. Ces cristaux sont généralement enchevêtrés les uns dans les autres et difficiles à isoler. La cassure des agrégats qu'ils forment montre de larges lames nacrées, dues aux clivages p et g^1. Elles sont mélangées avec de l'argent natif et de la cuprite dans des cavités de corrosion du calcaire ou de la chalcosite.

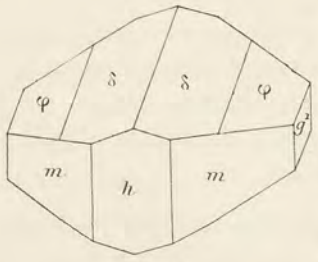


Fig. 2.
Malachite de Mindouli.

La malachite abonde aussi avec chalcosite, planchéite et cristaux de dioptase encore plus beaux que ceux de Mindouli à Pimbi, à l'ouest de cette dernière mine. Elle se trouve aussi en belles rosettes dans les fentes de minerais calaminaires de Yanga-Koubantza, entre ce

gisement et le suivant : elle est accompagnée d'un peu de chessylite.

Il faut faire encore une mention pour le gisement de M'Boko Songho, situé plus à l'ouest encore et au gisement voisin d'Akouimba. Ils consistent en poches d'argile rouge, creusées dans des calcaires paléozoïques. On y trouve isolés des blocs de malachite concrétionnée, fibreuse, et d'autres de cérusite, de galène, etc. La collection du Muséum renferme un magnifique bloc de malachite fibreuse pesant une vingtaine de kilogrammes et pouvant être comparé avec les plus belles malachites de l'Oural ; il semble provenir des environs de Zinga, gisement situé dans la même région. Je dois la plupart des échantillons que j'ai étudiés à MM. Lucas et de Romeu.

La malachite abonde dans ces gisements de la vallée du Niari, dont les exploitations indigènes fournissaient jadis le cuivre à la région de l'Ogooué et au pays des Batékés. Il y a une cinquantaine d'années on a exporté par Loango au Havre et à Marseille de la malachite associée à un peu de dioptase et qui provenait probablement de ces gisements.

Madagascar. — La malachite forme des enduits cristallins et des aiguilles translucides aux affleurements du filon d'érubescite d'Ambatofangehana (province d'Ambositra) ; elle est intimement mélangée à des enduits et à des cristaux de brochantite de même couleur ou à de la chrysocole.

Des masses caverneuses de malachite ont été trouvées au placer Lecomte dans le district de Faujakana (près Fianarantsoa).

Nouvelle-Calédonie. — La malachite se rencontre sous forme compacte, terreuse ou fibreuse, aux affleurements des différentes mines de cuivre de l'île (mine de Balade, mines Ao et Pilou). Dans ce dernier gisement, elle forme des masses mamelonnées et des houppes soyeuses, associées à de la cérusite et à de la barytine lamellaire. Elle existe aussi seule dans les cavités d'une limonite caverneuse, en aiguilles cannelées d'un vert foncé à éclat vitreux très vif et transparent qui sont terminées par p et $a^{3/4}$ ($\bar{4}03$) et rappellent les cristaux de Horhausen.

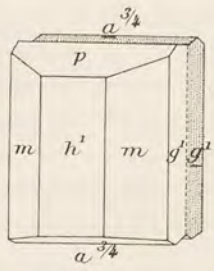


Fig. 3.
Malachite de la mine Pilou.
Macle suivant $h1$ (100).

J'ai reçu récemment un échantillon de cette même mine, dont la malachite fibreuse est en partie transformée en mélaconite, sans que sa structure soit modifiée.

Tonkin. — M. Dupouy m'a communiqué des échantillons de malachite concrétionnée et fibreuse provenant de Van-Sai, sur la rivière Noire (province de Son La) ; elle accompagne la chessylite parmi les produits d'oxydation de chalcosite, de chalcopyrite et d'érubescite. Elle se trouve sous la même forme (associée à de la pyromorphite), dans le gîte de panabase de Bieng-Dong, et Giao Hiem (province de Bac Giang) ; et dans l'hématite de Lam, localité située dans la même province. M. Dupouy vient de donner des renseignements sur ces gisements dans son livre *Minerais et minéraux du Tonkin*. 1909.

3° *Dans les produits oxydés de l'industrie cuprifère.*

La malachite est un des produits secondaires les plus fréquents, parmi ceux qui résultent de l'oxydation des objets de cuivre ou de bronze ensevelis dans la terre humide. C'est elle qui forme le plus souvent la patine verte de la plupart des objets de l'âge du bronze, si fréquents sur le territoire français, des monnaies et antiquités de tout âge, qui s'y rencontrent avec non moins d'abondance : la brochantite l'atacamite se forment aussi parfois dans les mêmes conditions. Je citerai en outre une autre condition fort intéressante.

Bretagne. — *Finistère*. M. L. Michel a étudié (*B. S. M.* XXXI. 274. 1908) de vieilles scories plombeuses, cuprifères, accumulées depuis un siècle et demi au voisinage de l'ancienne fonderie de Poullaouen. Elles sont noires, vitreuses, et contiennent des globules de cuivre et de plomb, ainsi que des morceaux de charbon de bois.

Les cavités bulleuses renferment de nombreux minéraux cristallisés : cuprite, malachite, chessylite, limonite, aurichalcite, cérusite, anglésite, gypse. La malachite forme de petites masses mamelonnées à fibres très serrées et des houppes soyeuses.

Ce mode de formation est comparable à celui qui se produit dans le chapeau de fer des filons par un procédé analogue. Il se rapproche plus des procédés naturels que de celui des scories athéniennes immergées du Laurion, où l'eau de mer joue un rôle prépondérant.

CHESSYLITE

(*AZURITE*)

$2\,CuCO^3.\,Cu(OH)^2$

Monoclinique $mm = 99°31'$ Dx.

$b : h = 1000 : 670.737$ $\quad D = 763.092$ $\quad d = 646.281$

Angle plan de $p = 99°28'35''$

— $\quad m = 91°31'\ 7''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}8469 : 1 : 0{,}8789 \\ zx = 87°39' \end{array}\right]$$

Formes observées : p (001) : m (110), h^1 (100), g^1 (010), h^5 (320), h^3 (210), g^3 (120) ;

o^2 (102), o^1 (101), $o^{1/2}$ (201), a^8 ($\bar{1}08$), a^5 ($\bar{1}05$), a^4 ($\bar{1}04$), $a^{7/2}$ ($\bar{2}07$), a^3 ($\bar{1}03$), a^2 ($\bar{1}02$), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{4/5}$ ($\bar{5}04$), $a^{2/3}$ ($\bar{3}02$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) ;

$e^{5/2}$ (025), $e^{3/2}$ (023), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021) ;

$d^{1/2}$ (111), $d^{1/4}$ (221), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$), $b^{1/8}$ ($\bar{4}41$) ;

$o_5 = (d^1\ d^{1/5}\ h^1)$ (321) ; $a_3 = (b^1\ b^{1/3}\ h^1)$ ($\bar{2}11$) ; $z = (b^{1/3}\ b^{1/5}\ h^1)$ ($\bar{4}11$) ;

$\delta = (d^{1/2}\ b^{1/6}\ g^{1/3})$ (243), $\gamma = (d^1\ b^{1/3}\ g^1)$ (121) ; $\zeta = (d^1\ b^{1/2} g^1)$ (132) ; $x = (d^{1/2}\ b^{1/6}\ g^1)$ (241) ; $\gamma_1 = (d^{1/6}\ b^{1/14}\ g^{1/7})$ (4.10.7) ; $\chi = (d^{1/5} b^{1/2} g^1)$ (1.11.2) $\varepsilon = (b^{1/2}\ d^{1/6}\ g^1)$ ($\bar{2}45$) ; $\beta = (b^{1/2}\ d^{1/6}\ g^{1/3})$ ($\bar{2}43$) ; $\lambda = (b^1\ d^{1/3}\ g^1)$ ($\bar{1}21$), $\pi = (b^{1/3}\ d^{1/9}\ g^{1/2})$ ($\bar{3}62$), $\omega = (b^{1/2}\ d^{1/6} g^1)$ ($\bar{2}41$) ; $t = (b^{1/4}\ d^{1/8}\ g^1)$ ($\bar{2}61$) ;

$\Sigma = (b^1\ d^{1/5}\ g^{1/2})$ ($\bar{2}32$), $v = (b^{1/2}\ d^{1/8}\ g^{1/3})$ ($\bar{3}53$), $\tau = (b^{1/2}\ g^{1/3}\ d^{1/14})$ ($\bar{6}83$), $\Delta = (b^{1/8}\ d^{1/12} g^{1/3})$ ($\bar{2}.10.3$) ; $i = (b^{1/9}\ d^{1/11}\ g^{1/2})$ ($\bar{1}.10.2$), $\mu = (b^{1/16}\ d^{1/20}\ g^{1/3})$ ($\bar{2}.18.3$).

Macles. Les macles sont fort rares : elles sont au nombre de deux.

1° Macle suivant a^1 ($\bar{1}01$) : les faces p des deux individus font entre elles un angle de 94°34′.

2° Macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) : les faces p font entre elles un angle de 132°24′.

Les angles suivants ont été mesurés par Schrauf sur des cristaux de Chessy, par M. Cesàro (C.) sur un cristal de ce gisement et par moi-même sur ceux de Chessy et de la Nouvelle-Calédonie (Lx).

1. Les paramètres adoptés sont ceux de Des Cloizeaux. Schrauf a adopté pour c une valeur double, par suite :

o^1 (101) = o^2 (102) Schrauf. $\quad d^{1/4}$ ($\bar{2}21$) = $d^{1/2}$ (111) Schrauf.

e^1 (011) = e^2 (012) — $\quad a_3$ ($\bar{2}11$) = ($\bar{2}12$) — etc.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm av.	99°31′	
mh^5	169°11′	
mh^3	162°42′	
mh^1	139°46′	139°38′ à 40′
h^5h^5 s. h^1	121° 9′	
h^3h^3 s. h^1	134° 8′	
mg^3	160°49′	
mg^1	130°14′	
g^3g^3 s. g^1	118°50′	
po^2	135° 5′	
o^2h^1 av.	119°16′	
po^1	135° 9′	135° 1′ (Lx)
o^1h^1	137°12′	137°15′
$po^{1/2}$	117°37′	
$o^{1/2}h^1$	154°44′	
ph^1 ant.	92°21′	92°24′ à 29′20′ (Lx)
pa^8 adj.	172°35′	
a^8h^1	95° 4′	
pa^5	168°11′	
a^5h^1	99°28′	
pa^4	165°27′	165°30′
a^4h^1	102°12′	
$pa^{7/2}$	163°29′	
$a^{7/2}h^1$	104° 0′	
pa^3	160°41′	159°40′
a^3h^1	106°58′	
pa^2	152° 5′	
a^2h^1	115°34′	
$^*pa^1$	132°43′	132°30′ à 50′
$^*a^1h^1$	134°56′	134°50′
$pa^{4/5}$	126° 9′	126° 5′
$a^{4/5}h^1$	140° 1′	
$pa^{2/3}$	121° 3′	121°30′ 121° (Lx)
$a^{2/3}h^1$	146°36′	
$pa^{1/2}$	113°48′	113°52′ (Lx)
$a^{1/2}h^1$	153°51′	153°50′ (Lx)
$pe^{5/2}$	160°39′	
$e^{5/2}e^{5/2}$ s. p	141°18′	
$pe^{3/2}$	149°39′	149°30′,38′ (Lx)
$e^{3/2}e^{3/2}$ s. p	119°18′	
pe^1	138°43′	130°30′,28′ (Lx)
e^1e^1 s. p	97°26′	
$pe^{1/2}$	119°39′	119°35′. 38′ (Lx)
$e^{1/2}e^{1/2}$ s. p	59°18′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$pd^{1/2}$	127°30′	
$d^{1/2}$ m	144°18′	
$pd^{1/4}$	111°46′	111°40′, à 50′
$d^{1/4}m$	160° 2′	
pm ant.	91°48′	91°45′
$pb^{1/2}$ adj.	125°10′	
$b^{1/2}$ m	143° 2′	
$pb^{1/4}$	108°36′	
$b^{1/4}$ m	152°36′	
$b^{1/2}b^{1/4}$	163°26′	163°30′
$pb^{1/8}$	98°27′	
$b^{1/8}m$	169°45′	
$b^{1/2}b^{1/8}$	153°17′	153°45′
pz av.	101° 4′	
pa_3	112° 7′	
ph^3 post.	87°50′	
po_5 adj.	107°30′	
ph^5 ant.	92°10′	
$p\delta$ adj.	127° 6′	
$p\gamma$ —	117° 4′	116°59′ (Lx)
px —	104°54′	
pg^3 ant.	91°12′	
$p\varepsilon$ adj.	140°18′	140°20′ (Lx)
$p\beta$ —	125°33′	125°30, à 35′, 38′ (Lx)
$p\lambda$ —	115° 9′	115° 6′
$p\pi$ —	107° 1′	107° 0′
$p\omega$ —	102°39′	102°30′ à 57′, 50′ (Lx)
$p\eta$ av.	126°26′	
$p\zeta$ av.	125°48′	
pi adj.	102°29′	
$p\tau$ adj.	107° 2′	
$p\chi$ adj.	101°52′	
pt adj.	99°11′	
$p\Sigma$ adj.	119°44′	
$p\nu$ adj.	118° 5′	
$p\Delta$ adj.	107°54′	
$p\mu$ adj.	100°22′	100°20′
χh^1 ant.	96°29′	
μh^1	96°55′	
xh^1 ant.	120° 6′	
$b^{1/8}h^1$ adj.	138°26′	
ωh^1 post.	119° 7′	
o_5h^1	147°21′	148°30′
$d^{1/4}h^1$	136°20′	136°14′ à 16′

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$d^{1/4}e^{1/2}$	134°50′	
γh^1 s. $d^{1/4}$	118° 6′	
$e^{1/2}h^1$	91°10′	
λh^1 post.	116°15′	
$b^{1/4}h^1$ adj.	135°12′	
δh^1 ant.	115°28′	
βh^1 post.	112°55′	
$d^{1/2}h^1$ adj.	129° 3′	
e^1h^1 s. $d^{1/2}$	91°46′	
$b^{1/2}h^1$ adj.	126°51′	
a_3h^1 post.	146°49′	
zh^1 adj.	162° 4′	
εh^1 post.	107° 2′	
$e^{3/2}h^1$ post.	87°58′	
xx s. $o^{1/2}$	67°22′	
$d^{1/4}d^{1/4}$ s. $o^{1/2}$	106°14′	
$\gamma\gamma$ s. o^1	79°52′	
$d^{1/2}d^{1/2}$ s. o^1	118°18′	
$d^{1/2}\,o^1$	149° 9′	
$\chi\chi$ s. g^1	153°18′	
$g^1\,\zeta$	139° 0′	
g^1o^2	90°	
μg^1	167°15′	167°30′
$\mu\mu$ s. g^1	154°30′	154°30′, 26′ (Lx)
$\Delta\beta$	156°39′	156°30′
βg^1	134°29′	134°51′
$\beta\beta$ s. g^1	88°58′	89°
$g^1b^{1/2}$	121°53′	121°53′
$\lambda b^{1/2}$	160°40′	160°30′
$\nu b^{1/2}$	165°50′	165′30′
$\Sigma b^{1/2}$	168°51′	169°10′
$b^{1/2}b^{1/2}$ s. a^1	116°13′	
$b^{1/2}a^1$	148° 6′	148°20′
$b^{1/2}b^{1/2}$ s. g^1	63°47′	63°40′
ωg^1	147°10′	
$t\omega$	170°27′	170°26′ (C)
$\omega a^{1/2}$	122°50′	122°35′
$\omega\omega$ s. g^1	114°20′	
$za^{1/2}$	134° 4′	133°30′
$b^{1/4}a^{1/2}$	142°14′	141°50′
$a_3a^{1/2}$	158°49′	158°30′
$b^{1/8}b^{1/8}$ adj.	100°31′	
zz adj.	156°32′	
$o^{1/2}\,m$ adj.	133°39′	
$o^{1/2}d^{1/2}$ adj.	144°57′	
$o^{1/2}e^{1/2}$ s. $d^{1/2}$	103°16′	
$\delta e^{1/2}$	153°33′	153°45′
$\eta e^{1/2}$	157°50′	157°30′
$\zeta e^{1/2}$	160°57′	161°25′
$e^{1/2}m$ post.	123° 5′	123° 8′, 1′ (Lx)
Δm adj.	139° 4′	148°48′
ωm adj.	156° 6′	156° 6′ 2′ (Lx)
$o^{1/2}h^3$ adj.	146°23′	
$e^1\,\beta$	154° 3′	
$e^1\,\Sigma$	145°22′	
$e^1b^{1/4}$	130° 5′	
e^1h^3 post.	103°13′	
$o^1d^{1/4}$	139°42′	139°30′ à 35′
o^1g^3 ant.	111°55′	
$o^1e^{1/2}$	110°32′	
o_5m	161° 2′	
o^1m adj.	124° 4′	
o^1e^1 —	122°11′	
$o^1\,\lambda$ s. e^1	88°40′	
e^1m post.	113°45′	
λm adj.	147°16′	
γm adj.	148°44′	
ζm —	137° 5′	
e^1m ant.	116°44′	116°53′
$\gamma^{\frac{2}{3}}$	168°21′	168°13′
e^1a^1 s. b^1	120°38′	
a^1a_3	151°54′	
a^1m adj.	122°38′	122°20′
a_3m	150°44′	
xm adj.	156°59′	56°50′ (Lx)
$e^{1/2}m$ ant.	125°14′	125°10′ (Lx)
βm s. $e^{1/2}$	98°56′	99° 4′ (Lx)
$b^{1/2}m$ —	83°19′	83°15′ (Lx)
$a^{1/2}e^{1/2}$ s. $b^{1/2}$	101°31′	
$a^{1/2}\,\beta$ —	127°49′	127°38′
$a^{1/2}b^{1/2}$ adj.	143°26′	144°
$a^{1/2}m$	133°15′	
$\beta\nu$	171°31′	171°30′
$\beta\tau$	159° 4′	158°30′
βm adj.	138°35′	138°40′
$e^{3/2}m$ s. β	107°25′	107°30′

	Angles calculés.	mesurés.
$a^{2/3}m$ adj.	129°36′	129°30′
$d^{1/4}h^5$	157°39′	
$d^{1/4}a^1$ s. $e^{3/2}$	74°23′	74°20′
$e^{3/2}a^1$ sur $b^{5/4}$	125°50′	
a^1h^1 adj.	127°58′	
$a^2b^{1/4}$ adj.	128°21′	
$a^2e^{3/2}$	139°41′	
$e^{3/2}\,\gamma$	141°17′	141°19′
$\eta\gamma$	169°37′	169°55′
βa^1	134°17′	134°
ωm	156° 6′	
εm adj.	125°22′	
$e^{5/2}m$ s. ε	100°38′	

	Angles calculés.	mesurés.
$d^{1/4}h^3$ adj.	154°10′	
e^1h^3 s. $d^{1/4}$	106°35′	
$d^{1/4}a^{1/2}$ s. e^1	60° 5′	
$\delta\ a^{1/2}$ —	82°41′	
$e^1\ a^{1/2}$ s. $b^{3/4}$	107°40′	
$\varepsilon a^{1/2}$	127°29′	
tm	149°47′	150° (C)
$i\omega$	156°45′	156°43′ (C)
im	134°59′	135° 6′ (C)
$e^{3/2}g^1$	120°21′	
o_5g^1	117°38′	
γg^1	140° 4′	

Faciès des cristaux. Les cristaux de chessylite, souvent très riches en faces, présentent des combinaisons fort nombreuses se rapportant à des types variés ; comme tous ceux-ci sont réalisés à Chessy, je donnerai plus loin leur description en étudiant ce gisement.

La base manque rarement, et les cristaux sont fréquemment aplatis parallèlement à elle ; ils sont souvent allongés suivant l'axe b, plus rarement suivant l'axe a.

Les faces de la zone de symétrie (particulièrement p et h^1) sont fréquemment striées parallèlement à leur intersection mutuelle. Les Traités de Minéralogie indiquent que les stries de la face p sont parallèles à l'axe a, cela n'est qu'une assez rare exception pour les cristaux de Chessy que j'ai étudiés.

La chessylite forme très fréquemment des boules constituées par des cristaux enchevêtrés (fig. 2), des masses stalactiformes à structure plus ou moins fibreuse (fig. 3 et 4), enfin des masses compactes ou terreuses, mais toujours microcristallines.

Clivages. Clivages, parfaits, mais interrompus suivant $e^{1/2}$ (021) ; distincts suivant h^1 (100), très difficiles suivant m (110). Cassure conchoïdale.

Dureté. 3, 5 à 4. Fragile.

Densité. 3, 77 à 3,83.

Coloration et éclat. Bleu de diverses nuances, depuis le bleu de Prusse, presque noir, jusqu'au bleu de ciel clair. Les cristaux de

Chessy, quelle que soit leur taille, sont en général très foncés. Poussière bleue, de couleur plus claire que les cristaux. Transparente en lames minces.

Éclat vitreux tirant sur l'adamantin.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), faisant un angle de 12°39′ avec l'axe vertical, dans l'angle aigu de p h^1 ; une lame parallèle à p (001) est par suite presque perpendiculaire à cette bissectrice. Dispersion nette $\rho > v$ et dispersion horizontale assez prononcée.

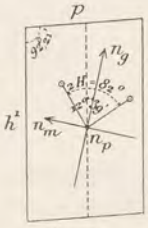


Fig. 1.
Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010).

2 H = 82° 5′, d'où 2 E = 151° (Dx) (entre vert et bleu).

L'écartement des axes diminue avec la température.

Pléochroïsme. La chessylite est faiblement pléochroïque, $\mathbf{n}_m = \mathbf{n}_p > \mathbf{n}$.

$\mathbf{n}_g$ =	bleu clair
$\mathbf{n}_m$ et $\mathbf{n}_p$	bleu azur foncé

Composition chimique. La formule 2 $CuCO^3$. $Cu(OH)^2$ ou 3 CuO. 2 CO^2, H^2O correspond à la composition *a*.

Analyses de la chessylite de Chessy *b*/ par Phillips, *c*/ par Vauquelin.

	a	*b*	*c*
CO^2.....	25,6	25,46	25,0
CuO.....	69,2	69,08	68,5
H^2O.....	5,2	5,46	6,5
	100,0	100,00	100,0

Essais pyrognostiques. Comme pour la malachite.

Altérations. La chessylite se transforme en malachite par perte d'anhydride carbonique et gain d'eau. Le carbonate vert ne présente pas de relations d'orientation avec la chessylite (voir page 759).

Enfin, on connaît dans quelques gisements des pseudomorphoses de chessylite en cuivre natif, en limonite.

Diagnostic. La chessylite ne peut guère être confondue qu'avec la linarite, monoclinique comme elle. Elle s'en distingue en ce qu'elle se dissout avec effervescence dans les acides sans résidu et en fournissant une solution ne donnant que les réactions du cuivre. La bissectrice aiguë est de signe contraire dans les deux minéraux (voir à linarite).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La chessylite peut être étudiée en France dans les deux catégories de gisements suivants :

1° dans un gîte de substitution ;
2° dans des filons métallifères ;
3° dans des roches sédimentaires ;
4° dans les produits d'oxydation d'objets métalliques en cuivre.

1° *Dans un gîte de substitution.*

Plateau-Central. — *Rhône.* Les carbonates de cuivre ont été découverts à Chessy en 1811, au cours de l'exploitation d'un gîte sulfuré. Ce gisement a fourni les admirables cristaux, qui sont dans toutes les collections et qui, pendant de longues années, ont été l'un des minerais exploités dans cette mine. C'est le gisement classique pour l'étude de ce minéral, que Brooke et Miller ont proposé de désigner sous le nom de *chessylite* (*Mineralogy*, 1852. 594), afin d'éviter les inconvénients que présentait le nom d'*azurite*, employé par divers auteurs avec des significations différentes.

Un ancien directeur de la mine, Raby, a donné (*A. M.* IV. 393. 1833.) des renseignements précis sur le gisement des divers minéraux que l'on ne trouve plus que dans les collections, la mine étant abandonnée depuis longtemps, et ses haldes, que j'ai souvent explorées, ne fournissant plus de beaux échantillons.

A Chessy, les marnes et les grès triasiques (recouverts par le jurassique), à strates très relevées, butent par faille contre des schistes micacés et des cornéennes (précambriens), métamorphisés par le granite. Au milieu de cette formation ancienne, elle-même imprégnée de sulfures, se trouvent des lentilles essentiellement sulfurées (pyrite, chalcopyrite, avec blende, un peu de galène, et, au mur, de la magnétite ; la barytine abonde, surtout sur les bords). Ce gîte sulfuré a été longtemps exploité, il constituait la *mine jaune*.

Au voisinage de la faille, les schistes et les cornéennes grisâtres sont très altérés ; la chalcopyrite est en partie transformée en mélaconite, associée à un peu de cuivre natif (*mine noire*).

Le contact de ces roches anciennes avec le trias ne se fait pas directement ; les deux formations sont séparées par une faille verti-

cale, ayant de deux à quatre mètres de largeur et remplie par de l'argile rouge (*mine rouge*), contenant des débris de quartz, de schistes et de cornéennes souvent imprégnés de cuprite et de cuivre natif ; ces mêmes minéraux abondent dans l'argile.

Enfin, la *mine bleue*, caractérisée par la chessylite, se trouve uniquement dans les grès et dans les argiles triasiques ; la zone imprégnée de carbonates a été reconnue sur une longueur de 400 m. (horizontalement $40^m \times 20^m$).

C'est là un gîte de substitution typique ; les carbonates métalliques qu'il renferme résultent de l'attaque du calcaire magnésien des assises triasiques par les sulfates solubles, produits par la décomposition du gîte sulfuré ; la chessylite est d'autant plus pure qu'elle est située plus loin de celui-ci. Elle est accompagnée de malachite, de smithsonite et les argiles contiennent localement une proportion de fer, pouvant s'élever jusqu'à 30 °/₀ de métal. La chessylite constitue des veines parallèles à la stratification, imprégnant la roche sédimentaire ; la plus importante des veines exploitées mesurait $30^m \times 150^m \times 0^m 50$.

Ces carbonates sont accompagnés de masses d'*halloysite* blanche, verte, bleue, noire ou jaune, plus ou moins concrétionnée, associée à de la chrysocole, à de la cuprite et renfermant des nœuds siliceux (en partie opale) roux, qui passent insensiblement au silicate d'alumine.

Avec la chessylite, se trouvent de la *malachite* fibreuse, des cristaux de *cuprite*, de magnifiques cristaux de *smithsonite* verte, généralement antérieurs à la chessylite, alors que de petites houppes d'*aurichalcite* sont postérieures à celle-ci. J'ai observé quelques cristaux de *barytine* implantés sur la chessylite. Drian a signalé des cristaux de calcite ($e^2\ b^1$).

Enfin, pour compléter ce qui concerne les minéraux fournis par ce gisement célèbre, il me reste à signaler la production continuelle dans les galeries de mine, lors de l'exploitation, de stalactites de chrysocole, de chalcanthite, de mélantérite, de dendrites de cuivre natif incrustées sur les boiseries et enfin de cristaux de gypse, qui étaient, paraît-il, tout à fait remarquables. Aujourd'hui encore, sur les tas de déblais, on peut voir, les jours de sécheresse, se former un givre de divers sulfates.

La chessylite ne se présente pas seulement en masses cristallines d'imprégnation ; toutes les fentes de la formation, les cavités et les

fissures de retrait de l'halloysite, des rognons siliceux roux sont tapissées de beaux cristaux. On rencontre aussi, surtout dans les argiles, des nodules ou des boules, dont les dimensions dépassent celles de tête. Ces concrétions sont souvent géodiques et alors leurs cavités sont tapissées de magnifiques cristaux à faces brillantes. Dans d'autres cas, c'est l'extérieur des nodules qui est hérissé de cristaux (fig. 2) ; les faces de ceux-ci sont généralement ternes, comme cela a lieu aussi pour les cristaux isolés au milieu de l'argile.

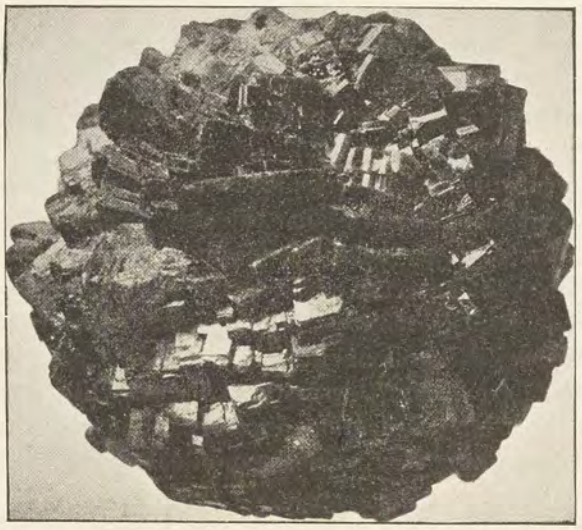


Fig. 2.
Nodule de chessylite formé par des cristaux (type I) enchevêtrés. (*Grandeur naturelle.*)

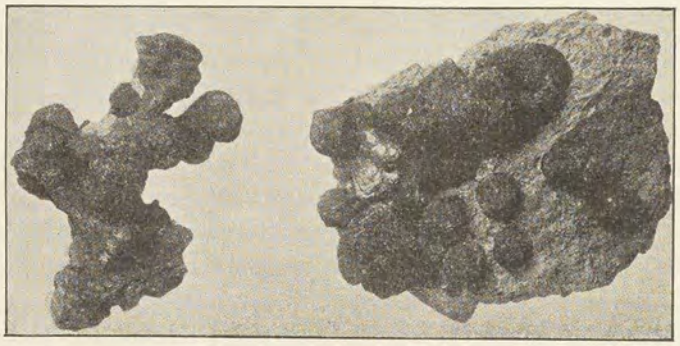


Fig. 3 et 4.
Gerbe de cristaux de chessylite de Chessy. (*Grandeur naturelle.*)

Le centre de cette dernière catégorie de nodules est généralement compact et parfois occupé par de la cuprite. Il y a lieu de noter que ces

nodules de cristaux à faces peu brillantes, supportent parfois de véritables bouquets de cristaux à faces très éclatantes.

Les cristaux se groupent aussi parfois en gerbes (fig. 3 et 4).

La chessylite a été rencontrée implantée sur de la psilomélane cuprifère; enfin j'ai observé des blocs de grès ferrugineux creusés de grandes cavités, plus ou moins globulaires, sur les parois desquelles se trouvent disséminés des cristaux fort nets.

L'association dans les mêmes échantillons de la chessylite et de la malachite est extrêmement fréquente; très souvent, la transformation du carbonate bleu en carbonate vert s'est opérée à partir de la gangue, et a gagné de proche en proche, sans atteindre la surface des cristaux, qui est constituée par une très mince pellicule de chessylite intacte, à travers laquelle on peut même voir çà et là la malachite sous-jacente.



Fig. 5 et 6.
Chessylite néogène implantée sur pseudomorphoses de chessylite en malachite : elle est orientée (fig. 5) ou non (fig. 6) sur le cristal ancien. Chessy. (*Grandeur naturelle.*)

Ce cas est réalisé par quelques-uns des plus gros et des plus beaux cristaux que j'ai examinés et dont les faces sont remarquablement éclatantes. Souvent il y a eu en outre néogenèse de chessylite, dont les beaux cristaux sont implantés sur la malachite fibreuse, ou sur les épigénies : dans ce dernier cas, tantôt la chessylite néogène est géométriquement orientée sur la pseudomorphose (fig. 5) et tantôt elle est disposée sans ordre sur elle (fig. 6).

Beaucoup plus rarement que la malachite, la chessylite épigénise des cristaux de cuprite et les deux carbonates sont quelquefois associés dans la même pseudomorphose. M. Doll a décrit (*Verhandl. K. K. geol. Reichanst.* 1902. 88) des cristaux de chessylite creux, remplis par de petits cristaux néogènes du même minéral; il a

trouvé aussi dans des croûtes de chessylite, partiellement transformées en malachite, des épigénies de ces deux minéraux en limonite.

Les échantillons les plus volumineux de chessylite sont constitués par des cristaux plus ou moins lenticulaires, enchevêtrés les uns dans les autres : leur étude cristallographique est par suite assez pénible.

Enfin, il me reste à signaler des variétés terreuses, englobant généralement en grande quantité tous les éléments du grès.

La chessylite de Chessy a fait l'objet de nombreux travaux ; ses cristaux ont été tout d'abord décrits par Cordier, d'après les obser-

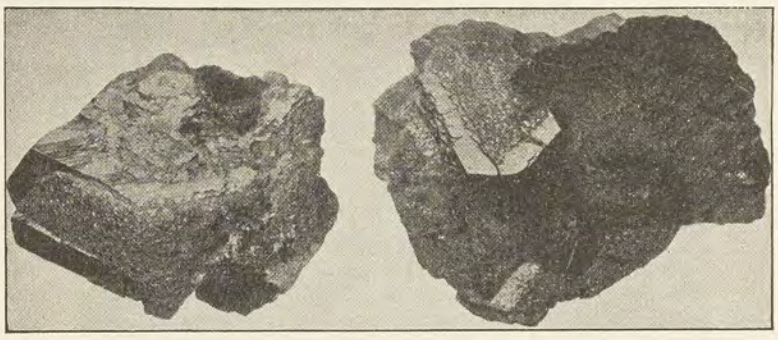


Fig. 7.
Cristaux polysynthétiques de chessylite de Chessy (Type VII). (*Grandeur naturelle.*)

vations d'Haüy (*A. M.* IV. 1. 1819), puis un grand nombre de leurs combinaisons ont été figurées par Lévy (*op.cit.*), par Zippe (*Abhandl. Bömisch. Gesell. Prag.* 1830), par Des Cloizeaux (*op. cit.*, II) ; enfin Schrauf) *Sitzungsber. K. Akad. Wiss. Wien.* 64. 1871) les a étudiés dans sa monographie de la chessylite ; la plupart des figures données plus loin sont empruntées à l'*Atlas der Krystallformen* de cet auteur (Pl. XXVI à XXIX. 1872).

J'ai moi-même examiné un très grand nombre de cristaux, réunis jadis par mon grand-père ou faisant partie de diverses collections.

Les nombreuses combinaisons observées peuvent être groupées en un certain nombre de types, présentant d'ailleurs des passages les uns aux autres. Quelques caractères sont communs à tous ceux-ci ; la base n'est jamais absente ; elle constitue parfois un plan de grand aplatissement. La pyramide $d^{1/4}$ (221) ne manque que rarement. Les

caractères sur lesquels je me suis basé pour établir les types qui vont être passés en revue sont fondés sur le rôle joué par la zone verticale, puis par la zone ph^1, par la zone $p\,m$, etc.

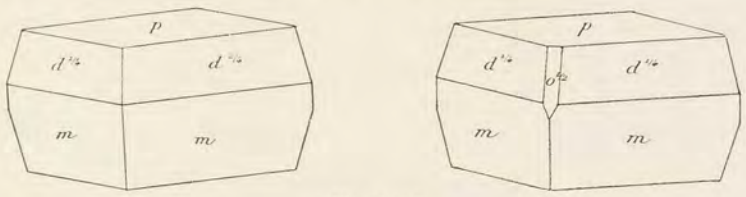


Fig. 8 et 9.
Chessylite de Chessy (Type I *a*).

Les cristaux de chessylite de Chessy sont souvent très polysynthétiques; certains de leurs types ont une grande tendance à former des

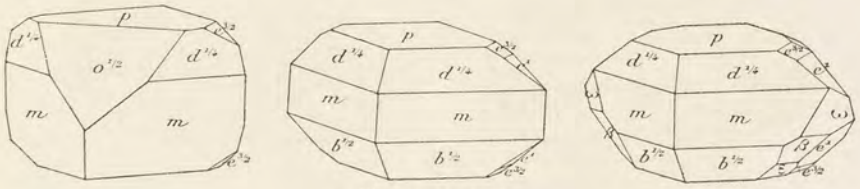


Fig. 10, 11 et 12.
Chessylite de Chessy (Type I *a*).

groupements crêtés, dont les arêtes ont quelquefois une structure continue, alors que la plupart de leurs faces montrent une structure complexe (fig. 7).

Type I. Ce type est caractérisé par la prédominance des faces de la zone prismatique ; les figures 1 à 29 représentent les principales combinaisons observées, que l'on peut diviser en deux groupes.

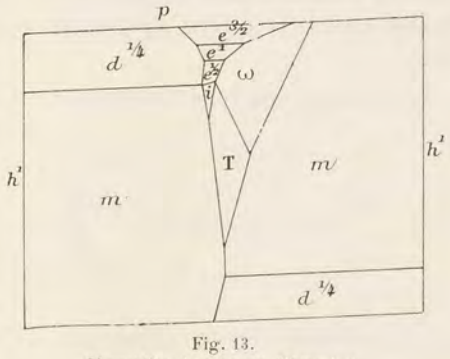


Fig. 13.
Chessylite de Chessy (Type I *a*).

a. Le prisme *m* existe seul dans la zone verticale ; dans la zone *p m*, tantôt $d^{1/4}$ se présente seul (fig. 8 à 10), tantôt au contraire (fig. 11 et 12), on observe $b^{1/2}$ aussi développé que lui. Par l'apparition, puis par le grand développement de o^1 ou de $o^{1/2}$, ces cristaux (fig. 10)

passent au type IV. Les cristaux ne sont pas toujours aussi simples de forme ; ils se compliquent souvent par l'apparition de $e^{1/2}$, e^1, $e^{3/2}$ et de pyramides en zone : ω ($\bar{2}41$), β ($\bar{2}43$), ε ($\bar{2}45$). C'est sur un cristal

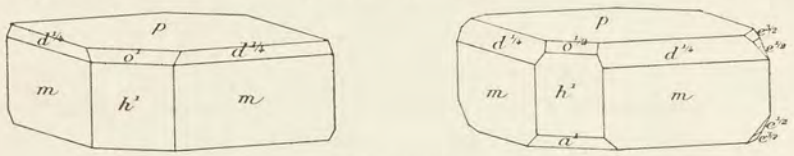


Fig. 14 et 15.
Chessylite de Chessy (Type I *b*).

de ce type, que M. Cesàro a observé les deux formes $\bar{i}$ ($\bar{1}.10.2$) (voisines de μ) et t (261), (fig. 13) (*Bull. Ac. sciences, Belg.* 130, 1905).

Les combinaisons simples des figures 8 à 10 se trouvent parfois au

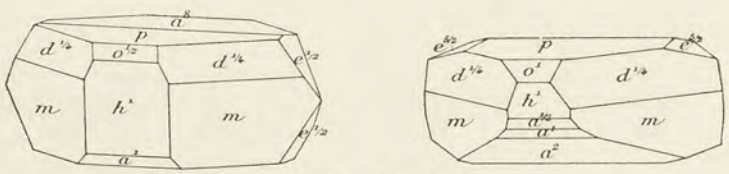


Fig. 16 et 17.
Chessylite de Chessy (Type I *b*).

milieu de l'argile en individus isolés ; ce sont à peu près les seules qu'il soit encore possible de recueillir sur les vieilles haldes. Fréquemment une face $d^{1/4}$ d'un côté et une face m de l'autre, prennent un développement exagéré. Ces cristaux sont quelquefois très aplatis suivant la base.

Le passage au type suivant se

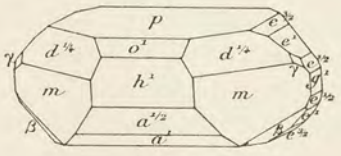


Fig. 18.
Chessylite de Chessy (Type I *a*).

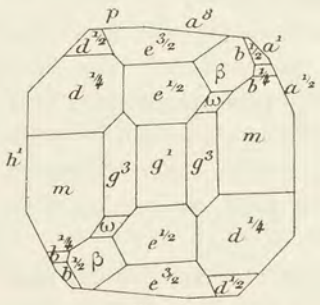


Fig. 19.
Chessylite de Chessy [projection sur g^1 (010)].

fait par des cristaux, dans lesquels h^1 (100) est à peine développé.

b. Ce sous-type diffère du précédent par le développement plus ou

moins considérable de h^1, ce qui entraîne comme conséquence un allongement corrélatif suivant l'axe b.

Tantôt ces cristaux sont également développés suivant c et a et tan-

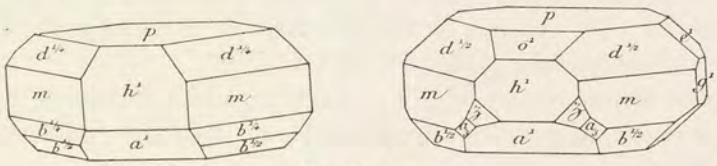


Fig. 20 et 21.
Chessylite de Chessy (Type I b).

tôt au contraire, ils sont aplatis suivant p; les faces sont généralement très striées parallèlement à l'arête $p\,h^1$, ou exceptionnellement suivant l'arête $p\,g^1$. La forme h^1 est presque toujours accom-

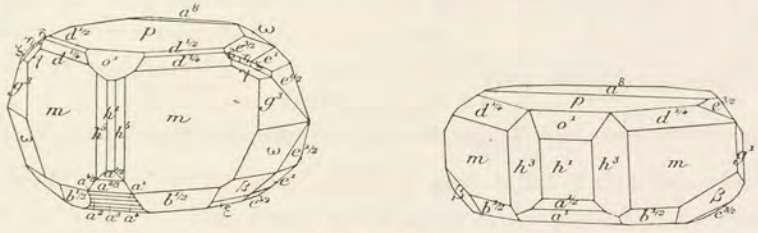


Fig. 22 et 23.
Chessylite de Chessy (Type I c).

pagnée de divers dômes : o^1 (101), $o^{1/2}$ (201), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), plus rarement a^8 ($\bar{1}08$), a^5 ($\bar{1}05$), a^4 ($\bar{1}04$), a^3 ($\bar{1}03$), a^2 ($\bar{1}02$), $a^{2/3}$ ($\bar{3}02$); les prismes h^3 (210), h^5 (320), g^3 (120), sont exceptionnels. La figure 19

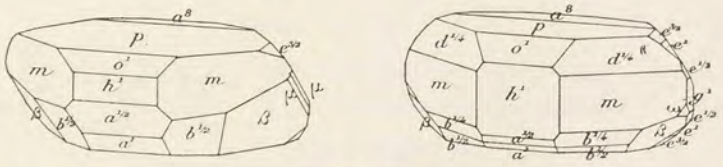


Fig. 24 et 25.
Chessylite de Chessy (Type I c).

empruntée à Des Cloizeaux est une projection sur g^1 (010) montrant les formes les plus communes dans ce type, avec en outre g^3.

Là encore, ou bien $d^{1/4}$ est la seule pyramide existant dans la zone $p\,m$ (fig. 14 à 18), ou bien, et plus souvent il existe en outre d'autres

formes $d^{1/2}$, $b^{1/2}$, $b^{1/4}$; il est extrêmement rare que $d^{1/4}$ manque complètement (fig. 24). Ces différents cristaux se distinguent les uns des autres, par la façon dont ils se terminent aux extrémités de l'axe b ; parfois il n'y existe ni dôme, ni pyramide (fig. 14 et 20) ; plus souvent (fig. 15 à 18, etc.), on y voit des faces de la zone $p\,g^1$: $e^{3/2}$, e^1, $e^{1/2}$ avec quelquefois g^1 (fig. 18, 21).

On peut distinguer un type I $_c$, dans lequel les formes ω, β, ε (en zone) prennent un grand développement aux deux extrémités de l'axe b (fig. 22 à 25).

De nombreuses autres formes ont été aussi observées, les unes,

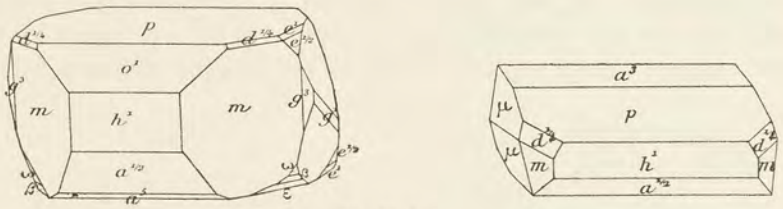


Fig. 26 et 27.
Chessylite de Chessy (Type I d). Les deux faces non notées de la figure 26 sont μ ($\bar{2}.18.3$)

très fréquemment : telles que ω ($\bar{2}41$), β ($\bar{2}43$), ε ($\bar{2}45$), alors que d'autres sont plus ou moins rares, telles que ϖ ($\bar{4}11$), a_3 (211), γ (121), ϑ (243), η (4.10.7). J'ai rencontré aussi sur des cristaux du type de la fig. 22 des faces courbes indéterminables, situées entre $b^{1/2}$ et les hémidômes a.

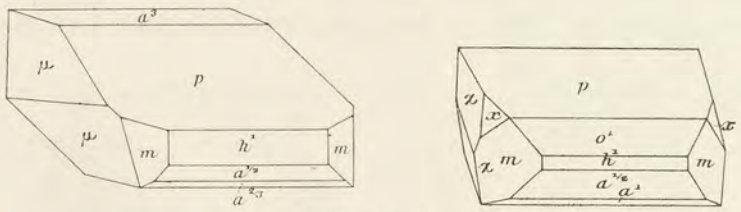


Fig. 28 et 29.
Chessylite de Chessy (Type I d).

Parmi les cristaux de Chessy que j'ai examinés, les plus beaux appartiennent aux types I $_b$ et I $_c$: quelques-uns d'entre eux présentent la particularité d'avoir une section à peu près carrée, par suite de l'égal développement des faces p et h^1 dans la zone d'allongement : de même, les faces e^1 et m, dont l'angle est très voisin, présentent un égal déve-

loppement, de telle sorte que les cristaux affectent un aspect pseudoquadratique, si l'on ne s'occupe que des formes dominantes.

Les cristaux de ce type se rencontrent parfois clairsemés à la surface d'halloysite ou de silex roux ; ils sont alors remarquablement nets et peuvent être parfois isolés à l'état complet. D'autres se réunissent en très grand nombre à axes parallèles pour former des groupements

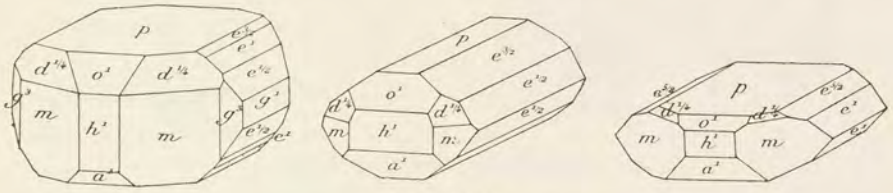


Fig. 30 à 32.
Chessylite de Chessy (Type II).

compliqués, allongés suivant l'axe a et se terminant à l'extrémité de celui-ci par des pointements aigus.

Enfin il me faut signaler quelques cas fort rares (Type I_d), les formes prédominantes aux extrémités de l'axe b sont des pyramides à symbole compliqué : μ (2.18.3), χ (1.11.2), x (241) (fig. 27 et 29, d'après Des Cloizeaux, *op. cit.*, pl. XLVI, fig. 327 et 328).

La figure 28 représente un cristal de ce type, que j'ai rencontré

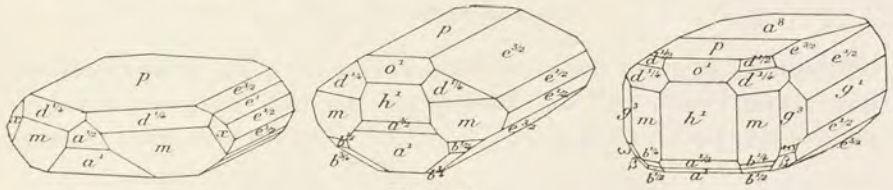


Fig. 33 à 35.
Chessylite de Chessy (Type II).

sur de la psilomélane concrétionnée. Un autre analogue supporte des cristaux de barytine. Quand dans les cristaux de cette variété, les faces m sont peu développées, il y a passage au type III.

Type II. La caractéristique de ce type réside dans ce que, comme dans le précédent, la zone prismatique est développée, mais en outre, la zone pg^1 prend une grande importance grâce à un allongement plus ou moins net suivant l'axe a. Les formes $e^{5/2}$ (025) et x (241) ont été trouvées dans ce type, dont les principales modalités sont représentées par les figures 30 à 35.

Ce type est peu fréquent : ce n'est guère que dans les cristaux qui s'y rapportent que j'ai rencontré les stries sur p parallèles à $p\,g^1$, signalées par tous les auteurs comme celles qui caractérisent la

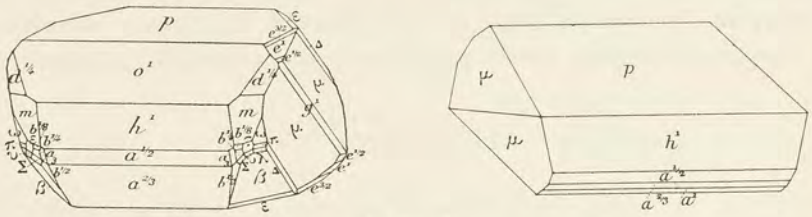


Fig. 36 et 37.
Chessylite de Chessy (Type III).

chessylite, alors que les stries parallèles à l'axe b, sont, comme je l'ai déjà fait remarquer plus haut, les plus générales à Chessy.

Type III. Le faciès des cristaux appartenant à ce type rappelle

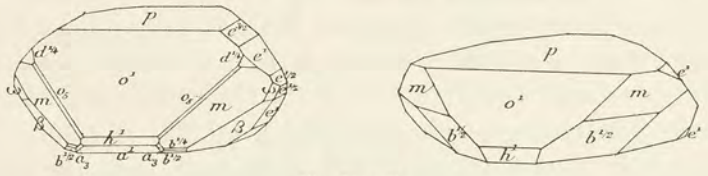


Fig. 38 et 39.
Chessylite de Chessy (type IV).

celui qui est fréquent dans les cristaux d'épidote ; les cristaux, allongés suivant l'arête ph^1, sont très aplatis par suite du grand développement pris par les faces p, o^1, h^1, $a^{1/2}$, $a^{2/3}$, faisant avec leurs voisines

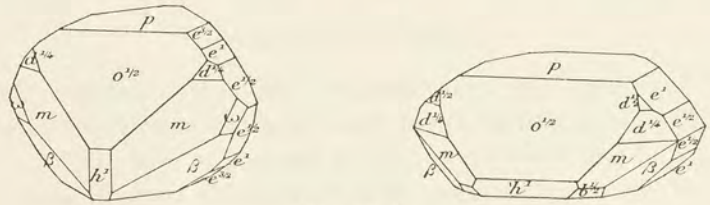


Fig. 40 et 41.
Chessylite de Chessy (Type IV).

des angles très obtus. La zone verticale existe souvent (fig. 36), mais ne saute plus aux yeux comme dans les types précédents. Le plus grand développement de m conduit au type I d.

Les pointements sont souvent constitués par des formes à symboles

compliqués ; la figure 36 représente d'après Schrauf, un cristal remarquablement complexe, dans lequel ont été observées, en outre de certaines formes déjà signalées dans les types précédents, certaines autres qui lui sont spéciales : $b^{1/8}$ ($\bar{4}41$), Σ ($\bar{2}32$), v ($\bar{3}53$), λ ($\bar{1}21$), π ($\bar{3}62$), τ ($\bar{6}83$) et, dans la zone $\beta\, p\, g^1$, qui est remarquablement développée, la pyramide Δ ($\bar{2}.10.3$).

La figure 37 représente des cristaux que j'ai observés, soit isolés sur des rhomboèdres de smithsonite, soit implantés sur de la chessylite grenue ; ils sont, à l'inverse des précédents, remarquables par leur simplicité.

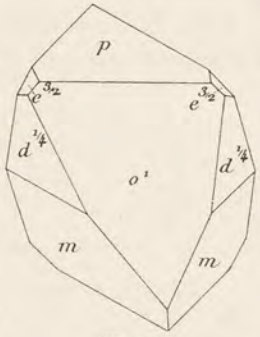
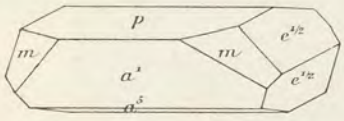


Fig. 42.
Chessylite de Chessy (Type IV, passage au type I *a*).

Les cristaux de ce type, souvent très aplatis, ont une tendance à former des groupements d'un grand nombre d'individus, rappelant les feuillets d'un livre, qui serait ouvert autour de l'axe d'allongement *a*. Ces groupements couvrent parfois de larges surfaces : je les ai aussi observés dans les cavités d'une psilomélane un peu friable.

Type IV. Ce type est caractérisé par la prédominance d'un hémi-



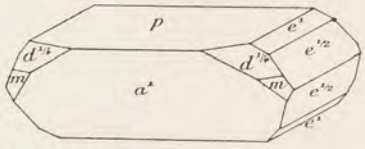
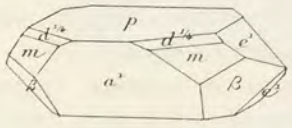


Fig. 43 et 44.
Chessylite de Chessy (type V).

dôme antérieur o^1 (fig. 38 et 39) ou $o^{1/2}$ (fig. 40 et 41) ; h^1 est fréquent (fig. 38 à 41)), quand il manque (fig. 42, empruntée à Des Cloizeaux,



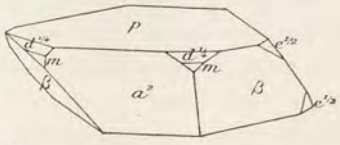


Fig. 45 et 46.
Chessylite de Chessy (Type V).

op. cit., fig. 325), la combinaison passe au type I *a*. Ces cristaux ressemblent parfois à des rhomboèdres basés, quand les faces *p* et *m* (ou $d^{1/4}$) ont le même développement.

Les cristaux de ce type sont assez fréquents, ils atteignent souvent plusieurs centimètres de plus grande dimension, et sont formés alors par un grand nombre d'individus, réunis à axes plus ou moins parallèles. Ils constituent aussi des assemblages crêtés ou irréguliers. La pyramide o_5 (321) a été observée sur un cristal de ce type (fig. 38).

Type V. La caractéristique de ce type réside dans le grand développement pris par un hémidôme postérieur, a^1 (fig. 43 à 45) ou plus

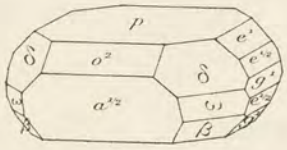


Fig. 47.
Chessylite de Chessy (Type VII).

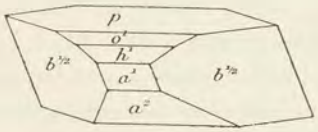
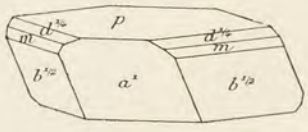


Fig. 48.
Chessylite de Chessy (Type VIII).

rarement a^2 (fig. 46); les cristaux sont allongés suivant l'arête ph^1 et tantôt terminés latéralement seulement par des faces de la zone pg^1 (fig. 43 et 44) et tantôt en outre (fig. 45 et 46) par β ($\bar{2}43$).

Type VI. Ce type, qui paraît fort rare, se signale par l'absence des faces prismatiques et par le grand développement des zones $p\ a^{1/2}$, $p\ g^1$, $p\ \omega$ (fig. 47).

Type VII. Ce type se fait remarquer par la prédominance de $b^{1/2}$,



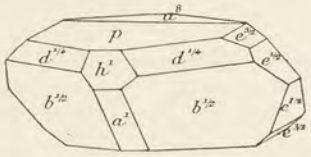


Fig. 49 et 50.
Chessylite de Chessy (Type VII).

parmi les formes associées à p, avec fréquence de a^1 et l'absence ou la réduction des faces de la zone verticale. Il est très fréquent, surtout parmi les gros cristaux qui couvrent de vastes surfaces.

Souvent les faces p et $b^{1/2}$ sont plus ou moins également développées; elles existent parfois seules; les cristaux à arêtes très tranchantes (fig. 53 et 54) ont l'apparence de pseudorhomboèdres très obtus. Dès que $d^{1/4}$ apparaît, les cristaux perdent leur aspect lenticulaire et deviennent épais; les fig. 48 à 50 représentent des exemples de ce type, dans lesquels a^1 est très développé.

Ce sont deux cristaux de ce genre qui constituent la macle suivant a^1 ($\bar{1}01$), représentée par la figure 51, d'après M. Groth (*Die Mineralsamml. Strassburg*, 1878. 139. fig. 59). Je n'ai pas observé personnellement cette macle.

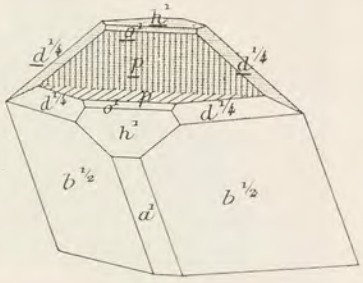


Fig. 51.
Chessylite de Chessy. Macle suivant a^1 ($\bar{1}01$) de cristaux du type VII.

Quand les cristaux sont très aplatis suivant p, $b^{1/2}$ est réduit; plus encore que les types précédents, les cristaux de ce genre forment des groupements crêtés (fig. 52). Lorsqu'ils sont de grande taille, et c'est le cas le plus général, ils ont presque toujours une structure polysynthétique singulière ; les faces p, très striées suivant l'arête pa^1, supportent parfois de très petits cristaux du type I, aplatis et orientés d'une façon régulière sur leur hôte (fig. 53 et 54). Les faces $b^{1/2}$ et a^1 sont souvent constituées par l'assemblage d'un nombre considérable de petits cristaux de même forme à faces courbes; ils



Fig. 52.
Chessylite de Chessy (Type VII). (*Photographie, grandeur naturelle.*)

sont groupés à axes parallèles et imbriqués à la façon des ardoises d'un toit (fig. 55). Parfois même, tout le cristal a la même structure. Dans d'autres cas, seule la partie centrale des faces $b^{1/2}$ est polysyn-

thétique, alors que leurs bords sont continus et brillants, comme la surface entière des faces m et $d^{1/4}$ (fig. 7).

Les cristaux de ce type n'ont pas toujours cette simplicité de forme;

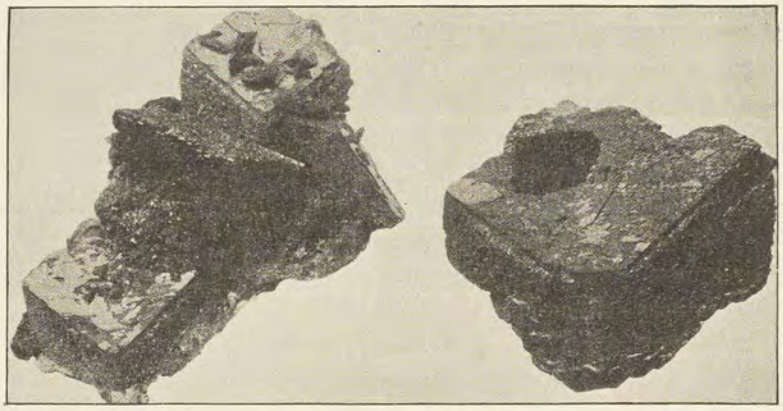


Fig. 53 et 54.
Chessylite de Chessy (Type VII). Les faces p sont couvertes de cristaux brillants de chessylite néogène.

ils présentent fréquemment encore $e^{1/2}$, e^1, $e^{3/2}$, ω, β, ε, et plus rarement de petites facettes o^1 et des hémidômes postérieurs autres que a^1.

Type VIII. La caractéristique de ce type réside dans l'égal développement de $b^{1/2}$ et de $d^{1/4}$, associés à p (fig. 56); ils passent au type VII par réduction de $d^{1/4}$, qui, comme



Fig. 55.
Chessylite de Chessy (Type VII). Cristal à structure polysynthétique.

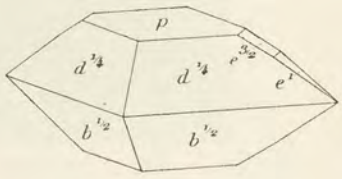


Fig. 56.
Chessylite de Chessy (Type VIII).

dans celui-ci, a toujours des faces continues, alors que $b^{1/2}$ est souvent polysynthétique; il passe enfin au type I des figures 11 et 12, par apparition de m (110).

2° *Dans les filons métallifères.*

De même que la malachite, la chessylite est un des minéraux secondaires les plus habituels, formés par décomposition des minerais sulfurés du cuivre. On la trouve donc dans le chapeau de fer des gisements de tous ces minerais et aussi dans les filons ne contenant qu'accidentellement des sulfures de cuivre. Un petit nombre seulement de ceux-ci fournissent des échantillons ayant un intérêt minéralogique.

Corbières. — *Aude.* M. Desbuissons m'a communiqué un échantillon de chessylite, avec gros cristaux du type VII de Chessy ($p\,b^{1/2}$), ils mesurent 2 cm. 5 et sont associés à de l'halloysite. Il provient de la mine du Puy Merle près Saint-Polycarpe.

Cévennes. — *Hérault.* Les filons cuprifères de Cabrières et de Ceilhes, près Lodève, ont fourni, lors de leur exploitation, de nombreux échantillons de chessylite, associés à la panabase ou à la bournonite. La collection du Muséum renferme d'assez jolis cristaux crêtés provenant du second de ces gisements.

A Malvielle, prés Bédarieux, de petites veinules de chessylite ont été rencontrées dans le lignite.

Plateau Central. — *Aveyron.* La chessylite est très abondante dans les gisements cuprifères, aujourd'hui abandonnés, de cette région, notamment dans ceux du Bousquet et de Brusques en Camarès.

Puy-de-Dôme. La collection du Muséum possède depuis 1802 un échantillon de la grosseur du poing formé par de la chessylite rappelant celle de Chessy et renfermant, dans ses cavités, des cristaux peu distincts. Il est indiqué comme provenant de Sauxillanges.

M. Gonnard a cité (*op. cit.* 114), ce minéral à la côte d'Argentières, à Chalameyroux et au pic d'Usson.

Rhône. La chessylite est fréquente dans le chapeau de fer des filons de galène du Beaujolais et en particulier dans celui de Montchonay près les Ardillats, où j'ai recueilli quelques bons cristaux. Ils appartiennent soit au type I b, soit au type VII de Chessy, mais avec un plus grand allongement suivant l'axe b : j'y ai observé p, $b^{1/2}$ (dominants), $d^{1/4}$, a^1, $e^{3/2}$, e^1, $e^{1/2}$. Quand les cristaux sont très aplatis suivant p, ils ont une forme de lancettes très caractéristiques ; ils sont parfois presque micacés ; leur couleur est bleu très clair. Cette chessylite se trouve surtout dans des cavités polyédriques du quartz, occupant la place de cristaux disparus de panabase et de galène.

Vosges. — [*Alsace*]. M. Ungemach a signalé (*B. S. M.* XXIX. 256. 1906) des cristaux de chessylite dans les filons cuprifères de Triembach (Val de Villé); ils paraissent appartenir à mon premier type (p, m, h^1, a^2) avec allongement suivant b; ils sont englobés dans de la limonite. De petits mamelons fibreux du même minéral se trouvent dans les fentes du granite. Le même savant m'a communiqué la figure 58 représentant la forme de cristaux de Sainte-Marie-aux-Mines, implantés sur barytine; ils ont 1 millimètre et sont accolés à axes parallèles; ils sont aplatis suivant a^1 et allongés suivant b; les formes suivantes ont été observées : p, h^1, a^1, $a^{1/2}$, $a^{1/5}$, $a^{7/2}$, a^5, m, $e^{3/2}$, $e^{1/9}$, x ($\bar{2}41$), β ($\bar{2}43$). Les faces p, a^5 ($\bar{1}05$), $a^{7/2}$ ($\bar{2}07$) sont striées et oscillent entre elles.

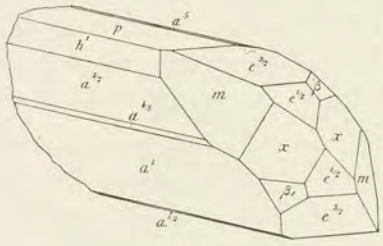


Fig. 58.
Chessylite de Sainte-Marie-aux-Mines.

Le même minéral, en cristaux peu distincts, mais assez abondants, a été observé à Osenbach, près Soulzmatt, à Sainte-Croix-aux-Mines, à Urbeis, près Saint-Amarin, à Framont.

Vosges. La chessylite a été rencontrée en très petits cristaux brillants à Anozel, Lubine, et Lusse près Saint-Dié, puis dans les druses de la limonite à La Croix-aux-Mines, etc.

Alpes. — *Hautes-Alpes.* Dans un filon de quartz du Bec de l'Homme vis-à-vis la Grave, jolies petites boules formées de cristaux enchevêtrés de chessylite.

Maures. — *Var.* La chessylite est très abondante dans le gisement cuprifère du Cap Garonne près Hyères. Elle imprègne les grès permiens, et s'isole dans leurs fentes sous forme de rosettes d'un bleu clair, constituées par des cristaux peu distincts, aplatis suivant p, recouverts parfois d'olivénite, d'adamite, etc.

Algérie. — *Alger.* Parmi les gisements dont j'ai eu des échantillons entre les mains, il y a lieu de citer Beni Aquil et Mouzaïa.

Constantine. J'ai observé de petits cristaux de chessylite peu distincts, provenant d'Aïn Barbar; ils sont parfois recouverts de brochantite. Dans le gisement ferrifère du Djebel Ouenza, il existe des géodes de chessylite associée à la fluorine.

Tunisie. — La chessylite se rencontre dans tous les gisements cuprifères de la Tunisie, mais je n'ai vu qu'un échantillon digne d'être cité; il m'a été donné par M. Bremaud, qui l'a recueilli au Djebel Chouicha, à 15 kilomètres de Souk-el-Arba. Dans cette mine, des travaux ont été faits au contact du trias et du crétacé, sur un amas de limonite (altération superficielle de pyrite), contenant des lentilles de minerai cuprifère (chalcopyrite, malachite, covellite, cuprite, cuivre natif), qui résulte de la transformation de panabase ; on trouve celle-ci quelquefois intacte. Les cristaux de chessylite, atteignant 5 cm. de longueur, sont plaqués contre une argile ferrugineuse durcie, par une des faces de la zone d'allongement [tantôt a^1 ($\bar{1}01$) et tantôt p (001) suivant la prédominance de l'une ou l'autre de ces formes] ; les cristaux sont à comparer au type I ou au type V de Chessy, mais avec exagération de l'allongement : sur des débris de cristaux, j'ai observé m, $d^{1/4}$, e^1, $e^{1/2}$.

Congo. — La chessylite concrétionnée accompagne la malachite à Mindouli (rares petits cristaux du type I) ($p\ m\ g^1\ h^1\ d^{1/4}$) ; elle est parfois recouverte par des cristaux de pyromorphite.

Tonkin. — M. Dupouy m'a communiqué des masses cristallines et des cristaux peu distincts de chessylite, provenant de Van Sai (voir à malachite) et de diverses localités de la province de Bac-Giang (Bieng Dong et Giao Hiem), où elle résulte de l'altération de panabase ; elle y est quelquefois recouverte de cristaux de pyromorphite.

Madagascar. — Avec l'érubescite d'Ambatofangehana.

Nouvelle-Calédonie. — La chessylite est abondante aux affleurements de la mine de Balade ; elle imprègne les micaschistes et forme de petits gâteaux de quelques centimètres de diamètre ne présentant que des formes géométriques indistinctes.

Elle est très abondante dans la mine Pilou ; on l'y trouve au milieu des micaschites dans de grandes géodes, dont les cristaux d'un bleu très foncé sont généralement trop enchevêtrés pour pouvoir être étudiés. Par contre, des cristaux nets se rencontrent dans les cavités d'une malachite concrétionnée ou dans du quartz caverneux : ils sont accompagnés de malachite, de cérusite et d'aurichalcite ; ils atteignent

1 cm. 5. J'ai décrit ces cristaux (*B. S. M.* XVII. 49. 1894.), sur lesquels j'ai rencontré les formes suivantes : h^1 (100), h^5 (320), m (110), g^3 (120), p (001), o^2 (102), o^1 (101), $o^{1/2}$ (201), $a^{1/2}$ (201), $a^{2/3}$ (302), a^1 (101), a^2 (102), a^8 (108), e^1 (011), $e^{3/2}$ (023), $e^{1/2}$ (021), $d^{1/2}$ (111), $d^{1/4}$ (221), ω (241), β (243), γ (121) et peut-être a_3 (211). J'ai signalé dans ma note préliminaire les faces (122) et (322) qu'un nouvel examen n'a pas fait confirmer. Les cristaux sont à rapporter aux types III et V de Chessy, mais avec prédominance de a^1 et des dômes voisins, suivant lesquels les cristaux sont aplatis ; m est souvent assez développé, tandis que h^1 et p sont souvent réduits ; l'allongement suivant b est très accentué (fig. 59). Ces cristaux sont difficiles à mesurer par suite de leurs groupements à axes plus ou moins parallèles. J'ai observé un échantillon présentant des cristaux d'aspect différent ; les faces de la zone $p\,h^1$ sont les mêmes que précédemment, mais il n'y a pas d'aplatissement ; les faces m sont absentes ou extrêmement réduites et les cristaux se terminent à l'extrémité de b par une pyramide très courbe, qui est peut-être μ (2.18.3).

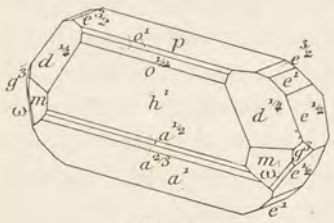


Fig. 59.
Chessylite de la mine Pilou.

3° *Dans les roches sédimentaires.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. M. Baret a trouvé (*Bull. soc. sc. nat. Ouest*, III. 221. 1893) de petits nodules bleu d'azur de chessylite dans une argile récente de Ville-au-Vay près le Pellerin. Une fois secs, ils tombent rapidement en poussière.

4° *Dans les produits d'oxydation d'objets métalliques en cuivre.*

La chessylite est moins abondante dans ces conditions que la malachite, qu'elle accompagne parfois. Je l'ai rencontrée à la surface de monnaies romaines provenant d'*Algérie* (voir page 728).

Elle se trouve aussi en petits cristaux bacillaires dans les vieilles scories de la fonderie de Poullaouen (*Finistère*) (voir page 750).

DAWSONITE

$Na\,Al\,[OH]^2CO^3$

Monoclinique ?

Faciès. La dawsonite ne se présente pas en cristaux distincts, mais constitue des lamelles à structure souvent radiée et sphérolitique remplissant des fissures étroites; ces lamelles sont allongées suivant ph^1.

Clivages. Clivage très facile faisant partie de la zone d'allongement ph^1 (001)(100).

Dureté. 3.

Densité. 2.40 (Ténès).

Coloration et éclat. Blanche. Poussière blanche. Transparente en lames minces ou seulement translucide.

Éclat vitreux sur les clivages, surtout dans les variétés lamellaires ; éclat soyeux dans les variétés fibreuses.

Propriétés optiques. Biréfringence très élevée. Plan des axes parallèle à g^1 (010), c'est-à-dire transversal à l'allongement. Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) presque perpendiculaire au clivage. 2V très grand.

Composition chimique. La formule $Na\,Al\,[OH]\,[OH]^2CO^3$ ou Na^2O, Al^2O^3, 2 CO^2, 2 H^2O correspond à la composition *a*).

b) Analyse de la dawsonite de Ténès, par MM. Curie et Flamand (déduction faite de 0,26 de quartz) (*Ann. Fac. sc. Marseille*, II, 1889).

	a	*b*
CO^2	30,6	28,45
Al^2O^3	35,4	35,91
Na^2O	21,5	21,05
MgO	»	tr.
CaO	»	1,06
H^2O	12.5	11,05
	100,0	97,52

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau et de l'anhydride carbonique. Au chalumeau gonfle, colore la flamme en jaune intense et donne une perle à réaction alcaline. Chauffée avec l'azotate de cobalt, donne la couleur bleue de l'alumine.

Soluble dans les acides avec effervescence.

Diagnostic. La dawsonite ressemble par ses caractères extérieurs à la trémolite, à la wollastonite et à quelques zéolites fibreuses.

La dissolution dans les acides avec effervescence rend aisée la distinction avec ces minéraux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La dawsonite est un minéral secondaire formé par circulation d'eau dans les fissures de quelques roches éruptives (bostonites) ou sédimentaires (grès).

Algérie. — *Oran.* La dawsonite a été trouvée en abondance par MM. Curie et Flamand (*op. cit.*) à 20 km. environ à l'Est de Tenès près de la Mersa Souhalia et à environ 3 km. de la mer ; les gisements les plus riches se trouvent sur la rive droite de l'Oued Sidi-Ali. Le minéral tapisse les fentes de grès, alternant avec des argiles gréseuses, cet ensemble repose sur le sénonien, il est probablement danien ; sur la rive gauche du même Oued, les couches de grès, relevées verticalement et atteignant 0 m. 40 c. d'épaisseur, sont imprégnées de dawsonite.

La dawsonite de ce gisement, dont j'ai pu, grâce à l'obligeance de M. Flamand, examiner de beaux échantillons, constitue des rosettes ou des sphérolites imparfaits, ayant environ 2 à 3 mm. de diamètre ; ils sont d'un blanc laiteux un peu opaque, à éclat soyeux, et se rapprochent par leur aspect de la dawsonite de Toscane et non de celle du premier gisement connu aux environs de Montréal.

La dawsonite de Tenès est mélangée à de petits cristaux de barytine, ayant 2 à 3 mm. de côté.

BISMUTHITE

$$CO^3[BiO].Bi(OH)^2$$

Faciès. La bismuthite se présente en épigénie de la bismuthinite, dont elle conserve parfois la structure fibrolamellaire (Meymac) ; on la trouve aussi en enduits, en masses compactes ou pulvérulentes.

Dureté. 4 à 4,5.

Densité. 6,81 à 7,67 ; 6,81 à 7,20 (Meymac, Carnot). Cette densité est toujours supérieure à celle de la bismuthinite aux dépens de laquelle s'est formé le minéral.

Coloration et éclat. Blanche, gris verdâtre, verte ou jaune. Poussière incolore ou gris verdâtre. Translucide en lames minces ou opaque. Éclat vitreux, un peu gras, terne dans les variétés impures ou terreuses.

Propriétés optiques. La bismuthite de Meymac est faiblement transparente en lames minces ; elle se montre constituée par de petites plages, un peu fibreuses dans la direction de l'axe vertical de la bismuthinite qu'elle épigénise. Le minéral très réfringent et très biréfringent, s'éteint suivant son allongement.

Composition chimique. La formule donnée plus haut est incertaine ; les analyses *a*, *b*, *c*, ont été faites par M. Carnot sur des échantillons de Meymac (*C. R.* LXXIX, 304, 1874).

a) Bismuthite d'un blanc gris, à poussière blanche ;

b) — d'un gris foncé, un peu verdâtre, à structure fibreuse et à poussière grise ;

c) — d'un blanc terreux avec taches jaunes. Poussière blanche.

	a	*b*	*c*
$Bi\ O^3$	89,75	87,50	86,90
PbO	0,55	0,44	0,40
CuO	tr.	»	»
FeO	0,53	0,50	0,43
CaO	0,35	0,55	0,38
MgO	tr.	0,07	0,05
SO^3	0,25	0,22	0,13
As^2O^5	0,73	0,80	0,65
Sb^2O^5	0,57	1,25	1,20
HCl	0,37	0,20	0,14
CO^2	3,74	4,15	5,35
H^2O	2,76	3,55	3,02
Gangue	0,20	0,30	1,10
	99,80	99,53	99,75
Densité	6,94	7,26	7,08

De nombreux autres dosages ont montré que la teneur en bismuth varie de 86 à 90 % et que les rapports $CO^2 : H^2O$ oscillent entre :

CO^2	3,96	et	CO^2	6,43
H^2O	2,54		H^2O	1,94
	6,50			8,37

Faut-il voir là une série de carbonates basiques constitués par des proportions variables de $CO^3[BiO]$. $Bi(OH)^2$ et de BiOH ? ou bien se trouve-t-on en présence de mélanges de bismuthite, de bismite et de divers autres produits d'altération ? Le peu d'homogénéité des échantillons de Meymac, que j'ai eu l'occasion d'examiner, me fait de préférence pencher vers cette dernière hypothèse.

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, la bismuthite se comporte comme la bismite (voir page 24), mais elle donne en outre de l'eau.

Soluble avec effervescence dans les acides, la solution chlorhydrique est jaune ; elle est troublée par addition d'eau en donnant un précipité blanc d'oxychlorure.

Diagnostic. Les réactions pyrognostiques et chimiques permettent de distinguer la bismuthite des autres carbonates (la bismuthosphérite ne donne pas d'eau dans le tube) ; la dissolution dans les acides avec effervescence et la couleur généralement plus grise rendent facile le diagnostic d'avec la bismite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La bismuthite est un produit d'altération des minéraux de bismuth et particulièrement de la bismuthinite.

Plateau Central. — *Corrèze.* La bismuthite a été rencontrée aux affleurements du filon de Meymac, sous forme d'épigénie souvent incomplète, de bismuthinite fibrolamellaire, dont elle possède par conséquent la structure. Elle est d'un blanc gris jaunâtre, souvent assez terne. C'est elle surtout qui a été exploitée pendant la courte existence de cette mine.

CHLOROCARBONATES

PHOSGÉNITE

$(PbCl)^2CO^3$

Quadratique.

$b : h = 1000 : 769,0$ $\quad D = 707,107$

$[a : b = 1 : 1.0876]$

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100), h^2 (310) ; a^1 (101) ; $b^{1/2}$ (111).

Les angles ci-contre ont été mesurés par moi sur les cristaux de Bourbonne.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
mh^1	135°		pa^1	132°36′	132°34′
mh^2	153°26′	153°24′	* $pb^{1/2}$	123° 2′	123° env.

Faciès. Les cristaux de phosgénite sont soit allongés suivant l'axe vertical, soit aplatis suivant la base.

Clivages. Clivages m (110), h^1 (100), p (001) distincts.

Dureté. 2,5 à 3. Un peu sectile.

Densité. 6 à 6,305.

Coloration et éclat. Incolore, blanche, grise ou jaune. Poussière blanche. Transparente et translucide.

Éclat adamantin.

Propriétés optiques. Uniaxe, *positive* ($\mathbf{n}_g$).

$$\mathbf{n}_g = 2,140 \text{ (Na) (Sella)}$$
$$\mathbf{n}_p = 2,114$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,026$$

Composition chimique. La formule $(PbCl)^2CO^3$ ou $PbCO^3$, $PbCl^2$ correspond à la composition suivante :

$PbCO^3$	49,0
$PbCl^2$	51,0
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Au chalumeau, fond facilement en un globule jaune, qui cristallise et blanchit par refroidissement. Sur le charbon et au feu réducteur, donne un enduit de $PbCl^2$ et un globule de plomb métallique. Donne les réactions du chlore (coloration de la flamme en bleu) quand on sature une perle de sel de phosphore avec un mélange du minéral et d'oxyde de cuivre.

Soluble avec effervescence dans l'acide azotique étendu. Attaquée par l'eau.

Altérations. Fréquemment transformée en cérusite.

Diagnostic. Se distingue de la matlockite, qui, elle aussi, est quadratique, par son signe optique et par l'effervescence donnée sous l'action de l'acide azotique ; elle se différencie de la cérusite par sa forme cristalline et par ses propriétés pyrognostiques (présence du chlore).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La phosgénite se trouve au chapeau de fer de quelques filons de galène, avec cérusite, anglésite et autres minéraux oxydés de plomb: on la rencontre aussi au Laurion, où elle s'est formée dans des scories plombeuses athéniennes immergées dans la mer depuis l'époque de Périclès. C'est à un mode de formation analogue qu'il y a lieu de rapporter le gisement étudié ici.

Champagne. — *Haute-Marne.* Daubrée a décrit (*A. M.* VIII. 439 1875), la formation curieuse de phosgénite dans des tuyaux de plomb du captage (période romaine) des sources thermales chlorurées sodiques (42° à 60° C.) de Bourbonne-les-Bains. Elle est à rattacher à celle dont il a été question, tome II, à l'occasion de diverses zéolites.

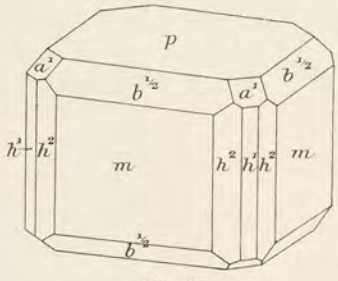


Fig. 1.
Phosgénite de Bourbonne-les-Bains.

J'ai pu étudier un certain nombre des échantillons de Daubrée. Les uns sont constitués par des tuyaux de plomb isolés, seulement corrodés à leur partie superficielle interne ou externe, les autres par des tuyaux du même métal, plus ou moins encastrés dans du béton, et presque complètement transformés en produits pulvérulents blancs ou noirs (colorés par de la galène).

La phosgénite se trouve elle-même dans l'une ou l'autre de ces conditions sous deux aspects; ou bien en lames très minces, aplaties suivant la base, ou bien en cristaux isométriques ou plus rarement allongés suivant l'axe vertical. On y distingue les faces p (001) et m (110) dominantes, fréquemment associées à h^1 (100), h^2 (310), $b^{1/2}$ (111) et a^1 (101) (fig. 1). Le minéral qui les accompagne le plus souvent est l'anglésite; sur quelques échantillons, se trouvent en outre quelques petits cristaux de cérusite.

CARBONATES HYDRATÉS

THERMONATRITE

$Na^2CO^3 + H^2O$

Orthorhombique: $mm = 100°50'$

$b : h = 613,4 \quad D = 770,7 \quad d = 637,2$

$[a : b \ c := 0,8268 : 1 : 0,8089$. Marignac$]$[1]

Faciès. Les cristaux artificiels sont allongés suivant c et parfois aplatis suivant h^1 (100) ; d'autres sont aplatis suivant p (001). Dans la nature, le minéral se présente sous la forme d'efflorescences.

Clivage. Clivage g^1 (010) difficile.

Dureté. 1 à 1,5. Un peu sectile.

Densité. 1,5 à 1,6.

Coloration et éclat. Incolore, grise ou jaunâtre. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë perpendiculaire à h^1 (100). $2E = 80°$ env.

Saveur. Saveur alcaline.

1. J'ai adopté ici la forme décrite par Marignac pour le sel artificiel ($Na^2CO^3 + H^2O$) ; Des Cloizeaux, à la suite de Miller et de Haidinger, a donné une forme tout à fait différente, décrite autrefois par Mohs.

$b : h = 1000 : 243,426 \quad D = 744.17 \quad d = 668.049.$

$[a : b : c = 0,8978 : 1 : 0,3271]$

$mm = 96°10'$; les cristaux allongés suivant c présentent m (110), g^3 (120), $a^{1/4}$ (201), $b^{1/2}$ (111) (*Dx. Atlas*, fig. 318). M. Rammelsberg fait remarquer (*Kryst. phys. chem.* 1881. 549) l'analogie des angles et de la forme de ces cristaux avec ceux de l'hydrate ($Na^2CO^3, 7H^2O$). Il est donc probable que le minéral décrit par Mohs correspondait à ce dernier hydrate et non à celui à une molécule d'H^2O, à moins toutefois que celui-ci ne soit dimorphe. Mais comme d'autre part le minéral qui se produit, par exposition à l'air du natron, a pour formule $Na^2CO^3 + H^2O$, il paraît préférable de réserver pour celui-ci le nom de thermonatrite et de lui attribuer la forme du sel artificiel.

Composition chimique. La formule $Na^2CO^3 + H^2O$ correspond à la composition suivante :

CO^2	35,5
Na^2O	50,0
H^2O	14,5
	100,0

Propriétés pyrognostiques et diagnostic. Comme pour le trona.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Soudan. — La thermonatrite cristallise d'une solution aqueuse de carbonate de sodium au-dessus de + 25° C. Elle peut donc se produire directement dans les régions désertiques, mais elle se forme aussi par l'effleurissement du natron et c'est là sans doute son principal mode de production dans les croûtes salines des régions désertiques du *Soudan*, dont il est question à l'article trona.

Antilles. — *Guadeloupe.* C'est probablement aussi l'origine de la thermonatrite citée par Des Cloizeaux (*op. cit.* 268) comme ayant été trouvée à la surface d'une lave à la Guadeloupe.

NATRON

$Na^2CO^3 + 10\ H^2O$

Monoclinique : $mm = 76°28'$.

$b : h = 1000 : 783{,}018$ [1] $\quad D = 559{,}120 \quad d = 829{,}097.$

angle plan de $p = 67°59'24''$;

— $m = 115°22\,58''$;

[$a : b : c = 1.4829 : 1 : 1{,}4002$. Haidinger.]

$zx = 58°52'$.

Macles. Macles suivant p (001).

Formes. La combinaison que l'on obtient par évaporation d'une solution de carbonate de sodium dans les conditions indiquées plus loin est m (110), g^1 (010) e^1 (011), avec aplatissement suivant g^1 (010).

1. Cette forme est celle adoptée par Des Cloizeaux, mais avec une hauteur double.

Clivages. Clivage distinct suivant p (001) ; imparfaits suivant m (110). Cassure conchoïdale.

Dureté. 1 à 1, 5. Fragile.

Densité. 1,42 à 1,46.

Coloration et éclat. Blanc, gris ou jaune par impureté. Poussière blanche, transparent ou translucide.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes perpendiculaire à g^1 (010) ; sa trace fait dans g^1 un angle d'environ 41°8′ avec h^1 (100), dans l'angle obtus ph^1. Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), normale à g^1. Dispersion tournante faible, dispersion des axes faible, $\rho > v$.

$$2E = 112°42' \text{ jaune à } 14°C. \text{ (Dx.)}$$

Saveur. Saveur alcaline et piquante.

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule $Na^2CO^3 + 10H^2O$ est la suivante.

CO^2	15,4
Na^2O	21,7
H^2O	62,9
	100,0

Essais pyrognostiques et diagnostic. Voir à trona.

Altérations. Le minéral s'effleurit à l'air sec en se transformant en thermonatrite pulvérulente.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le natron, dans le sens adopté ici, est un minéral n'ayant guère qu'une existence virtuelle. Le carbonate de sodium se trouve en dissolution dans l'eau des lacs salés des régions désertiques (*Soudan*), dans celle des sources thermales carbonatées alcalines. Le natron est la forme sous laquelle il cristallise par évaporation, mais seulement à une température inférieure à + 20° C. Cette limite de température ne permet sa production dans les régions désertiques que dans des conditions spéciales, ou tout au moins, rend difficile sa découverte, car une fois la mare salée desséchée, si le natron s'est produit, il doit se transformer rapidement en thermonatrite.

Antilles. — *Guadeloupe.* Des Cloizeaux cite (*op. cit.* 269) le natron comme ayant été trouvé sur les laves de cette île. Il s'agit

probablement là ou de quelque dépôt de source thermale. Je n'ai pas vu d'échantillons de cette provenance et j'ai vainement cherché ce minéral au cours de mes explorations de la Soufrière et de ses alentours. Il n'existe actuellement aucune fumerolle en activité susceptible de le produire.

TRONA

$$Na^2CO^3,\ HNaCO^3 + 2\ H^2O$$

Monoclinique : $mm = 39°36'$.

$b : h = 1000 : 984,47$ $\quad D = 331,50$ $\quad d = 943,40$

angle plan de $p = 38° 43'4''$

— de $m = 101°53'34''$.

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 2,8460 : 1 : 2,9697 \text{ (Zepharovich)} \\ zx = 77°23'. \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001) ; h^1 (100); o^1 (101), $a^{3/2}$ ($\bar{3}02$); $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$); o_3 (211). Dans les gisements étudiés plus loin, il existe en outre des pyramides très aiguës, que je n'ai pu déterminer[1].

	Angles calculés.		Angles calculés.		Angles calculés.
po^1	140°20′	$pd^{1/2}$	111°48′	$h^1 o_3$	127° 1′
*ph^1	102°37′	$pb^{1/2}$	104° 7′	$h^1 d^{1/2}$	112°26′
pa^1	103°19′	$d^{1/2} d^{1/2}$ s. g^1	57°40′	*$h^1 b^{1/2}$	105°46′
po_3	112°20′	*$b^{1/2} b^{1/2}$ s. g_1	132°25′	$o_3 o_3$ av.	81°39′
				$d^{1/2} d^{1/2}$ av.	57°40′
				$b^{1/2} b^{1/2}$ av.	47°36′

Faciès. Les cristaux sont allongés et striés suivant l'arête de zone $p\ h^1$ (001) (100); ils sont parfois aplatis suivant p et ressemblent par leur développement à ceux d'épidote; le plus souvent, le minéral se pré-

1. Des Cloizeaux a pris une forme primitive différente :
h^1 (100) = p (001) Dx. $b^{1/2}$ (111) = m (110). p (001) = a^1 ($1\bar{0}1$).

sente sous forme de masses fibrolamellaires ou columnaires, creusées de cavités, dans lesquelles pointent les cristaux.

Clivages. Clivage h^1 (100) parfait ; traces suivant $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Cassure inégale.

Dureté. 2, 5 à 3.

Densité. 2,11 à 2,14.

Coloration et éclat. Incolore, blanc, gris ou jaunâtre. Transparent ou translucide.

Éclat vitreux très vif suivant les plans de clivage.

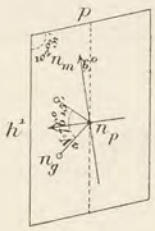


Fig. 1.
Face g^1 (010) normale à la bissectrice obtuse *np*.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) normaux à g^1 (010). Dans g^1 (010), $\mathbf{n}_g$ fait un angle de 83°6′ avec le clivage facile h^1 (100). Dispersion faible $\rho < v$.

$\mathbf{n}_m = 1.507$ (Na) 2 V = 76° 32′ (Dx). rouge.

Saveur. Saveur alcaline.

Composition chimique. La formule Na^2CO^3, $H\,Na\,CO^3 + 2\,H^2O$ ou $3\,Na^2O, 4\,CO^3 + 5\,H^2O$ correspond à la composition théorique donnée en *a*.

b) Analyse du trona du Fezzan par Joffre (*Bul. Soc. chim.* XII. 102. 1869).

CO^2	38.9	39.58
Na^2O	41.2	39.41
H^2O	19.9	19.52
X [1]	»	1.48
	100.0	99.99

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau et de l'anhydride carbonique. Au chalumeau, très fusible, colore la flamme en jaune intense. Très soluble dans l'eau, avec réaction alcaline.

Soluble avec effervescence dans les acides.

Diagnostic. Le trona se distingue des autres carbonates alcalins solubles dans l'eau, non seulement par ses propriétés cristallographiques et optiques, mais encore par sa fixité à l'air sec, alors que le natron s'effleurit très rapidement. La thermonatrite, d'ailleurs, ne se présente qu'en efflorescences et en masses pulvérulentes, dont l'aspect est d'ordinaire différent de celui du trona.

1. X = sable 0,53 ; Fe^2O^3 0,01 ; $CaCO^3$ 0,05 ; NaCl ; 0,46 ; Na^2SO^4 0,44.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le trona est l'un des minéraux caractéristiques des produits d'évaporation des lacs des régions désertiques ; c'est lui qui est vulgairement désigné sous le nom de *natron* ; il est parfois accompagné d'un peu de thermonatrite, généralement associé à la thénardite et fréquemment aussi au chlorure de sodium (halite).

Je dois à M. Courtet, de la mission Chari-Tchad, des renseignements sur l'ordre de cristallisation des sels dans l'assèchement progressif de la lagune du Grand-Baissé (*Kanem*), où le trona prédomine sur les autres sels. Les premières croûtes cristallisant sur les bords sont essentiellement formées par du trona, plus tard apparaît un mélange de ce minéral et de thénardite, avec prédominance de cette dernière : c'est l'ordre de cristallisation observé par M. Chatard au lac Owen en Californie (trona, puis mélange de thénardite et de chlorure de sodium ; l'eau-mère cristallise ensuite très difficilement, elle est riche en carbonate de sodium, et contient des sels de potassium et de l'acide borique).

Tous les gisements énumérés plus loin se trouvent dans le *Soudan* ; beaucoup d'entre eux sont dans le voisinage du lac Tchad. Dans quelques régions, on y observe des couches de trona assez épaisses pour pouvoir être exploitées directement ; tantôt elles affleurent au niveau du sol et tantôt elles sont intercalées dans une boue salée ; elles fournissent de beaux échantillons de collection. Dans d'autres cas, les sels constituent seulement des efflorescences ou sont obtenus par les indigènes par évaporation artificielle de l'eau des mares salées.

Dans ces régions, le trona est utilisé pour la médecine, pour la teinture, pour la fabrication du tabac, enfin pour l'entretien des animaux. J'ai donné, en 1905, dans la *Revue coloniale*, des renseignements sur cette industrie.

Les échantillons que j'ai eus à ma disposition présentent tous le même caractère, quelle que soit leur origine et ils ne diffèrent pas de ceux provenant des lacs Natroun en Égypte. Ce sont des masses caverneuses, miarolitiques, dont les cavités sont quelquefois stratifiées, et séparées les unes des autres par un plancher de cristaux aciculaires pouvant atteindre 2 cm. 5 ; ceux-ci sont groupés à axes parallèles ou divergent d'un centre et pointent dans des

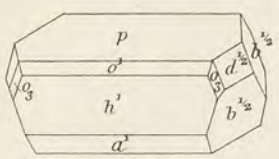


Fig. 2.
Trona.

géodes. Ils présentent la forme générale de la figure 2. Ils sont parfois recouverts par une seconde génération de cristaux plus petits, formant des agrégats très lâches ; ces cristaux néogènes sont aplatis suivant p, mais terminés par une pyramide aiguë, dont les faces courbes n'ont pu être mesurées exactement.

Voici les régions dont j'ai eu entre les mains des échantillons : je ne m'occupe pas des points innombrables du Soudan et du Sahara, où ne se rencontrent que de simples efflorescences.

Soudan. — *Oasis de Bilma*. Grâce à M. Foureau, au lieutenant Fauque de Jonquières et au sergent Lacombe, j'ai pu étudier de nombreux échantillons des sels, activement exploités dans cette Oasis. Ils consistent en chlorure de sodium ($p\ a^1$), en thénardite et en trona, seuls ou mélangés. Le trona se trouve surtout à Dirkou.

Borkou. Je dois au lieutenant Ferrandi des renseignements et des échantillons intéressants sur d'importants gisements se trouvant à Kirdimmi (30 km. au sud de Faya), Timmerem (5 km. au sud de Galaka) et Wouti Sirouac. A Kirdimmi, le trona est exploité dans de véritables carrières : le minéral de cette région forme des masses finement cristallines et compactes, dont les cristaux sont petits, peu distincts dans de peu nombreuses cavités.

Le produit du Borkou est transporté au loin jusque dans l'Ouadaï et le Darfour où il n'existe pas de gisements natronés. Ces indications prises sur les gisements mêmes viennent rectifier celles qui avaient été recueillies par la mission du Chari-Tchad (*C. R.* CXL. 316. 1905), seulement par renseignements.

Toro, *Egueï*, *Bahr-el-Gazal*. L'eau des puits du Toro est natronée à tel point (Fatmé) qu'elle est parfois imbuvable. Il en est de même pour l'Egueï, notamment à Bou Magueur. Dans le Bahr-el-Gazal, les seuls puits de Salal Akranga et de Youmaro sont natronés. Dans toutes ces régions, le sol est imprégné d'efflorescences de trona en fines aiguilles.

Kanem. Les puits natronés les plus réputés sont Leïné (près du village de Serese), Tinné (à 15 km. s. de Tigueï), Lechgour (ou Asfor) près de Rig Rig. Le trona y cristallise à la surface du sol; plus à l'ouest, à Brindé, il forme des plaques de plusieurs centimètres d'épaisseur.

Dans le pays de Fole, situé entre le Tchad et le Kanem, il existe

aussi des gisements de trona semblables aux précédents (Freydenberg, *Le Tchad et le Bassin du Chari*. Paris, 52, 1908). Je dois à M. Garde de beaux échantillons recueillis par lui à Kilbouram : le même minéral se trouve dans la région d'Ouassadou, dans les mares du Grand Baissé (M. Courtet), de Tintérem (M. Foureau), etc. Enfin, plus à l'est encore, dans les lagunes de Redema, s'observent des gisements analogues.

Demagherim et Manga occidental. Dans la région située à l'Ouest du Tchad les missions Foureau et Moll ont recueilli de nombreux documents que j'ai décrits en 1905.

A l'ouest du lac, entre celui-ci et Zinder, se trouve une région salifère ayant la forme d'un triangle dont les sommets sont Ouacha (Sud-Sud-Est de Zinder, dans le *Demagherim*, Kakara (long. 9° 4 est, lat. 14°4′ nord) et Adeber, dans le *pays des Manga*. Les sables du désert sont couverts de nombreuses mares, qui, après l'hivernage, se dessèchent plus ou moins complètement, en laissant des croûtes cristallines. Elles fournissent surtout du sel gemme et de la thénardite, mais il y existe aussi du trona. Les centres d'exploitation (par évaporation artificielle) sont Gourselick, Adeber, Ouacha; dans ce dernier gisement, se trouvent des couches de trona très pur, assez épaisses pour fournir de beaux échantillons.

[*Fezzan*]. Enfin, je citerai pour mémoire qu'au sud de la Tripolitaine, à la limite de la zone d'action française, le trona est depuis longtemps exploité, notamment dans la région de Mourzouk.

Sahara algérien. — *Touat.* M. Flamand a signalé plus au nord-ouest (*Géol. Oued Saoura*, Alger. 129. 1897) le trona près du ksar de l'Oued-Mansour, dans le district de Tasfaout-Fenourin et dans celui d'Akabli.

NESQUÉHONITE

$MgCO^3 + 3H^2O$

Orthorhombique : $mm = 114°24'$.

$b : h : = 383{,}953$ D $= 840{,}565$ $d = 541{,}710$

[$a : b : c = 0{,}64446 : 1 : 0{,}45678$ (Penfield)].

Formes et faciès. Les cristaux se présentent en prismes striés

terminés par p (001) et quelquefois e^1 (fig. 2); ils sont souvent groupés autour d'un centre.

	Angles calculés		Angles calculés.
$m\,m$	114°24′	$p\,e^1$	130°54′
$m\,g^1$	122°48′	$e^1\,e^1$ s. p	144°40′

Clivages. Clivages m (110) parfaits, donnant des écailles minces; clivage facile suivant p (001).

Dureté. 2.5.

Densité. 1.83 à 1.85.

Coloration et éclat. Incolore ou blanche. Transparente à translucide. Éclat vitreux, un peu nacré.

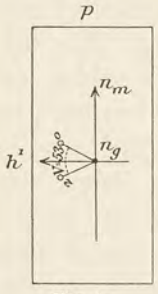


Fig. 1.
Face g^1 (010) perpendiculaire à la bissectrice obtuse ng.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001); la bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) est perpendiculaire à h^1 (100); faible dispersion $\rho < v$. Les clivages faciles sont presque perpendiculaires à un axe optique.

$\mathbf{n}_g = 1{,}526$ Penfield (Na).
$\mathbf{n}_p = 1{,}501$
$\mathbf{n}_p = 1{,}495$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}031$
$2V = 53°5′, 2E = 84°13′$

Composition chimique. La formule $MgCO^3 + 3H^2O$ correspond à la composition *a*.

b) Analyse de la nesquéhonite de Lamure par Ch. Friedel (*B. S. M.* XIV. 60. 1891).

	a)	*b*)
CO^2.....	31,9	31,85
MgO	29,0	29,24
H^2O	39,1	39,11
	100,0	100,20

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et se transforme au rouge en magnésie. Soluble avec effervescence dans les acides.

Altérations. Exposé à l'air, le minéral blanchit et devient opaque en perdant de l'eau.

Diagnostic. Se distingue des carbonates alcalinoterreux et notamment de l'aragonite bacillaire, non seulement par ses clivages, mais encore par sa faible densité et par l'eau qu'elle dégage dans le tube. Le diagnostic différentiel d'avec la laumontite est facile, puisque la nesquéhonite se dissout dans les acides avec effervescence et sans résidu.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La nesquéhonite qui peut être obtenue artificiellement par cristallisation d'une dissolution aqueuse de $MgCO^3$ riche en CO^2, n'est connue jusqu'à présent que dans deux gisements : dans la mine d'anthracite de Nesquehoning (Pensylvanie) et dans celle dont il est question ici.

Alpes. — *Isère*. La nesquéhonite a été trouvée accidentellement dans une galerie abandonnée de la mine de Lamure ; l'échantillon longtemps conservé dans la collection de l'École des Mines, sous le nom d'aragonite, a été identifié par Ch. Friedel (*op. cit.*) ; il est constitué par la réunion de baguettes fibrolamellaires ayant une forme grossièrement hexagonale, surtout à l'extérieur. Le minéral est devenu par altération opaque et très fragile ; il ressemble à la laumontite de Huelgoat.

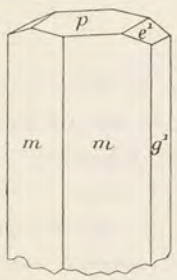


Fig. 2.
Nesquéhonite.
Forme habituelle.

M. Kilian a bien voulu me communiquer un échantillon du même minéral, dont une portion est reproduite avec une faible réduction par la figure 3. Les cristaux rectangulaires de nesquéhonite sont accolés sur un plan de décollement d'un schiste recueilli dans une galerie au voisinage d'un



Fig. 3.
Cristaux de nesquéhonite sur schiste de Lamure. (*Photographie un peu réduite.*)

incendie souterrain ; il n'est pas douteux que la nesquéhonite n'y soit de formation tout à fait récente.

HYDROMAGNÉSITE

$$3\,MgCO^3,\ Mg(OH)^2 + 3H^2O$$

Orthorhombique [1] : $mm = 87°52'$.

$$b : h = 1000 : 322{,}78 \quad D = 693{,}84 \quad d = 720{,}14$$

$$[(a : b : c = 1{,}0379 : 1 : 0{,}4652,\ \text{Dana})].$$

Formes et faciès. Les cristaux sont aplatis suivant h^1 (100), allongés suivant l'axe vertical et le plus souvent peu distincts. Les lamelles sont parfois terminées par des pointements dont l'angle plan dans h^1 est voisin de 90° : ils correspondent à $b^{1/2}$ (111).

L'hydromagnésite forme parfois des agrégats fibreux. Il existe des variétés à aspect crayeux ou compact.

Dureté. 3, 5. Fragile.

Densité. 2,14 à 2,18.

Coloration et éclat. Incolore ou blanche. Éclat vitreux ou nacré, soyeux dans les variétés fibreuses.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle au plan de lamellisation h^1 (100), $\mathbf{n}_p$ est parallèle à l'axe vertical.

Les indices ont été évalués approximativement par la méthode d'immersion. $\mathbf{n}_g$ est légèrement plus petit que l'indice du nitrobenzol (1.55) et $\mathbf{n}_p$ très voisin de celui du baume du Canada, c'est-à-dire voisin de 1.54 : la biréfringence paraît peu éloignée de celle du quartz.

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule donnée plus haut est la suivante :

CO^2	36,3
MgO	43,9
H^2O	19,8
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et de l'anhydride carbonique. Au chalumeau, blanchit sans fondre. Lente-

1. M. J. D. Dana considère le minéral comme monoclinique, avec $zx = 90°$.

ment attaquée par les acides à froid, se dissout avec effervescence à chaud.

Diagnostic. Les variétés compactes se distinguent de la giobertite par le dégagement de l'eau dans le tube et par la biréfringence beaucoup plus faible. Les propriétés optiques sont distinctives de la brucite et les réactions chimiques (effervescence avec les acides) du gypse.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Nouvelle-Calédonie. — Le gisement principal de l'hydromagnésite est constitué par les serpentines, dans lesquelles elle est de formation récente. C'est dans ces conditions qu'elle se trouve à la Nouvelle-Calédonie, soit seule, soit associée à la giobertite compacte ; elle est fibrolamellaire, ou compacte.

APPENDICE AUX CARBONATES

OXALATES ET MELLATES

WHEWELLITE

$CaC^2O^4 + H^2O$

Monoclinique : $mm = 101°0'$

$b : h = 1034{,}710.$ $D = 757{,}855.$ $d = 652{,}530.$

Angle plan de $p = 98°28'40''$

— $m = 101°33'42''$

$[a : b : c = 0{,}8620 : 1 : 1{,}3666$ (Ungemach). $zx = 73°2'$]

Formes observées. p (001) ; g^1 (010), m (110), $h^{5/3}$ (410), h^3 (210), h^9 (540), g^7 (340), g^5 (230), g^3 (120), $g^{11/3}$ (470), $g^{7/3}$ (250), g^2 (130) ; $g^{9/5}$ (270), $g^{3/2}$ (150), $g^{4/3}$ (170), $g^{5/4}$ (190) ;

a^1 ($\bar{1}01$) ; e^4 (014), e^2 (012), e^1 (011), $e^{2/3}$ (032) ;

d^1 (112), $d^{1/2}$ (111), b^2 ($\bar{1}14$), b^1 ($\bar{1}12$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ;

$\alpha = (b^{1/2}\, b^{1/4}\, h^{1/2})$ ($\bar{3}12$), $s = (b^{1/2}\ d^{1/4}\, g^{1/2})$ ($\bar{1}32$), $x = (d^1\, b^{1/3}\, g^1)$ (121) ; $y = (d^1\ b^{1/9}\, g^{1/8})$ (458), $(d^1\, b^{1/7}\, g^{1/2})$ (342) (?), $\beta = (d^1\, d^{1/15}\, h^{1/8})$ (878), $\gamma = (d^1\, d^{1/9}\, h^{1/5})$ (545), $\delta = (d^1\, b^{1/19}\, g^{1/9})$ (9.10.9), $\varepsilon = (d^{1/2}\, b^{1/12}\, g^{1/5})$ (575), $\zeta = (d^{1/2}\, b^{1/16}\, g^{1/11})$ (7.9.14), $\eta = (d^1\, b^{1/7}\, g^{1/6})$ (346), $\theta = (d^1\, b^{1/9}\, g^{1/9})$ (459).

Macles. Macles en cœur par accolement ou par interpénétration suivant a^1 ($\bar{1}01$).

Les angles observés ci-contre ont été mesurés par M. Ungemach ; (*op. cit* et *in. litter.*) ; les paramètres adoptés ont été déduits de ces mesures. Les quelques différences existant entre ces angles et ceux publiés par M. Ungemach sont dues à des corrections et additions que celui-ci a bien voulu me communiquer.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	101° 0′	101° 2′
$g^1\ h^{5/3}$	101°40′	101°47′
mh^3	162°54′	162°52′
mh^9	173°54′	173°57′
$g^7\ g^7$	84°36′	
$g^1\ g^7$	137°42′	137°30′
$g^5\ g^5$	77°54′	77°54′
$m\ g^5$	168°27′	168°20′
$g^3\ g^3$	62°28′	62°40′
$mg^{11/3}$	164°13′	164° 6′
$g^3\ g^{7/3}$	174°39′	174°29′
$g^3\ g^2$	170°47′	170°48′
$g^1\ g^{3/2}$	166°22′	166°34′
$g^1\ g^{5/4}$	172°18′	171°59′
$g^1\ g^{9/5}$	160°53′	160°40′
$g^1\ g^{4/3}$	170°10′	170° env.
$p\ a^1$	109°30′	109°27′
$p\ e^4$	161°54′	161°59′
$p\ e^2$	146°50′	146°53′
$^*p\ e^1$	127°25′	127°25′
$p\ e^{2/3}$	117° 2′	117° 7′
$^*p\ d^1$	140°54′	140°54′
$p\ d^{1/2}$	126° 9′	126°16′
$p\ b^1$	127°31′	127°31′
ph^2	150°29′	150°34′
$g^1\ b^1$	121°12′	121° 5′
$m\ b^{1/2}$	151°58′	150° env.
$^*d^1\ d^1$	131°22′	131°22′
ms	136°53′	137°28′
$\beta\ \beta$	123° 0′	123°33′
$g^1\ \gamma$	116°24′	116°13′
$d^{1/2}\ x$	160°41′	160° env.
$d^1\ y$	174°51′	174°54′
$g^1\ \delta$	124°35′	124°17′
$g^1\ \varepsilon$	130°59	131°24′
$d^1\ \zeta$	174° 9′	174° 9′
$d^1\ \eta$	173°15′	173°19′
$g^1\ s$	151°11′	150°58′
$e^2\ \alpha$	104°54′	105°40′ env.
$e^1\ \theta$	147° 2′	147°14′

Faciès des cristaux. Les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical, suivant l'arête $p\,g^1$ ou suivant une arête $d^1\,d^1$.

Les faces de la zone verticale sont striées verticalement; d^1 suivant une arête $d^1\,d^1$ ou une arête $d^1\,g^1$; y est finement strié parallèlement à son intersection avec g^1.

Les faces sont souvent remarquablement réfléchissantes.

Clivages. Clivages parfaits suivant m (110) et a^1 ($\bar{1}01$), distincts suivant p (001) et g^1 (010). Clivages signalés aussi suivant e^1 (011). Cassure conchoïdale. Très fragile.

Dureté. 2,5.

Densité. 2,46. (Saint-Sylvestre).

Coloration et éclat. Incolore, transparente, un peu jaunâtre dans les très grands cristaux. Éclat vitreux un peu gras, quelque peu nacré suivant g^1.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice obtuse ($\mathbf{n}_p$) perpendiculaires à g^1 (010). La bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) est voisine de l'axe vertical; dans g^1, $\mathbf{n}_m$ fait un angle de 11 à 12° avec la trace de p (fig. 1).

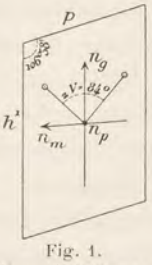


Fig. 1.
Face g^1 (010) perpendiculaire à la bissectrice obtuse np.

Dispersion $\rho < v$ et dispersion croisée faible.

$$\begin{aligned} n_g &= 1{,}6497 \text{ (Riedl.) (Na.)} \\ n_m &= 1{,}5552 \\ n_p &= 1{,}4900 \\ n_g - n_p &= 0{,}1597 \qquad 2V = 84^\circ \end{aligned}$$

La face e^4 (011) est presque normale à un axe optique.

Composition chimique. La formule $CaC^2O^4 + H^2O$ correspond à la composition suivante :

C^2O^3	49,4
Ca O	38,3
H^2O	12,3
	100,0

La whewellite de Saint-Sylvestre n'a pas été analysée complète-

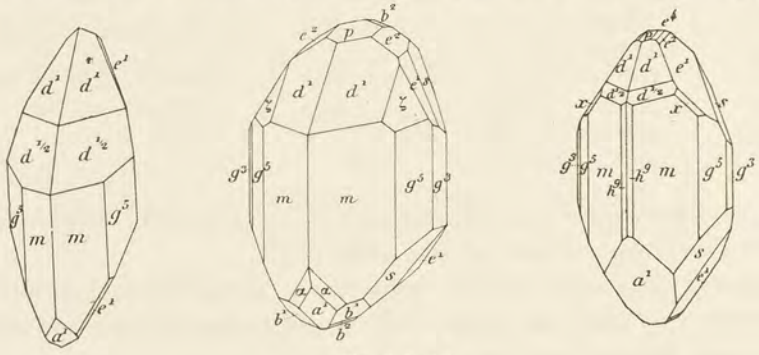


Fig. 2, 3 et 4.
Whewellite de Saint-Sylvestre.

ment, mais la perte au feu constatée (61,44 %) est très voisine de celle exigée par la théorie.

L'oxalate de calcium, qui est fréquent dans les plantes, est un autre hydrate (à trois molécules d'eau), appartenant au système quadratique.

Essais pyrognostiques. Facilement soluble dans l'acide chlorhydrique, *sans effervescence*; soluble avec dégagement impétueux de gaz dans l'acide sulfurique concentré.

Diagnostic. La dissolution *sans résidu* dans les acides distingue la whewellite des silicates calciques incolores; sa forme, ses clivages, sa cassure conchoïdale et sa dissolution sans effervescence dans l'acide chlorhydrique ne permettent pas de la confondre avec les carbonates de calcium ; enfin la perte au feu si élevée est, à elle seule, très caractéristique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Dans le très petit nombre de gisements où la whewellite a été observée en Saxe et en Bohême, ce minéral se rencontre dans des couches de combustibles fossiles ou à leur voisinage; son origine est nettement organique. Il en est certainement ainsi des autres oxalates connus dans la nature, la *humboldtite* ($2\,Fe\,C^2O^4 + 3\,H^2O$) des gisements de combustibles minéraux et l'oxammite [$(AzH^4)^2\,C^2O^4 + 2\,H^2O$] du guano.

Vosges. — [*Alsace*]. Par contre, il n'en est pas de même pour la

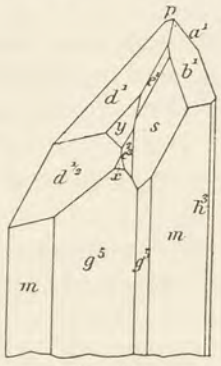


Fig. 5.
Whewellite de Saint-Sylvestre [Projection sur g^1 (010)].

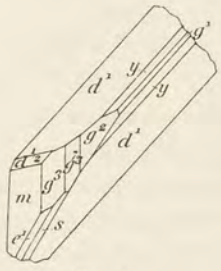


Fig. 6.
Whewellite de Saint-Sylvestre allongée suivant une arête d^1g^1 [Projection sur g^1(010)].

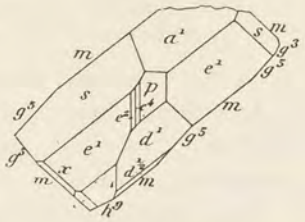


Fig. 7.
Whewellite de Saint-Sylvestre [Projection sur p (001)] [1].

whewellite du gisement récemment découvert par M. Ungemach (*B. S. M.* XXXII. 20. 1909) à la mine de Saint-Sylvestre, à Urbeis (Val de Villé) ; à ce point de vue, l'observation de ce savant a un grand intérêt.

La whewellite s'y trouve en effet dans les filons de panabase à gangue carbonatée et quartzeuse, traversant un schiste micacé un peu graphitique. Elle se montre en beaux cristaux, soit dans le filon métallifère, où elle est implantée sur la panabase et associée à l'ankérite (filon Robert) ou à la sidérite (filon Paul), soit dans des filons quartzeux à peu près stériles. Elle y est accompagnée de divers minéraux : quartz, dolomite, barytine, linnéite, millérite, chalcopyrite, blende, etc. Les

1. Les deux faces sans notation, situées en bas et à gauche, doivent être respectivement notées d^1 et $d^{1/2}$.

cristaux de whewellite atteignent jusqu'à huit centimètres de plus grande dimension, mais il s'en trouve aussi de fort petits.

Toutes les formes énumérées plus haut ont été observées dans ce gisement et plusieurs d'entre elles lui sont spéciales. Les figures 2 à 7, empruntées au mémoire de M. Ungemach ou communiquées récemment par lui, représentent l'aspect des divers types des cristaux, qui sont généralement allongés suivant l'axe vertical et très exceptionnellement suivant une arête $d^1\,d^1$ (fig. 6).

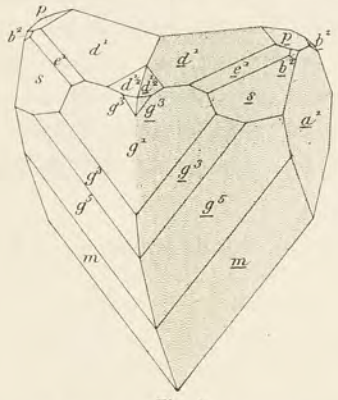


Fig. 8.
Whewellite de Saint-Sylvestre.
Macle suivant a^1 (101).

Parmi les combinaisons non figurées, il faut citer un cristal très simple : $mp\,e^1\,e^4\,d^1\,a^1$, un cristal très compliqué : $h^{5/3}\,h^3\,mg^5\,g^7\,g^{11/13}\,g^3\,g^2\,g^{9/5}\,g^{4/3}\,g^1\,p\,e^1\,e^4\,a^1\,d^{1/2}\,d^1\,b^1\,b^2\,s$, et plusieurs cristaux extrêmement allongés suivant m et g^5.

Les dimensions relatives des faces peuvent varier dans de grandes limites : p, a^1 et g^1, notamment, peuvent manquer entièrement ou au contraire, prendre un développement prépondérant.

Une caractéristique du gisement réside dans la fréquence de formes voisines de d^1 et de $d^{1/2}$ dans les zones $d^1\,g^1$ (y, ζ, η), $d^1\,e^1$ (θ) et $d^{1/2}\,g^1$ (β, γ, δ). Dans les cristaux imparfaits il en résulte une courbure de ces zones, mais dans les bons cristaux les faces de ces formes secondaires ne le cèdent en rien à celles des formes primitives qu'elles dépassent souvent en importance.

En outre, il existe souvent entre d^1 et ζ ou y une face courbe parfaitement polie figurant un segment de cône s'élargissant dans le haut.

Les macles sont très rares ; elles ne sont qu'exceptionnellement symétriques comme dans la fig. 8 ; le plus souvent les deux individus se pénètrent et se chevauchent de la façon la plus irrégulière.

Le plus grand des cristaux examinés présente trois individus beaucoup plus petits engagés dans sa masse en position rigoureuse de macle suivant a^1 ; mais l'assemblage s'est fait, dans ce cas, suivant la normale au plan de symétrie a^1. L'angle rentrant des axes des individus maclés est donc de 107° 4′ au lieu de 72° 56′ réalisé dans le cas ordinaire.

MELLITE

$$Al^2C^{12}O^{12} + 18\ H^2O$$

Quadratique.

$$b : h = 1000 : 527,713 \quad d = 707,107.$$
$$[a : c = 1 : 0,74628].$$

Formes observées. $b^{1/2}$ (111).

$$b^{1/2}\ b^{1/2}\ \text{s.}\ p = 86°54'$$

Faciès des cristaux. La mellite se trouve en général en cristaux nets, et plus rarement en masses grenues.

Clivages. Clivages peu distincts suivant $b^{1/2}$ (111). Cassure conchoïdale.

Sectile.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 1, 63 à 1, 65.

Coloration et éclat. Jaune de miel, rougeâtre ou brunâtre ; rarement blanche. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Éclat résineux, inclinant au vitreux.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$).

$$\mathbf{n}_g = 1,53928.\ \text{D (Schrauf)}.$$
$$\mathbf{n}_p = 1,51101$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,02827.$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net dans les plaques épaisses : j'ai observé suivant :

$\mathbf{n}_g$ = jaune brunâtre
$\mathbf{n}_p$ = jaune clair

Composition chimique. La formule $Al^2C^{12}O^{12} + 18\,H^2O$ correspond à la composition suivante :

$C^{12}O^9$	40,3
Al^2O^3	14,3
H^2O	45,4
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Blanchit à la flamme d'une bougie sans prendre feu. Dans le tube, donne de l'eau.

Soluble dans l'acide azotique. Décomposée par l'eau bouillante.

Diagnostic. A elle seule, la densité permet de distinguer la mellite de tous les autres minéraux quadratiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La mellite est connue en beaux cristaux dans un très petit nombre de gisements de combustibles minéraux.

Bassin de Paris. — *Seine.* C'est probablement à cette espèce qu'il faut rapporter de petits octaèdres d'un jaune de miel, trouvés avec succin et marcassite dans le lignite d'Auteuil, par C. A. Becquerel (*J. P.* LXXXIX. 237 et 308. 1819), qui a proposé de les désigner sous le nom de *xylocryptite*, leur identité complète avec la mellite n'ayant pu être complètement établie, faute de matière.

APPENDICE[1]

ARSÉNOLITE (p. 13).

Loire. Magnifiques octaèdres accompagnés de réalgar et parfois d'arsenic métallique dans les houillères embrasées du Pont-Neuf à la Chazotte.

BARYTOCALCITE

$BaCO^3$, $CaCO^3$

Monoclinique : $mm = 106°54'$

angle plan de $p = 104°41' 4''$

— $m = 99°46' 31''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{:}77171 : 1 : 0{,}62545 \text{ (Brooke)} \\ z\,x = 75°52' \end{array}\right]$$

Formes et faciès. Les cristaux de barytocalcite sont allongés, le plus souvent suivant une arête x $(\bar{1}21)$ y $(\bar{1}51)$; les faces de cette zone d'allongement sont striées suivant leur intersection mutuelle. Les faces h^1 (100) qui terminent généralement ces cristaux sont striées suivant c. Le minéral forme des masses fibrobacillaires ou compactes.

Clivages. Clivages, parfaits suivant m (110), facile suivant p (001). Cassure inégale et conchoïde.

Dureté. 4. Fragile.

Densité. 3,64 à 3,66.

1. Les minéraux dont les noms sont écrits en grandes capitales sont ceux qui n'ont pas été traités dans le corps de l'ouvrage.

Coloration et éclat. Blanche, grise, verdâtre ou jaunâtre. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux passant au résineux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice obtuse ($\mathbf{n}_g$) perpendiculaires à g^1 (010) ; dans cette face, la bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) fait un angle de 64°22′ avec h^1 dans l'angle obtus ph^1. Dispersion $\rho > v$ faible.

$$2\,E = 23°15'\ (\text{rouge}),\ 22°47'\ (\text{bleu})\ \text{à}\ 15°\ \text{C.}$$

L'angle des axes augmente avec la chaleur.

Composition chimique. La formule $BaCO^3$, $CaCO^3$ correspond à la composition théorique suivante : il existe souvent en outre de très faibles quantités de MnO.

CO^2	29,6
BaO	51,5
CaO	18,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Colore la flamme en vert jaune et fond sur les bords en devenant légèrement verdâtre, quand le minéral est manganésifère. Le produit de la fusion possède une réaction alcaline. Avec la soude, sur le charbon, la baryte est absorbée par celui-ci et il reste un résidu de chaux caustique.

Soluble dans les acides avec effervescence.

Diagnostic. Le système cristallin et les réactions du baryum et du calcium dans le produit de la dissolution avec effervescence dans un acide sont caractéristiques [1].

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Le seul gisement cité dans les Traités de Minéralogie pour ce minéral est Alston Moor (Cumberland), où la barytocalcite se trouve, avec barytine et fluorine, dans des filons traversant le calcaire carbonifère. Dorlhac a signalé ce minéral (*Et. filons baryt. et plomb. env. Brioude.* Saint-Étienne. 150. 1862), asso-

1. Dans la systématique, la barytocalcite se place immédiatement après la cérusite ; j'ai eu connaissance de l'indication du gisement ci-contre après le tirage des feuilles de la cérusite

cié à la withérite, dans de petites veines de barytine, rencontrées dans le terrain houiller de Lamothe. La barytine existerait aussi, d'après lui, dans quelques filons de barytine des environs de Brioude.

Je n'ai vu aucun échantillon de barytocalcite provenant de ces gisements français.

BERNONITE

Adam a donné ce nom (*Tableau minér.* 73. 1869) à un minéral ressemblant à de la gomme, trouvé vers 1821, dans l'argile plastique d'Épernay (*Marne*) et analysé par Lassaigne (*A.C.P.* XXVIII. 330. 1825), qui lui attribua la composition suivante :

Al^2O^3	CaO	SiO^2	H^2O	Mat. org.	Perte
29,5	20,0	2,5	37,5	8,5	2,0 = 100,0

Ce minéral, qui sera décrit dans le tome IV, a une toute autre composition ; c'est une variété d'*évansite*. Le nom de bernonite est donc à rayer de la nomenclature minéralogique.

CALCÉDOINE

Antilles. — *Martinique*. J'ai exploré, en 1902, le gisement de calcédoine, de jaspe et de bois silicifié, du quartier Sainte-Anne, dont il est question page 137. Il se trouve au nord du Morne des Pétrifications, au milieu de tufs de labradorites (sans doute oligocènes), très altérés et riches en zéolites : mésotype, analcime, stilbite, heulandite (*B.S.M.* XXVI. 150. 1903).

CALCITE

Saône-et-Loire. Pendant l'impression de ce volume, j'ai étudié de nouveaux cristaux provenant du gîte de substitution de Romanèche (p. 572) ; ils sont constitués soit par le rhomboèdre aigu $e^{5/3}$ ($0\bar{8}\bar{8}1$) (oscillant vers e^2) dominant, associé à d^2 et à divers autres scalé-

noèdres $d^{5/3}$ $(53\bar{8}2)$ et $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$ en particulier (fig. 1 et 2), avec p, b^1, b^x au sommet, soit par le scalénoèdre d^2 dominant, avec $e^{5/3}$ réduit.

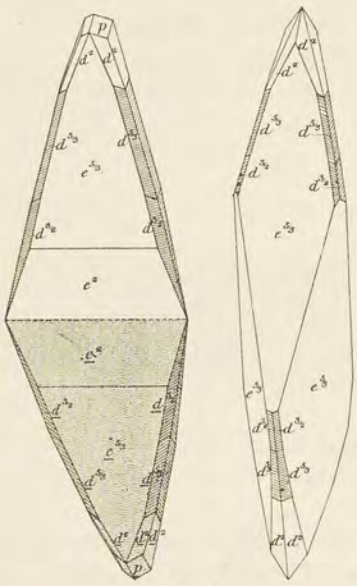


Fig. 1 et 2.
Calcite de Romanèche.

Un échantillon est constitué par de nombreux cristaux de ce dernier type, d'un beau jaune d'or, ils atteignent individuellement 6 cm. suivant c, et présentent la macle a^1 (0001) par accolement (fig. 1) ; quelques cristaux plus petits offrent la macle b^1 $(01\bar{1}2)$ du type de la fig. 223 (p. 562). Ce sont les premières macles que j'ai trouvées dans ce gisement.

Enfin, il existe aussi à Romanèche des masses de calcite en baguettes bacillaires divergeant d'un centre. Elles sont uniformément noires, colorées par des inclusions de romanéchite qu'elles englobent pœcilitiquement.

Gard. La collection du Muséum possède un rhomboèdre de clivage de calcite provenant d'Anduze et mesurant 8 centimètres d'arête : il présente la macle suivant e^1 $(02\bar{2}1)$ (ligne de jonction des deux individus parallèle à la petite diagonale des rhomboèdres composants).

CASSITÉRITE

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* La cassitérite brun clair se trouve aux épontes des filons de quartz de Montbelleux en Luitré avec wolfram, mispickel, topaze, etc., surtout quand ces filons traversent le granite.

Tonkin. — Le gîte de Tinh-Tuc (secteur de Nguyen-Binh, dans le territoire de Cao-Bang), dont il est question page 231, a fourni récemment des cristaux de cassitérite, implantés sur le granite à muscovite ; simples ou maclés, ils rappellent ceux de la Villeder par leurs formes et l'éclat de leurs faces : ils sont parfois accompagnés de muscovite. Je dois les beaux échantillons que j'ai étudiés à MM. Braly et Dupouy.

Dans la même région, le filon de Beausite, situé à l'Ouest de Pia-Ouac, renferme aussi de la cassitérite, mais celle-ci est associée à du wolfram, de même que dans le gîte Alexandre (Dupouy, *Minerais et minéraux du Tonkin*, 122, 1909).

La cassitérite est exploitée dans les alluvions de cette même région.

CORINDON

Madagascar. — Le nombre des gisements de corindon cités pages 242, 245 et 247 doit être considérablement augmenté ; je ne connais ce minéral en place que dans les cipolins du pays Mahafaly, aux environs d'Ampanihy, mais un grand nombre de gisements alluvionnaires aurifères des provinces de Vakinankaratra, d'Ambositra et de Fianarantsoa le renferment soit en petits cristaux brisés sans formes géométriques, mais transparents [dans le Haut Onive, on peut citer la rivière Ambahatra (rouges, bleus, verts) ; à Ambalaranoakarina et à Morarano, le rubis accompagne du grenat de même couleur, à Bedinta (Ouest d'Ihosy), le corindon est rosé ou verdâtre], soit en cristaux nets, mais roulés, dont la couleur est généralement le bleu-saphir ; ils rappellent par leur couleur et leur forme ceux du Coupet et accompagnent, comme eux, du zircon brun rouge [environs d'Ambatolampy (au pied du mont Maroparasy, Antonifotsy)].

On rencontre en outre d'énormes cristaux, généralement opaques qui, d'après leur association au quartz et à la muscovite, semblent provenir de la désagrégation de pegmatites. Par leur abondance, ils acquerront peut-être une importance économique pour l'industrie des abrasifs (Dabren, *Bull. écon. Madagascar*, 1906 et A. Lacroix, *B. S. M.* XXXXII, 318,1909). Je citerai en particulier les gisements suivants, dont j'ai étudié des échantillons : aux sources de la Sahanofa, affluent du Mananjary, notamment à Ifempina (40 kilom. Sud-Sud-Est d'Ambositra), les cristaux pouvant atteindre 2 kgs., sont constitués par a^1 et d^1 (oscillant avec des isoscéloèdres). Ces cristaux sont violacés, gris noir, brunâtres ou bleuâtres, mais opaques ; ils sont fréquemment entourés par une zone d'altération en sillimanite, semblable à celle de la fig. 7, page 244. M. Gaffori a trouvé dans ce même gisement de gros cristaux arrondis de corindon incolore, avec béryl, topaze, cymophane, etc. M. Dabren a cité aussi la rivière d'Onisena, la rivière d'Ambohitrakoholany (district d'Ambohimahasoa).

D'autres gisements, dont j'ai étudié des échantillons, se trouvent à l'Ouest et au Sud-Ouest de Tsinjoarivo, notamment à Analambato, à Andranomainty (gros cristaux du type des fig. 2 et 3, page 243).

Enfin, au sud de Betafo, il existe (peut-être dans des micaschites d'après un renseignement que m'a fourni M. Tirlet) de gros cristaux entiers mesurant 17 cm. : w $(11\bar{2}1)$, α $(44\bar{8}3)$, ω $(14.14.\bar{2}\bar{8}.3)$, e_3 $(22\bar{4}3)$, avec une toute petite base.

CRISTOBALITE[1]

SiO^2

Cubique (pseudocubique).

Forme observée. a^1 (111).

Macles. Macle des spinelles suivant a^1.

Faciès. Le minéral se rencontre exclusivement sous forme de petits octaèdres réguliers, à faces souvent creuses et à développement fréquemment cristallitique.

Dureté. 6 à 7.

Densité. 2,34.

Coloration et éclat. Blanc laiteux. Translucide ou opaque, mais devenant transparente par immersion dans un liquide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. L'examen d'une section parallèle à p (100) montre que l'octaèdre est formé par le groupement de trois cristaux quadratiques, ayant pour base les faces du cube ; la section est constituée par une partie centrale éteinte, faisant voir en lumière convergente, la croix noire, toujours disloquée, des minéraux uniaxes avec signe optique *négatif* ($\mathbf{n}_p$). Les bords de la plage sont constitués par des bandes biréfringentes, s'éteignant suivant les diagonales de la face cubique. Une section octaédrique montre trois secteurs triangulaires enchevêtrés, avec des parties monoréfringentes ne donnant pas d'images en lumière convergente.

$$\mathbf{n} = 1{,}49 \text{ (Na) (Gaubert)}$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0005 \text{ (Mallard).}$$

A 175° C., changement d'état reversible ; cette *métacristobalite* est alors rigoureusement cubique, c'est-à-dire nonoréfringente.

1. A placer dans la systématique, page 169, après la tridymite. Voir aussi page 25.

Essais pyrognostiques. Comme la tridymite.

Diagnostic. La forme, le signe optique, le changement d'état à 175° C. (monoréfringence) sont distinctifs de la tridymite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cristobalite peut être produite par le recuit de la silice fondue, au-dessus de 760° C. Dans la nature, elle ne se rencontre que dans les roches volcaniques, où elle accompagne la tridymite formée par action pneumatolitique. C'est un minéral très rare, connu dans un nombre infime de gisements.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Je viens de rencontrer en très grande abondance la cristobalite dans le trachyte à grands cristaux de sanidine du fond de la vallée de Chaudefour, au Mont-Dore. Des blocs éboulés de cette roche, qui abondent au pied du dyke de la Rancune, sont très vacuolaires ; leurs cavités sont tapissées d'un nombre considérable de lamelles épaisses de tridymite, blanches et opaques et d'octaèdres de cristobalite ayant généralement moins de 0 mm. 5. Ils possèdent toutes les propriétés exposées plus haut.

CUMENGITE[1]

$Sb^2O^5.5H^2O$

Kenngott a proposé de désigner sous le nom de *cumengite* (*Das Mosh'sche miner. System.* 29. 1858) un minéral, analysé par Cumenge (*A. M.* XX. 80. 1851) et dont la composition se rapproche de la formule donnée plus haut :

Sb	O	Fe^2O^3	H^2O	Gangue.	
62,0	17,0	1,0	15,0	3,0	= 98,0

L'année suivante, J. Dana l'a désigné (*System of Mineralogy*, 142. 1854) sous le nom de *volgérite*.

Cette substance forme des masses compactes ou pulvérulentes, jaunes, épigénisant la valentinite de Sensa (*Constantine*), qui constitue elle-même des pseudomorphoses de stibine (page 22).

1. Ce minéral est à placer dans la systématique, page 345, après la meymacite.

DOLOMITE

Algérie. — *Constantine.* Le gîte de galène de Mesloula renferme en abondance des cristaux de dolomite plus ou moins ferrifère, dont les géodes sont parfois mouchetées de petits cristaux de blende ou recouvertes de calcite; je dois la connaissance de ces minéraux à M. de Stoutz.

HYDRARGILLITE

Les nombreux échantillons de latérite des colonies françaises que j'ai étudiés depuis quelques années permettent de généraliser les indications fournies sur cette question page 365.

Des concrétions d'hydrargillite fibreuses, hérissées de pointements cristallins, se trouvent dans la latérite remaniée du placer Saint-Élie (*Guyane*) et de divers points de la *Côte-d'Ivoire.*

J'ai d'autre part rencontré (*C. R.* CXLI. 984. 1905) dans les latérites des syénites néphéliniques des îles de Los (*Guinée*) des cas de transformation complète de feldspaths et de feldspathoïdes en lamelles d'hydrargillite, parfois associées à un peu d'allophane et de limonite. Cette latéritisation de la syénite fournit ainsi un véritable minerai de bauxite.

LEESBERGITE

M. L. Blum a décrit sous ce nom (*Ann. Soc. géol. Belgique.* XXXIV. 1908) un minéral blanc crayeux, tombant en poussière par exposition à l'air et formant des filonnets de 4 à 5 cm. d'épaisseur dans le minerai (magnétite) oolithique liasique de la concession Victor à Marspich et Hayange (Hayingen) [*Lorraine*]. Il n'est attaqué qu'à chaud par les acides.

Le minéral, desséché à 100°, a la composition suivante :

CO^2	MgO	CaO	$Al^2O^3 + Fe^2O3$	SiO^2
49,43	29,89	21,06	0,52	0,05

M. Blum admet la formule 2 ($MgCO^3$), $CaCO^3$.

M. V. Bruhns a constaté (*Mitt. geol. Landensant. Elsass-Lothr.* VI. 303. 1908) que le minéral présente deux variétés, l'une compacte (dureté 3), l'autre tendre. Toutes deux contiennent de l'eau : leur

composition chimique paraît variable. Les résultats de ses trois analyses peuvent être représentés par les formules suivantes :

6 $CaMg(CO^3)^2$, 8 $MgCO^3$, 3 $Mg(0H)^2$, 3 H^2O. [1]
6 $CaMg(CO^3)^2$, 6 $MgCO^3$ $Mg(0H)^2$, 3 H^2O
6 $CaMg(CO^3)^2$, 12 $MgCO^3$, 2 $Mg(OH)^2$, 3 H^2O

M. Bruhns considère donc ce produit comme hétérogène et constitué par le mélange d'un minéral du groupe de l'hydromagnésite avec de la calcite et de la dolomite.

M. Blum a bien voulu me communiquer un fragment de leesbergite, qui, au lieu d'être compacte, comme les échantillons étudiés par M. Bruhns, est fibreux. L'examen microscopique montre que le produit est homogène, les fibres sont allongées suivant l'axe optique unique ou la bissectrice aiguë avec axes optiques extrêmement rapprochés : le signe optique est négatif et la biréfringence très grande.

D'après un essai de M. Arsandaux, la perte au feu ($CO^2 + H^2O$) de cet échantillon est d'environ 48 %.

MANGANITE (page 352).

Saône-et-Loire. J'ai trouvé à Romanèche dans une géode de romanéchite fibreuse, bleuâtre, une croûte de manganite lamellaire, se terminant dans la cavité par des cristaux indistincts en forme de grains de blé.

Indre. De jolis échantillons de manganite accompagnent la göthite et la psilomélane subériforme dans une vieille exploitation de limonite sédimentaire de la Forêt Chenier, à Chaillac.

MOLYBDITE (page 7).

De récentes observations de MM. Schaller et Guild ont montré que ce minéral n'est pas un oxyde, mais un molybdate (Fe^2O^3, 3 MoO^3 7,5 H^2O) (voir tome IV).

TRIDYMITE (page 167).

Antilles. — *Martinique.* L'éruption de la Montagne Pelée (1902-

1. Cette formule est déduite de l'analyse suivante :
$CO^2 = 42,82$; $MgO = 32,81$; $CaO = 16,06$. H^2O, [5,17]. insol. $= 3.14 = 100.00$.

1903) m'a permis de faire de nombreuses observations sur la tridymite et notamment sur le mécanisme de sa production au cours d'une éruption (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, Paris, 518. 1904 ; *B. S. M.* XXVIII. 56. 1905 et *La Montagne Pelée après ses éruptions*, Paris, 56. 1908).

La lave constituant le dôme récent, dont j'ai suivi le développement, est une andésite à hypersthène, renfermant 20 °/₀ de silice non combinée, alors que son verre en contient 37 °/₀. Les types refroidis brusquement ont une structure vitreuse et sont dépourvus de tridymite ; ce minéral n'existe pas davantage dans le type microlitique refroidi rapidement, mais moins vite cependant que le précédent. Il est devenu au contraire extrêmement abondant dans l'andésite lentement refroidie sur place dans le dôme. La comparaison de la forme de la tridymite ainsi cristallisée avec celle de la tridymite produite par cristallisation du verre, résultant de la fusion du quartz (cristaux représentés par la figure 6 de la page 166) m'a permis de montrer (*B. S. M.* XXXII. 323. 1908) que la genèse de la tridymite lamellaire des roches volcaniques doit être recherchée, non dans la fusion purement ignée, mais dans des actions pneumatolitiques.

Dans les enclaves homœogènes de cette même andésite de la Montagne Pelée, la tridymite forme de grandes plages, qui jouent le rôle du quartz dans les roches granitiques.

La tridymite abonde dans toutes les andésites et les labradorites anciennes de la *Martinique*, ainsi que dans beaucoup de celles de la *Guadeloupe*.

OPALE

Soudan. — *Egueï.* M. Garde a recueilli à Hangara (nord de l'Egueï) dans une argile à faune récente, des petits rognons de *ménilite* identiques à ceux de l'oligocène du Velay (p. 336).

QUARTZ

Tunisie. — L'indication que j'ai fournie p. 55, sur la présence de cristaux de quartz enfumé dans une granulite à Béjà est erronée, aucune roche ancienne ne se trouvant dans cette localité. L'échantillon auquel j'ai fait allusion provient sans doute d'un autre gisement tunisien.

Congo. — Les grès du pays des Bandas dans le Haut Oubanghi sont traversés par des filons de quartz renfermant de beaux cristaux limpides (chez les N'Brous) (Courtet. *in Mission Chari-Tchad* 1908). J'ai décrit (*La Géographie* XX. 201. 1909) la curieuse coutume des N'Brous, qui taillent ces cristaux en longues aiguilles (5 à 6 cm. de long.) régulières, que les femmes portent implantées dans la lèvre inférieure. Les renseignements recueillis sur la fabrication de ces singuliers ornements, l'étude des polissoirs en grès, qui sont utilisés pour cela, éclairent l'industrie de la pierre polie à l'époque néolithique.

b) *Dans les roches volcaniques* (page 57).

Antilles. — *Martinique*. L'éruption de la Montagne Pelée a permis pour la première fois de constater la production du quartz dans une roche volcanique au cours de son refroidissement. Tous les types de refroidissement rapide, aussi bien les vitreux que les microlitiques, sont dépourvus de quartz; seules les andésites, refroidies sous la mince carapace non quartzifère du dôme récent, contiennent dans leur pâte de petits cristaux bipyramidés de quartz. J'ai longuement discuté le mécanisme de cette cristallisation dans les travaux cités plus haut à l'occasion de la tridymite (voir notamment les photomicrographies de la pl. XXVIII de mon livre de 1904).

Les roches volcaniques plus anciennes de la Martinique sont remarquables par la fréquence de gros phénocristaux de quartz, non seulement dans les types acides (*dacites* du massif du Carbet), mais encore dans les basiques (*basaltes* de la pointe Burgos).

c) *Dans les assises jurassiques.*

Isère. M. Gonnard a étudié de nouveaux cristaux des marnes de Meylan (*B. S. M.* XXIX. 303. 1906); il y a signalé les formes suivantes à ajouter à celles énumérées page 114.

e^{10} (11.0.$\bar{1}\bar{1}$.8), e^{3} (40$\bar{4}$1), $e^{5/2}$ (70$\bar{7}$1), $e^{31/15}$ (23.0.$\bar{2}\bar{3}$.1), $e^{20/19}$ (0.13.$\bar{1}\bar{3}$.6), $e^{7/5}$ (04$\bar{4}$1), $e^{13/8}$ (07$\bar{7}$1), Z (21.12.$\bar{3}\bar{3}$.33), (à placer entre H_5 et H_4) ; quant à γ_0 (23$\bar{5}\bar{5}$), il est situé entre ξ^1 et ξ^2 et n'est pas, comme il est dit page 115, identique à Γ_1.

Le même auteur a étudié à nouveau les macles de la Gardette (*B. S. M., id.*, 299).

RUTILE (page 190).

Rhône. MM. C. Friedel et Grandjean ont signalé (*B. S. M.* XXXII,

52. 1909) dans les schistes micacés, imprégnés de pyrite, de chalcopyrite, de Vaux, près Villefranche, des cristaux microscopiques de rutile, maclés suivant les lois habituelles ; isolés par lévigation, ils sont d'un brun clair; leur densité est de 4,238. Ils contiennent 1,75 % de SnO^2.

SIDÉRITE

Alger. Les cristaux décrits page 654, comme provenant des environs de Boufarik, ont été trouvés dans la concession de Soumah, [filons de sidérite (avec pyrite et chalcopyrite) transformée en hématite aux affleurements, traversant le gault].

Tunisie. — Je dois à M. de Coppet une belle géode de sidérite transformée en hématite, provenant du Djebel Djerissa.

ZIRCON

Madagascar. — Le nombre des gisements de zircon des alluvonsi aurifères, cités page 216, doit être beaucoup augmenté, le zircon étant d'une façon constante très abondant dans ces produits de désagrégation des granites et des gneiss. Par leur forme, ces cristaux se rapportent aux figures 8, 9, 12 et 13. Ils sont ou bien gros et comparables à ceux d'Espaly ou bien petits et alors incolores, jaunes ou bruns. Les sables monazités du Mananjary en particulier renferment une telle quantité de ces cristaux, que si la monazite y est exploitée, on pourra se préoccuper de l'utilisation industrielle du zircon, bien que ses cristaux aient généralement moins de 1/3 de millimètre.

M. Dabren a signalé comme spécialement riches en zircon, les alluvions de la rivière Matitanana (district d'Ikongo) et en particulier celles de son affluent de gauche la Sandranapana, puis la Zomandao, affluent de droite de l'Ihosy et enfin la région comprise entre Antambohobe et Antananarivokely.

J'ai décrit (*Nouv. Arch. Muséum.* I, 83, 1902 et V. 1903) à Ambaliha et à Ampasibitika, près de la baie d'Ampasindava, dans le N. O. de l'île, des granites à œgyrine très riches en zircon : ce minéral s'y trouve en cristaux $b^{1/2}$, en prismes allongés terminés par le même octaèdre et enfin en cristaux groupés, terminés par a_5 (521) ou en agrégats concrétionnés, qui forment parfois, avec magnétite et quartz, des pseudomorphoses d'arfvedsonite (voir les diverses figures de la pl. X de mon mémoire de 1902).

TABLE DES MATIÈRES

DU TROISIÈME VOLUME

A

Pages

Acerdèse ... 352
Ætite ... 399
Agate ... 134
Alstonite ... 663
Améthyste ... 40
Anatase ... 176
Ankérite ... 658
Anthraconite ... 437
Aragonite ... 664
Arsénolite ... 11 et 801
Aurichalcite ... 739
Azurite ... 751

B

Bauxite ... 342
Baldissérite ... 588
Barycalcite ... 437
Barytocalcite ... 801
Bernonite ... 803
Bergmilch ... 433
Bismite ... 23
Bismuthite ... 776
Bois silicifié ... 154
Breunérite ... 588
Brookite ... 169
Brucite ... 401
Buratite ... 739

C

Calcédoine ... 133 et 803
Calcédonite ... 124
Calciostrontianite ... 663
Calcite ... 417 et 803
Cassitérite ... 217 et 804
Cérusite ... 699
Ceyssatite ... 326
Chalcotrichite ... 303
Chessylite ... 751
Claudétite ... 17
Corindon ... 237 et 805
Crichtonite ... 285
Cristobalite ... 806
Ctypéite ... 728
Cumengite ... 807
Cuprite ... 303
Cuprocalcite ... 436

D

Dawsonite ... 775
Dialogite ... 623
Diaspore ... 340
Dolomite ... 637 et 808

E

Eau ... 1
Exitèle ... 11

F

Ferrobrucite ... 402
Ferrocalcite ... 437
Fers titanés ... 284
Fiorite ... 321
Forchérite ... 323

G

Giobertite 587
Glace 1
Gœthite 349

H

Hématite 247
Hématoconite 436
Herrérite 628
Hyalite 321
Hydrargillite ..... 363 et 808
Hydromagnésite 792
Hydrocuprite 403
Hydrozincite 736

I

Iglésiasite 663
Ilménite 283

J

Jaspe 153
Junckérite 610

K

Kapnite 628

L

Lacroisite 627
Latérite 348
Leesbergite 808
Lépidocrocite 360
Limonite 366
Lussatite 168
Lutécite 126

M

Malachite 742
Malacon 338
Manganite ..... 352 et 809
Manganobrucite 401
Manganocalcite 437
Martite 249
Massicot 311
Mélaconite 310
Mellite 799
Ménilite 332
Mésitite 594
Métacristobalite 806
Meulière 152
Meymacite 314
Mohsite 297
Molybdite ..... 7 et 809
Monheimite 628
Montmilch 433

N

Natron 783
Némalite 401
Neslite 335
Nesquéhonite 789
Nitratine 405
Nitre 406
Nitrocalcite 408
Nitromagnésite 413

O

Ocres 389
Oligiste 247
Oligonite 544
Onyx siliceux 135
Onyx calcaire 543
Opale ..... 316 et 810

P

Passyite 132
Perles 679
Phosgénite 779
Pistomésite 594
Plumbocalcite 437
Polianite 235
Prédazzite 436
Pseudobrookite 300

Pseudocalcédonite..... 159
Pyrolusite..... 235

Q

Quartz..... 25 et 810
Quartzine..... 122

R

Randannite..... 326
Rhodochrosite..... 623
Rutile..... 190 et 811

S

Sagénite..... 191
Schokoladenstein..... 627
Sidérite..... 597 et 812
Sidéroconite..... 436
Sidéroplésite..... 599-605
Sidérose (Sidérite)..... 597
Silex..... 149
Smithsonite..... 628
Sphérosidérite..... 598, 615, 618
Stalactites..... 524
Strontianite..... 697
Stilpnosidérite..... 396

T

Tabashir..... 325
Ténorite..... 309
Thermonatrite..... 782
Torrensite..... 627
Tridymite..... 161 et 809
Tripoli..... 325
Tripoli de Nanterre..... 432
Trona..... 785
Truffite..... 436
Tungstite..... 10
Turgite..... 369

V

Valentinite..... 19
Viellaurite..... 626
Vierzonite..... 329
Volgérite..... 695

W

Whewellite..... 794
Whithérite..... 695

X

Xylocryptite..... 800

Z

Zinconise..... 736
Zircon..... 206 et 812

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

ERRATA

Page	10	ligne	4	*au lieu de*	$b : h = 326{,}925$	*lire*	$b : h = 1000 : 326{,}925$
—	17	—	5	(en rem.)	$- xy$	—	zx
—	19	—	19	—	$x = b^{1/2}\ldots,$	—	$x = (b^{1/7}$
—	26	ligne	16	*au lieu de*	1.79997	—	1.09997
—		—	19	—	$(3.2.\overline{11})$	—	$(32.\overline{1}.\overline{1})$
—		—	20	—	$(2.6.\overline{11})$	—	$(26.\overline{1}.\overline{1})$
—		—	22	—	$(2.1.\overline{55})$	—	$(21.\overline{5}.\overline{5})$
—		—	23	—	$(13.0.\overline{13}.3)$	—	$(39.0.\overline{39}.19)$
—		—	26	—	$(45.0.\overline{45}.16)$	—	$(46.0.\overline{46}.1)$
—	27	—	6	—	$(23.3.\overline{25}.22)$	—	$(22.3.\overline{25}.22)$
—		—	7	—	$(b^{1/2}\ d^{1}\ d^{1/26})$	—	$(b^{1/4}\ d^{1/2}\ d^{1/13})$
—		—	»	—	$(b^{1/10}\ d^{5}$	—	$(b^{1/10}\ d^{1/5}$
—		—	8	—	$(b^{1/10}\ d^{5}\ d^{1/29})$	—	$(b^{1/10}\ d^{1/5}\ d^{1/29})$
—		—	15	supprimer	$(d^{1/37}\ d^{1/5})\ b^{1/10}$	—	
—		—	16	*au lieu de*	$(15.21.\overline{102}.15)$	*lire*	$(5.29.\overline{34}.5)$
—		—	19	—	$(14.\overline{2}.1)$	—	$(14.2.\overline{1})$
—		—	29	—	$(1.30.\overline{29}.29)$	—	$(1.29.\overline{30}.29)$
—	28	—	5	—	$(21.1.\overline{22}.27)$	—	$(21.1.\overline{22}.17)$
—	54	—	8	—	id.	—	id.
—	82	—	5	(en remontant) *au lieu de*	$(15.21.\overline{102}.15)$	*lire*	$(5.29.\overline{34}.5)$
—	96	—	23	et 2 (en remontant)	$(45.0.\overline{45}.16,$	—	$(46.0.\overline{46}.1)$
—		—	1	(en remontant)	$(21.1.\overline{22}.27)$	—	$(21.1.\overline{22}.17)$
—	114	—	1	—	$(26.0.\overline{26}.111)$	—	$(26.0.\overline{26}.11)$
—	115	—	1	—	$(14.0.\overline{14}.37)$	—	$(14.0.\overline{14}.3)$
—		—	12	—	$(23.3.\overline{25}.22)$	—	$(22.3.\overline{25}.22)$
—		—	24	Supprimer la fin de la phrase après γ_0.			
—		—		dans la fig. 93, noter les faces à partir de p dans l'ordre suivant : p, H_5, ξ_2 β_6, $e^{1/2}$.			
—	162	—	1	(en remontant dans le tableau) *au lieu de* (macle suivant $e^{4/3}$), *lire* (macle suivant $e^{2/3}$).			
—		—	4	(en remontant) *au lieu de* (034)		*lire* (032)	
—	176	—	11	—	$a : c = 1{,}77713$	—	$a : c = 1 : 1{,}77713$
—	206	—	2	(en remontant)	(311)	—	(211)
—		—	5	—	$(b^{1/2}\ b^{1/4}\ h^{1})$ (311)	—	$(b^{1}\ b^{1/3}\ h^{1})$ (211)
—	213	—	13		(311)	—	(211)
—	216	—	23		id.	—	id.
—	217	—	11	—	$a : b$	—	$a : c$
—	248	—	7	—	$(17.24.\overline{51}.39)$	—	$(9.8.\overline{17}.13)$
—	255	—	29	—	$(25.24.\overline{51}.39)$	—	$(9.8.\overline{17}.13)$
—	256	—	1		fig. 4	—	fig. 3
—	301	—	10		à p (001)	—	à h^{1} (100)

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR

Paris, 15, rue des Saints-Pères. — Liège, 21, rue de la Régence.

EXTRAIT DU CATALOGUE

Les enclaves des roches volcaniques, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle, 1 volume grand in-8° de 710 pages avec 35 figures dans le texte, 8 planches en couleur (représentant 96 préparations microscopiques) et index géographique.

Cet ouvrage, tiré à petit nombre d'exemplaires et mis en vente à 30 fr. (1893), est sur le point d'être épuisé ..... 40 fr.

Minéralogie de la France et de ses colonies, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. Tome I, grand in-8° de xx-723 pages avec nombreuses figures dans le texte ..... 30 fr.
Tome II, grand in-8° de 804 pages avec nombreuses fig. dans le texte ..... 30 fr.
Tome III, *id* ..... 30 fr.
Tome IV et dernier (*sous presse*) ..... 30 fr.

Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 23 figures dans le texte et 3 planches ..... 6 fr. 75

Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact. 1er Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège*, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 3 planches ..... 3 fr. 75
— 2e Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège, de l'Aude, des Pyrénées-Orientales et des Hautes-Pyrénées.* 1 volume grand in-8° avec 16 figures et 3 planches .... 3 fr.

Le gabbro du Pallet et ses modifications, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 1 planche ..... 3 fr. 25

Roches de l'Ariège et de l'Auvergne. — I. Contribution à l'étude des roches métamorphiques et éruptives de l'Ariège (feuille de Foix). — II. Sur les enclaves acides des roches volcaniques de l'Auvergne, par A. Lacroix, 1 brochure grand in-8°, avec 12 figures dans le texte ..... 3 fr.

Les minéraux des roches. 1° Application des méthodes minéralogiques et chimiques à leur étude microscopique, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines.

2° Données physiques et optiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte et une planche en couleur... 12 fr. 50

Tableaux des minéraux des roches. Résumé de leurs propriétés optiques, cristallographiques et chimiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume in-4, relié ..... 6 fr.

Structures et classification des roches éruptives, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 1 volume grand in-8° ..... 5 fr.

Minéralogie. Manuel pratique de minéralogie, introduction à l'étude scientifique des minéraux. *Propriétés essentielles des minéraux. Description des espèces minérales les plus importantes*, par H. A. Miers, professeur de minéralogie à l'Université d'Oxford, traduit de l'anglais, par O. Chemin, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite, 1 volume in-8°, avec 716 figures dans le texte et 2 planches en couleur hors texte. Relié ..... 20 fr.

Cristallographie. *Déformation homogène. Groupements cristallins. Symétrie apparente. Polymorphisme. Isomorphisme*, par F. Wallerant, Membre de l'Institut, Professeur de minéralogie à la Sorbonne, 1 volume in-8° avec 230 figures. Relié .... 18 fr.

Pétrographie. Etudes de pétrographie. Introduction à l'étude microscopique des roches, par A. Harker, professseur de géologie à l'Université de Cambridge, traduit par O. Chemin. 1 volume in-8° contenant 75 figures dans le texte. Relié. ... 12 fr. 50

Carte géologique de la France au $\frac{1}{80000}$, publiée par le Ministère des Travaux publics. (*Demander le catalogue des cartes parues.*)

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR

Paris, 15, rue des Saints-Pères. — Liège, 21, rue de la Régence.

EXTRAIT DU CATALOGUE

Les enclaves des roches volcaniques, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle, 1 volume grand in-8° de 710 pages avec 35 figures dans le texte, 8 planches en couleur (représentant 96 préparations microscopiques) et index géographique.

Cet ouvrage, tiré à petit nombre d'exemplaires et mis en vente à 30 fr. (1893), est sur le point d'être épuisé ..... 40 fr.

Minéralogie de la France et de ses colonies, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. Tome I, grand in-8° de xx-723 pages avec nombreuses figures dans le texte ..... 30 fr.
Tome II, grand in-8° de 804 pages avec nombreuses fig. dans le texte ..... 30 fr.
Tome III, *id* ..... 30 fr.
Tome IV et dernier (*sous presse*) ..... 30 fr.

Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 23 figures dans le texte et 3 planches ..... 6 fr. 75

Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact. 1er Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège*, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 3 planches ..... 3 fr. 75
— 2e Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège, de l'Aude, des Pyrénées-Orientales et des Hautes-Pyrénées*. 1 volume grand in-8° avec 16 figures et 3 planches .... 3 fr.

Le gabbro du Pallet et ses modifications, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 1 planche ..... 3 fr. 25

Roches de l'Ariège et de l'Auvergne. — I. Contribution à l'étude des roches métamorphiques et éruptives de l'Ariège (feuille de Foix). — II. Sur les enclaves acides des roches volcaniques de l'Auvergne, par A. Lacroix, 1 brochure grand in-8°, avec 12 figures dans le texte ..... 3 fr.

Les minéraux des roches. 1° Application des méthodes minéralogiques et chimiques à leur étude microscopique, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines.
2° Données physiques et optiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte et une planche en couleur... 12 fr. 50

Tableaux des minéraux des roches. Résumé de leurs propriétés optiques, cristallographiques et chimiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume in-4, relié ..... 6 fr.

Structures et classification des roches éruptives, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 1 volume grand in-8° ..... 5 fr.

Minéralogie. Manuel pratique de minéralogie, introduction à l'étude scientifique des minéraux. *Propriétés essentielles des minéraux. Description des espèces minérales les plus importantes*, par H. A. Miers, professeur de minéralogie à l'Université d'Oxford, traduit de l'anglais, par O. Chemin, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite, 1 volume in-8°, avec 716 figures dans le texte et 2 planches en couleur hors texte. Relié ..... 20 fr.

Cristallographie. *Déformation homogène. Groupements cristallins. Symétrie apparente. Polymorphisme. Isomorphisme*, par F. Wallerant, Membre de l'Institut, Professeur de minéralogie à la Sorbonne, 1 volume in-8° avec 230 figures. Relié.... 18 fr.

Pétrographie. Etudes de pétrographie. Introduction à l'étude microscopique des roches, par A. Harker, professseur de géologie à l'Université de Cambridge, traduit par O. Chemin. 1 volume in-8° contenant 75 figures dans le texte. Relié. ... 12 fr. 50

Carte géologique de la France au $\frac{1}{80000}$, publiée par le Ministère des Travaux publics. (*Demander le catalogue des cartes parues.*)

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

OF·GEMS·&c·GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM
STONES·AND·MINERALS
MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
EX LIB-
RIS
JOHN SIN KAN KAS

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME QUATRIÈME

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21
1910
Tous droits réservés

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

RTL014357
t.4, c.1

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME QUATRIÈME

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21
1910
Tous droits réservés

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME QUATRIÈME

1e PARTIE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1910
Tous droits réservés

TABLE DES MATIÈRES

Aluminite 243
Alunite 138
Alunogène 234
Aluns 253
Anglésite 130
Anhydrite 37
Apatélite 246
Asbolite 22

Barytine 47
Biébérite 230
Boothite 227
Botryogène 263
Braunite 1
Brochantite 148

Calédonite 155
Carphosidérite 145
Célestite 103
Chalcanthite 231
Chromite 311
Chromopicotite 311
Connellite 238
Copiapite 247
Coquimbite 239
Cuprogoslarite 218
Cymophane 344

Dréelite 61

Ebelménite 13
Epsomite 212

Felsöbanyite 245
Ferbérite 281
Ferrogoslarite 219
Ferropicotite 306
Fibroferrite 241
Franklinite 342

Gahnite 310
Glaubérite 33
Glockérite 250
Goslarite 218
Groroïlite 19
Gypse 164

Halotrichite 255
Hambergite 347
Haussmannite 3
Hercynite 298
Hollandite 7

Hübnérite 292
Jarosite 143

Kalinite 253

Lampadite 13
Lanarkite 146
Leadhillite 156
Lettsomite 265
Linarite 152

Magnésiochromite 311
Magnésioferrite 317
Magnétite 315
Mascagnite 27
Mélantérite 222
Métathénardite 32
Métavoltite 259
Minium 4
Mirabilite 161
Molybdite 296
Morénosite 220

Nadorite 355
Natroalunite 142

Paraluminite 245
Pastréite 145
Pickéringite 258
Picotite 306
Pisanite 229
Pléonaste 298
Polyhalite 251
Psilomélane 2

Ranciéite 24
Reinite 282
Rhodizite 350
Roemérite 260
Romanéchite 6
Roméite 360

Scheelite 275
Spinelle 298

Thénardite 29
Titanomagnétite 317

Ulexite 352

Volnyne 73

Webstérite 243
Wad 5
Wolfram 282
Wulfénite 267

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

MACON PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME QUATRIÈME
1e PARTIE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21
1910
Tous droits réservés

INTRODUCTION DU TOME IV

La publication de la seconde partie du tome III et par suite celle de ce dernier volume a été longtemps retardée par des recherches multiples sur le volcanisme, auxquelles j'ai été entraîné à la suite de la Mission officielle, que j'ai dirigée à la Martinique, pendant l'éruption mémorable de la Montagne Pelée en 1902 et 1903.

L'étude des riches matériaux que j'ai alors recueillis aux Antilles, puis au Vésuve, lors du dernier paroxysme de ce volcan en 1906, et enfin à l'Etna pendant l'éruption de 1908, ont absorbé toute mon activité pendant plusieurs années. Je tiens à m'en excuser auprès de ceux de mes lecteurs que ce long retard a pu surprendre.

Cette interruption a eu une grande influence sur la façon dont je termine cet ouvrage. Elle a permis en effet l'accumulation de nombreux matériaux nouveaux, qui me forcent, une fois encore, à modifier mon plan. Les *Manganates* et les *Plumbites* ont dû être rejetés dans le présent tome; d'autre part, ne pouvant augmenter indéfiniment le nombre de mes volumes, j'ai dû abandonner le projet que j'avais annoncé, de terminer mon livre par des tables géographiques détaillées. Il m'a paru préférable de leur substituer une revue de tout ce que j'ai

recueilli au cours de ma publication et qui n'a pu prendre place dans les volumes précédents. Un grand nombre des matériaux, qui vont être étudiés, sont restés inédits ; j'ai sommairement décrit les autres dans des notes ou mémoires publiés dans les *Comptes rendus*, dans le *Bulletin de la Société française de Minéralogie* ou dans les *Nouvelles archives du Muséum* ; les colonies françaises, et en particulier Madagascar, m'en ont fourni la plus grande part. J'y ai joint le résumé d'observations publiées par plusieurs auteurs.

Je remercie encore une fois les correspondants, anciens ou nouveaux, qui ont bien voulu m'aider de leur documentation. Je tiens en outre à exprimer ma gratitude à mon ami, M. Ad. Richard, qui m'a aidé dans l'achèvement du dessin des figures, à MM. P. Gaubert et Arsandaux, dont le concours m'a été précieux pour l'exécution d'essais divers.

En entreprenant la publication de ce livre, il y a dix-sept ans, je m'étais proposé un double but :

1° Exposer la façon dont je comprends l'étude des minéraux, en donnant une large place à l'observation de toutes leurs propriétés physiques et chimiques, mais aussi en recherchant d'une façon minutieuse leur rôle dans la nature et notamment leurs conditions de gisement, qui permettent d'éclairer leur genèse, en considérant non seulement les seigneurs de grande importance, qui font l'ornement des collections et sont généralement à peu près seuls en faveur auprès des minéralogistes, mais encore les infiniment petits, qui, entrant dans la constitution des roches, ont véritablement une importance capitale.

2° Faire le bilan des richesses minéralogiques du sol de la plus grande France, en montrant que ses colonies, tout autant que la métropole, méritent mieux que la place minuscule

qu'elles ont occupée jusqu'ici dans les Traités spéciaux et en faisant voir qu'elles ne le cèdent en rien aux pays les plus réputés au point de vue de leur intérêt minéralogique.

Je me considérerai comme largement payé de mon long labeur, si ce livre contribuait à stimuler en France l'étude de l'histoire naturelle des minéraux.

Paris, 1er mai 1910.

A. Lacroix.

MINÉRALOGIE DE LA FRANCE

MANGANITES ET PLUMBITES

MANGANITES ET PLUMBITES ANHYDRES

GROUPE DE LA BRAUNITE

Ce groupe comprend deux espèces, l'une cubique, la bixbyite, l'autre quadratique, mais presque cubique, la braunite.

Braunite..... $\overset{II}{Mn}\,\overset{IV}{Mn}\,O^3$

**Bixbyite*..... $\overset{II}{Fe}\,\overset{IV}{Mn}\,O^3$

BRAUNITE

$\overset{II}{Mn}\overset{IV}{Mn}O^3$

Quadratique.

$b : h = 1000 : 772{,}32 \quad D = 707{,}107.$

$[a : c = 1 : 1{,}0922.\,(\text{Flink})]$

	Angles calculés.	Système cubique.
$pb^{1/2}$	125° 10′	125° 16′ $(p\,a^1)$
$b^{1/2}b^{1/2}$	109° 41′	109° 28′ $(a^1\,a^1$ s. $b^1)$.
$b^{1/2}b^{1/2}$ s. a^1	70° 20′	70° 32′ $(a^1\,a^1$ s. $p)$

Macles. Macle suivant a^1 (101).

Formes et faciès. La braunite se présente généralement en octaèdres $b^{1/2}$ (111) extrêmement voisins de l'octaèdre régulier, comme le montrent

les angles donnés plus haut. Elle forme aussi des masses grenues ou compactes.

Clivages. Clivage parfait suivant $b^{1/2}$ (111). Cassure inégale à conchoïde.

Dureté. 6 à 6,5. Fragile.

Densité. 4,75 à 4,82.

Coloration et éclat. Gris d'acier à noir brunâtre. Poussière de même couleur. Opaque.

Éclat semi-métallique.

Composition chimique. La formule $Mn\,MnO^3$ correspond à la composition suivante :

MnO^2.....	55,1
MnO	44,9
	100,0

La composition chimique est en réalité plus complexe que ne l'indique cette formule, car il existe de la silice, pouvant atteindre 8 %. Le silicium remplace une partie du manganèse quadrivalent $[\overset{II}{Mn}\,(\overset{IV}{Mn},\overset{IV}{Si})\,O^3]$: ce qui fait considérer la braunite, non comme du Mn^2O^3, mais comme un manganite de manganèse. La découverte de la bixbyite renforce cette manière de voir ; un peu de titane joue le même rôle que le silicium dans la braunite.

Propriétés pyrognostiques. Comme polianite ; mais l'attaque par l'acide chlorhydrique laisse un résidu de silice gélatineuse ou floconneuse.

Diagnostic. Ce résidu de silice est très caractéristique pour la distinction du minéral d'avec les autres minerais de manganèse, dont la braunite peut d'ailleurs être facilement distinguée par sa forme et par ses clivages pseudooctaédriques. Elle ne peut être confondue avec la haussmannite, dont les octaèdres, plus aigus, se clivent suivant leur base et dont la poussière est brun-châtaigne.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La braunite est un minéral peu abondant, qui accompagne généralement d'autres minerais de manganèse.

Vosges. — *Vosges.* J'ai trouvé dans la collection du docteur Carrière un bel échantillon de braunite de Grandrupt, près Saint-Stail. Il consiste en nombreux octaèdres $b^{1/2}$ (111) atteignant 3 millimètres ; ils sont implantés sur une masse fibrolamellaire de manganite.

[*Alsace*]. Daubrée a signalé la braunite en petits octaèdres dans la

psilomélane de Kalberhugel à Dambach, qui forme un filon dans le granite (*Descr. géol. Bas-Rhin.* 302. 1852). Le Muséum possède un échantillon provenant de la collection de ce savant ; il est constitué par un agrégat miarolitique de ces cristaux, localement englobés par de la fluorine.

GROUPE DE LA HAUSSMANNITE

Ce groupe ne comprend que les deux espèces suivantes :

Haussmannite..... $\overset{II}{Mn^2}\overset{IV}{MnO^4}$
Minium..... $\overset{II}{Pb^2}\overset{IV}{PbO^4}$

HAUSSMANNITE

$\overset{II}{\mathbf{Mn^2}}\overset{IV}{\mathbf{MnO^4}}$

Quadratique.

$b : h : = 1000 : 830{,}285$ $\quad$ D = 707,107.

[$a : c = 1 : 1{,}1743$ (Haidinger).]

Macles. Macle a^1 (101) souvent répétée.

Formes et faciès. La haussmannite se présente toujours avec la pyramide $b^{1/2}$ (111) dominante ($b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. $p = 62°7'$). Elle constitue aussi des masses granulaires.

Clivages. Clivages, parfait suivant p (001), peu apparents suivant a^1 (101) et $b^{1/2}$ (111). Cassure inégale.

Dureté. 5 à 5,5. Fragile.

Densité. 4,72 à 4,86.

Coloration et éclat. Noire un peu brunâtre. Poussière brun-noisette; opaque. Éclat semi-métallique.

Composition chimique. La formule $Mn^2MnO^4 = 2\ MnO\ MnO^2$ correspond à la composition suivante :

Mn^2O^3....	69,0
MnO.....	31,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Comme poliganite.

Diagnostic. Voir à *braunite.*

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Vosges. — [*Alsace*]. Rivot a signalé la haussmannite (*Docimasie*, III, 1864) dans les mines d'hématite de Framont. J'indique ce gisement sous bénéfice d'inventaire, n'ayant vu aucun échantillon de cette provenance.

MINIUM

$$\overset{II}{Pb^2}\overset{IV}{PbO^4}$$

Orthorhombique?

Formes et faciès. Masses écailleuses ou pulvérulentes.

Dureté. 2 à 3.

Densité. 4, 6.

Coloration et éclat. Rouge vif, avec une teinte jaune. Poussière rouge orangé. Opaque.

Composition chimique. La formule $Pb^2PbO^4 = 2\ PbO\ PbO^2$ correspond à la composition.

Pb.....	90,6
O.....	9,4
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond facilement ; avec le charbon, donne un globule de plomb. Sous l'action de l'acide chlorhydrique, se transforme en chlorure de plomb avec dégagement de chlore.

Diagnostic. Les réactions pyrognostiques permettent facilement de distinguer le minium de tous les autres minéraux présentant une couleur analogue.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le minium est un produit d'altération de la galène et de la cérusite.

Plateau Central. — *Rhône*. J'ai rencontré ce minéral sur les haldes de la mine de Monchonay, aux Ardillats ; il épigénise partiellement de petits cristaux de galène.

Algérie. — *Constantine*. La collection de l'École des Mines possède un échantillon de cérusite provenant d'une ancienne recherche faite à l'Oued Noukhal, à 12 km. nord-est de Jemmapes. Il est recouvert d'un enduit de minium terreux.

GROUPE DE LA PSILOMÉLANE

Sous le nom de psilomélane, sont désignés des minerais de manganèse de composition très variée et qui paraissent renfermer des espèces très distinctes; celles-ci sont cristallisées, bien que leur forme exacte n'ait pu être encore déterminée, par suite de la tendance de leurs cristaux à former des agrégats fibreux. Ces minéraux ont été confondus jusqu'à présent sous le même nom, alors que de simples variétés ont reçu des dénominations spéciales, qui ne paraissent pas se justifier. Il est vraisemblable que beaucoup des analyses publiées ont été faites sur des mélanges.

Les minéraux de ce groupe contiennent tous de l'eau; une portion de celle-ci est sans doute parfois de l'eau d'hydratation, mais souvent tout ou partie de celle-ci doit être considérée autrement, les psilomélanes étant vraisemblablement des manganites acides, dans lesquels une certaine quantité seulement de l'hydrogène est remplacée par divers métaux, dont le plus important est toujours le manganèse.

Je considérerai comme espèces distinctes deux minéraux que j'ai plus particulièrement étudiés, la *romanéchite*[1] et la *ranciéite*[2], dont la structure cristalline est des plus nettes.

Faute de pouvoir préciser davantage, je range sous le nom de *psilomélane* tous les autres minéraux de ce groupe, persuadé d'ailleurs que des études approfondies permettront d'y établir des coupures légitimes.

Quant au nom de *wad*[3] employé pour désigner des minéraux poreux

1. J'ai employé pour la première fois, en 1900, ce terme et donné une formule dans le *Guide du visiteur à la collection de Minéralogie du Muséum d'histoire naturelle*.

2. Leymerie a désigné cette substance sous le nom de *ranciérite* (*Cours de Minéral.*, II, 329, 1859), qu'il est plus correct d'écrire *ranciéite*, puisqu'il est tiré de la localité Rancié.

3. Huot a proposé en 1841 (*Minéralogie*, 241) le nom de *ouatite* pour remplacer ce terme d'origine étrangère.

et légers de ce groupe, il me paraît, d'une façon générale, devoir être abandonné; il ne correspond pas, en effet, à une composition chimique fixe, mais constitue une variété structurelle, que j'appellerai la *structure subériforme*, de tous les types possibles de ce groupe.

ROMANÉCHITE

$H^2(Mn, Ba)Mn^3O^8$

Orthorhombique ?

Faciès. — La romanéchite forme des masses compactes ou concrétionnées à structure fibreuse. Les surfaces libres dans les géodes sont le plus souvent mamelonnées, botroydes, stalactiformes, mais les fibres se terminent quelquefois dans les cavités par des aiguilles extrêmement fines se courbant sous le souffle, quand elles sont longues ; elles ont un aspect velouté et s'écrasent sous la pression des doigts, lorsqu'elles sont courtes.

Les masses concrétionnées sont parfois formées par la réunion d'un grand nombre de petites stalactites creuses à parois dures, remplies par une variété fibreuse subériforme du même minéral ; cette variété offre une cassure à aspect palmé des plus caractéristiques (fig. 4) ; celle-ci forme aussi à elle seule de grosses masses plutôt columnaires que fibreuses. Il existe des variétés pulvérulentes (mine brûlée des mineurs de Romanèche).

Dureté.

Densité. 4, 55. Échantillon fibreux d'un gris bleu. Les variétés subériformes sont légères, poreuses.

Coloration et éclat. Gris bleu d'acier à noir. Poussière noire. Les surfaces mamelonnées qui tapissent les géodes sont parfois recouvertes d'une croûte vernissée d'un beau noir qui se rencontre surtout dans les variétés compactes, ferrifères. Les variétés subériformes ont quelquefois une cassure irisée de diverses couleurs (manganèse *queue de paon* des mineurs de Romanèche) ; elles sont traçantes.

Eclat métallique ; éclat velouté, dans les enduits fibreux ; les variétés subériformes ont parfois un aspect terreux.

Composition chimique. La formule H^2 (Mn, Ba) Mn^3 O^8 correspond à la composition *a*, pour le cas où le rapport Mn : Ba = 1 : 1 ; elle

se rapporte aux analyses les plus récentes dues à M. Gorgeu, qui écrivait la formule (Mn, Ba) O, 3 Mn O^2 + H^2O : il me paraît difficile de ne pas considérer l'eau comme combinée. Ces analyses montrent une teneur très sensiblement constante en baryum ce qui, avec la structure cristalline, m'a conduit à considérer ce minéral comme une espèce définie ; elles font voir en outre que la variété subériforme a la même composition que les types fibreux[1].

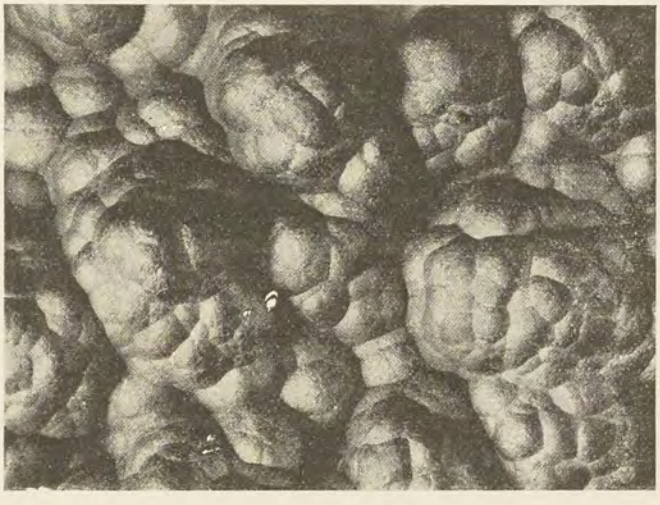


Fig. 1.
Romanéchite botroyde à structure fibreuse. Romanèche (Petit Filon).
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Analyses de la romanéchite : fibreuse, croûte extérieure. *b*) et *c*), croûte intérieure d'un même échantillon ; *d*) variété subériforme ; toutes trois par Gorgeu (*B. S. M.* XIII. 21. 1890) ; *e*) par Türner (P.A.XIV.225) ; *f*) et *g*) par Berthier (*A. M.* VI. 291. 1821) ; *f*) variété compacte ; *g*) variété terreuse.

1. M. Fermor a décrit (*Transact. Miningand. Geol. Instit. India*, I. 76. 1906, et *Mem. geol. Surv. of India*, XXXVII. 86. 1909), sous le nom de *hollandite*, un minéral des districts de Sitapár et de Chhindwára (Indes centrales), parfois plus largement cristallisé que la romanéchite et qui s'en rapproche, sans pouvoir toutefois être identifié avec elle, à cause de sa richesse en fer et du remplacement total de l'hydrogène par des métaux : sa composition est, d'après lui, *m* (Mn, Ba^2) MnO^5 + *n* (Fe, Al)^4 $(MnO^5)^3$. Il présente des variétés cristallisées (orthorhombiques ou tricliniques et pseudoquadratiques) et d'autres fibreuses à éclat soyeux.

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)
MnO^2.....	66,75	66,87	69,69	64,97	66,49	67,15	66,83
MnO.....	9,08	8,23	7,67	7,28	11,74	11,93	14,77
BaO.....	19,57	16,20	14,45	15,45	16,69	16,84	13,50
CaO.....	»	0,40	0,52	1,65	»	»	»
MgO.....	»	0,20	0,07	tr.	»	»	»
K^2O.....	»	0,10	0,37	tr.	»	»	»
Na^2O.....	»		0,08	0,80	»	»	»
CuO + PbO	»	0,10	0,18	0,30	»	»	»
Fe^2O^3.....	»	1,45	1,80	1,10[1]	»	»	»
As^2O^5.....	»	1,50	0,70	0,60	»	»	»
P^2O^5.....	»	tr.	0,05	0,05	»	»	»
H^2O.....	4.60	4,65	4,34	5,00	4,13	4,08	4,90
Gangue....	»	0,15	0,25	1,40	»	»	»
SiO^2.....	»	0,25	5,00	0,80	0,93	»	»
	100,0	100,10	100,27	99,80[2]	100,00	100,00	100,00

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau. Par calcination, perd de l'oxygène. Avec le borax et le sel de phosphore fournit les mêmes réactions que la manganite.

Soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement de chlore ; quand l'acide est concentré, il se forme un dépôt cristallin de $BaCl^2$, se dissolvant par addition d'eau. La solution précipite abondamment par l'addition d'un sulfate soluble.

Diagnostic. L'abondance du baryum est un caractère distinctif des autres minerais de manganèse.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Les mines de Romanèche étudiées dès 1796 par Dolomieu (*J. M.* IV. 19. 1796) sont depuis la fin du XVIIIe siècle le principal centre français de production du manganèse. Le lecteur m'excusera d'insister longuement sur ce gisement, qui est de tous ceux décrits dans ce livre celui que je connais le mieux C'est en effet sur les déblais de cette mine que j'ai fait, dès mon enfance, sous la direction de MM. Chamussy et de mon grand-père, mes premières récoltes de minéraux. Depuis lors, j'ai visité très souvent ce gisement, sur lequel M. Daniel Chamussy n'a cessé de me fournir de précieux documents.

1. $Fe^2O^3 + Al^2O^3$.
2. y compris SO^4Ca 0.40.

Le gisement consiste essentiellement en deux filons parallèles, Nord 35° Est (Petit-Filon) ou plutôt en une série de petites veinules s'entrecroisant dans le granite, véritable stockwerk, dont l'ensemble affecte cette direction. Ils sont réunis par un gîte de contact (Grand Filon), Nord-Sud, se trouvant dans la faille limite du granite et des argiles pliocènes. Il existe en outre un ou plusieurs amas ayant pour mur les arkoses infraliasiques et pour toit, tantôt le

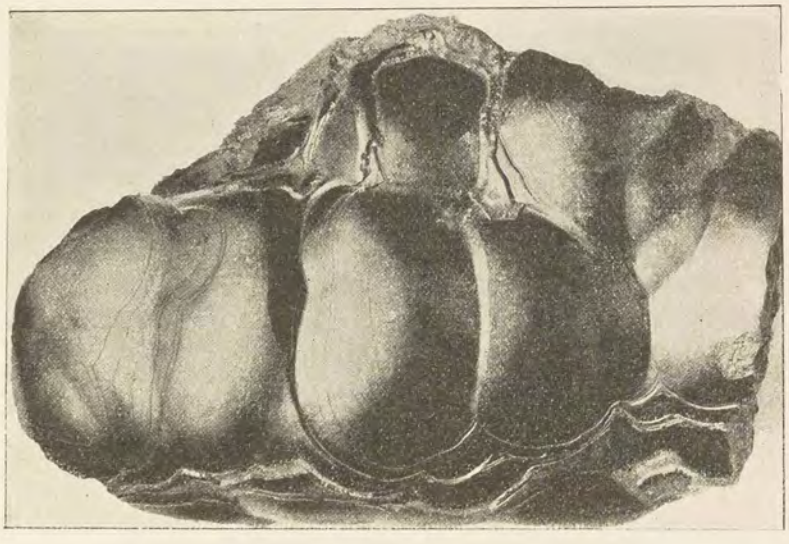


Fig. 2.
Romanéchite concrétionnée à structure vernissée et à structure compacte. Romanèche (Petit Filon). (*Photographie réduite de moitié.*)

calcaire à gryphées, tantôt les sables ou les argiles pliocènes. Enfin il faut signaler des gîtes remaniés (pliocènes?) résultant de la démolition des précédents.

Dans les filons, la richesse minérale est extrêmement variable ; on observe une série d'amandes en chapelets paraissant souvent indépendantes les unes des autres. L'épaisseur maximum des colonnes minérales est de 12 à 15 mètres. Le remplissage des fentes s'est fait par dépôt successif sur leurs parois, ce qui explique la fréquence des géodes, ayant parfois de très grandes dimensions et dont les surfaces présentent les beaux échantillons, mamelonnés, botryoïdes à structure généralement fibreuse de romanéchite (fig. 1 et 2) qui ont

rendu ce gisement célèbre : leur surface est parfois recouverte de cristaux de quartz et de petits cristaux de barytine et de fluorine.

La romanéchite a pour gangue le quartz et la fluorine violette ou verte ; elle cimente fréquemment des sortes de brèches constituées par des débris de ces minéraux et par des débris du granite (fig. 3). Sous l'influence d'actions postérieures au dépôt du minerai, la fluorine a été redissoute et a recristallisé sous forme de cristaux incolores ou jaunâtres toujours déformés (tome II).

Quant au Grand Filon, il a, par places, jusqu'à 20 mètres de puis-

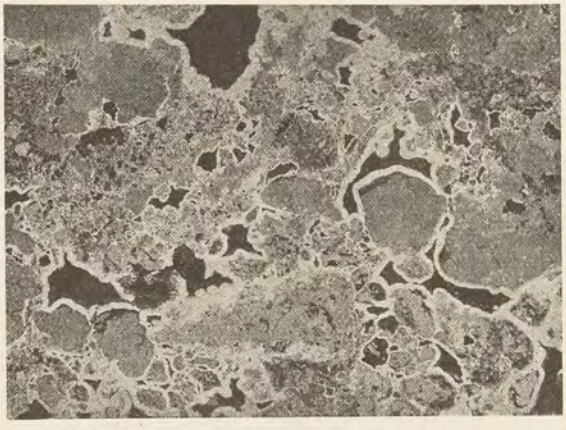


Fig. 3.
Brèche de fluorine (fragments à surface unie) et de débris granitiques (fragments à surface tachetée) cimentés par de la romanéchite fibreuse. Romanèche (Petit Filon). (*Photographie grandeur naturelle d'une surface polie.*)

sance, ses cavités sont fréquemment recouvertes par des cristaux de quartz, de fluorine, de barytine, etc. Ces mêmes minéraux servent de gangue à la romanéchite.

On exploite actuellement une partie du grand amas, qui s'est formé par substitution du calcaire à gryphées. On peut suivre pas à pas la transformation de ce calcaire très fossilifère en romanéchite, finement concrétionnée, englobée par de grandes plages blanches ou incolores de calcite laminaire ; c'est ce gisement qui fournit les beaux cristaux de calcite décrits tome III, page 572. On y a trouvé des masses bacillaires de calcite noire, divergeant d'un centre et ayant parfois plus d'un centimètre de longueur ; elles englobent pæciliti-quement de la romanéchite pulvérulente.

Si l'on fait digérer dans l'acide acétique le minerai constitué par le mélange de romanéchite et de calcite, on obtient, par disparition du carbonate, des masses curieusement scoriacées et concrétionnées de romanéchite, tout à fait semblables à celles que l'on trouve dans d'autres points de la mine, et notamment dans le Grand Filon, sans aucune trace de calcaire. Comme dans ceux-ci, il existe çà et là des pseudomorphoses totales de calcite en romanéchite (tome III, p. 564, fig. 229 à 230) ; on peut conclure que la calcite a pu être localement

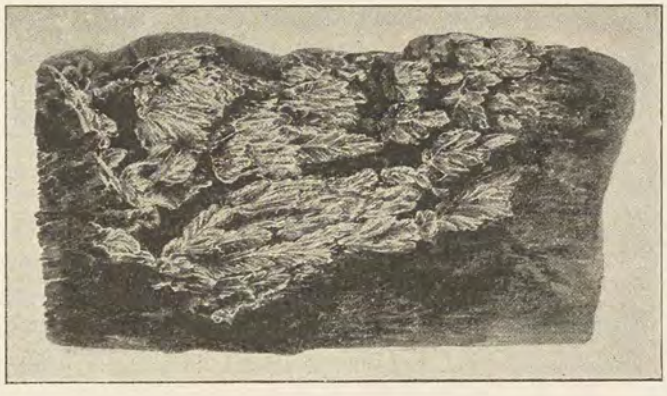


Fig. 4.
Romanéchite à structure palmée. Romanèche (amas de substitution).
(*Grandeur naturelle.*)

enlevée par les eaux circulant dans le filon, comme cela vient d'être indiqué pour la fluorine.

Ces concrétions sont formées par une enveloppe de romanéchite dure entourant la variété subériforme : il en résulte parfois une structure palmée mise en évidence par la figure 4.

Quant aux variétés subériformes de romanéchite qui possèdent souvent de belles teintes irisées, elles se trouvent un peu dans toutes les parties de la mine.

M. Chamussy a depuis longtemps constaté que le gîte, très pauvre en fer aux affleurements, devient ferrifère en profondeur et finit même par ne plus renfermer que de l'hématite et de la gœthite à peine manganésifères. Il est extrêmement curieux de suivre les variations minéralogiques consécutives à cette transformation ; il semble que la teneur en baryum du filon varie peu mais, tandis qu'aux

affleurements, ce corps est entièrement combiné au manganèse (romanéchite), dès que la proportion de fer individualisée sous forme d'hydrate est notable, on voit apparaître la barytine qui, en profondeur devient très abondante et souvent remarquable par la beauté de ses cristaux.

Dans la zone manganésifère, il existe toujours une petite quantité d'arsenic, pouvant atteindre 1, 5 %, sans que son rôle puisse être précisé, car elle ne s'individualise pas sous une forme minéralogique définie, tout au moins perceptible ; dans la zone ferrifère au contraire, l'arsenic se trouve sous la forme d'un arséniate ferrocalcique, caractéristique de Romanèche, l'*arséniosidérite*. Celle-ci est contemporaine des minéraux qu'elle accompagne ; elle alterne souvent avec du quartz, parfois avec de la romanéchite ; on la voit pseudomorphisée en gœthite.

J'ai étudié avec soin les transformations subies au contact du filon par le granite, par les arkoses, par les grès, par les calcaires. En ce qui concerne le granite, elles consistent exclusivement en une altération profonde des feldspaths, du mica, analogue à celles que produisent les agents atmosphériques et en imprégnation de quartz, de fluorine, de barytine, de romanéchite. Les argiles sont silicifiées et les calcaires à gryphées, quand ils ne sont pas transformés en un mélange de calcite à grandes lames et de romanéchite, sont parfois transformés en quartzites dans lesquels la romanéchite apparaît en concrétions au milieu des moules en creux des gryphées.

PSILOMÉLANE.

$$x\ RO,\ y\ MnO^2 + z\ H^2O.$$

Orthorhombique ?

Faciès. La psilomélane se présente en masses concrétionnées stalactiformes, botroydes, offrant les aspects les plus variés. La cassure est parfois fibreuse ou grenue, aussi n'est-il pas douteux que le minéral possède une structure cristalline, bien qu'en l'absence de cristaux définis, son système cristallin ne puisse être déterminé. Elle constitue fréquemment des variétés subériformes.

Dureté. 5 à 6 dans les variétés compactes ; les variétés subériformes s'écrasent sous le doigt.

Densité. 3, 7 à 4, 7. Les variétés subériformes ont une densité apparente très faible : elles flottent parfois sur l'eau, jusqu'à ce qu'elles soient imprégnées par ce liquide, dans lequel elles se délayent.

Coloration et éclat. Noir de fer passant au noir gris d'acier. Poussière noire brunâtre en lames minces.

Éclat métallique dans les variétés fibreuses.

Composition chimique. Ainsi que je l'ai dit plus haut, on désigne sous le nom de *psilomélane* des corps de composition variée.

M. Laspeyres considère les psilomélanes comme dérivées d'un acide hypothétique H^4MnO^5 (*J. prakt. Chemie.* XIII. 215. 1876).

M. Gorgeu les regarde comme des manganites de manganèse de la forme x RO, y MnO^2 + z H^2O : ses analyses conduisent à des formules comprises entre RO, 4 MnO^2 + H^2O et RO, 11 MnO^2 + H^2O.

RO est essentiellement constitué par du manganèse, mais il peut exister une quantité variable de baryum. Certaines variétés contiennent de l'oxyde de cobalt, je décrirai plus loin à part sous le nom d'*asbolite*, les variétés très cobaltifères ayant une importance économique. D'autres variétés contiennent en abondance du cuivre ; elles ont reçu le nom de *lampadites*. Celui de *lithiophorite* a été donné à des variétés renfermant de la lithine ; je propose celui de *ébelménite* pour désigner des variétés potassiques et en même temps barytiques, je décrirai dans un paragraphe spécial les types calciques (*ranciéite*). Enfin, Delanoue a jadis signalé l'ammoniaque dans certaines psilomélanes de la Dordogne.

Les quelques analyses suivantes sont groupées pour mettre en évidence l'existence de psilomélanes surtout manganeuses, d'autres barytiques, d'autres enfin riches en alcalis. Je n'ai aucun renseignement sur le degré de pureté des échantillons analysés, c'est pourquoi il me semble superflu de chercher à les représenter par des formules ; d'autant plus que beaucoup d'entre eux sont sans doute des mélanges.

Analyses :

Psilomélanes uniquement manganésifères.

a) de Laveline (*Vosges*) par Berthier (A. M. VI. 296.1821), déduction faite de 5 °/₀ de gangue.

b) de Grazay (*Mayenne*), par Berthier (A. C. P. LI. 91.1832), déduction faite de 9 °/₀ de gangue.

c) de Vicdessos par Rivot (*Docimasie*), III, 286. 1864, déduction faite de 3.75 °/₀ de gangue.

	a	*b*	*c*
MnO^2.....	61,5	78,2	67,10
MnO.....	24,0	»	16,70
O en excès ...	»	4,5	»
Fe^2O^3.....	5,8	»	2,35
H^2O.....	8,2	17,3	13,85
	99,5	100,0	100,00

Psilomélanes barytiques.

c) de Saint-Martin de Fressengeas (*Dordogne*), par Berthier, déduction faite de 9 °/₀ de gangue.

d) des filons de Kaymar (*Aveyron*), *id.*

	c	*d*
MnO^2.....	91,5	77,2
MnO.....	1,4	3, 6
O en excès.	»	»
BaO.....	1,3	10,2
Fe^2O^3....	2,7	1,3
H^2O.....	2,9	6,2
	99,8	98,5

Psilomélanes potassiques.

f et *g* de Gy (*Haute-Saône*), par Ebelmen (A.M.XIX. 155. 1841.)

h des Gouttes-Pommiers (*Allier*), par M. Pisani.

	e	*f*	*g*	
MnO^2.....	77,10	74,71	75,15	
MnO.....	7,68	7,33	9,07	
BaO.....	6,55	6,60	9,44	
MgO.....	1,05	0,97	0,20	(CaO)
K^2O.....	4,05	3,98	3,12	
Fe^2O^3.....	0,77	1,90	0,80	
H^2O.....	1.67	2,65	2,20	
SiO^2.....	0,60	0,27	»	
	99,47	98,41	99,98	

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau ; par calcination perd en outre de l'oxygène. Soluble dans l'acide sulfurique en donnant une liqueur violette ; dans l'acide oxalique, et surtout dans l'acide chlorhydrique, en dégageant du chlore.

La présence du baryum, du cobalt, du cuivre, des métaux alcalins dans certaines variétés entraîne en outre des variations dans leurs propriétés pyrognostiques (voir notamment à *romanéchite* et *asbolite*) ; les variétés potassiques (*ébelménite*) donnent avec le chlorure de platine une réaction très caractéristique.

Diagnostic. Le dégagement du chlore par le traitement à l'acide chlorhydrique est typique. La teneur élevée en eau ne permet de confondre le minéral qu'avec la manganite ; celle-ci ne possède pas la structure botroyde et concrétionnée des psilomélanes ; la fréquence de bases autres que le manganèse constitue en outre un bon diagnostic,

qui peut être complété par un rapide dosage de la perte par calcination, qui ne dépasse pas 10, 3 % dans la manganite et qui est plus grande dans la psilomélane.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les psilomélanes sont très répandues; elles forment à elles seules des gisements exploitables : plus souvent aussi, elles ne constituent qu'un accident au milieu de minerais de fer. Enfin, on les trouve sous la forme de veinules ou d'enduits dans les fentes de diverses roches. Je citerai quelques exemples typiques de ces divers genres de gisement, sans m'étendre sur cette question peu intéressante au point de vue purement minéralogique.

1° *Gisements filoniens.*

a) *Dans les filons exclusivement manganésifères.*

Plateau Central. — *Cantal.* Des filons de psilomélane ont été jadis exploités dans le granite de Brezons ; les échantillons que possède la collection du Muséum ont une cassure compacte et luisante.

Allier. Je dois à M. Chamussy les renseignements suivants sur un gîte manganésifère exploité aux Gouttes-Pommiers en Saligny, et se prolongeant sur le territoire de Saint-Léon. La région est constituée par des calcaires et des schistes dévoniens très métamorphisés par le granite, et par du pliocène. C'est dans un filon quartzeux, dirigé Nord-Sud, et suivi sur plus de 4 km. ou à son contact avec les sédiments, que se trouve irrégulièrement distribué le minerai de manganèse. Tantôt celui-ci constitue un véritable stockwerk, tantôt, surtout entre les calcaires marmoréens et le filon, il forme des amas coniques, dont la pointe est en bas, constitués par du minerai plus riche et plus compact. Le filon a été surtout exploité dans sa partie septentrionale, qui est très manganésifère, alors que la partie méridionale est surtout ferrifère.

Le minéral est une ébelménite barytique, compacte ou concrétionnée, très dure ; il existe aussi des variétés tendres, traçantes, d'un beau noir, en rognons, qui possèdent une structure fibrolamellaire, sou-

vent palmée : l'analyse *h* conduit à la formule 2 (Mn, Ba, K^2) O, 7 MnO^2 H^2O.

Soudan. — M. le lieutenant Desplagnes m'a remis des échantillons de psilomélane, qu'il a recueillis sur la rive gauche du Niger en aval d'Ansongo, à environ 6 kilomètres à l'Est du fleuve et sur le parallèle de l'île de Bourra. Cette psilomélane compacte constitue un filon Nord-Nord-Est, qui a pu être suivi sur un millier de mètres ; il forme au milieu des grès le piton d'Agaula. La psilomélane est parfois associée à de la manganite.

b) *Dans des gîtes métallifères divers, comme accident minéralogique.*

Pyrénées. — *Ariège*. Une psilomélane non barytique forme dans la mine de limonite de Rancié des masses stalactiformes, d'un noir mat, constituées par des écailles concentriques peu adhérentes les unes aux autres (voir à ranciéite).

Pyrénées-Orientales. On trouve le même minéral sous une forme analogue dans les mines du Canigou.

Plateau Central. — *Aveyron*. Une psilomélane barytique (analyse *e*), en masses caverneuses et cristallines, en concrétions mamelonnées, a été trouvée à la mine de Kaymar près de Villefranche.

Tarn. Dans les mines de limonite de las Costes à Alban-le-Fraisse, avec manganite.

Rhône. Des enduits et des masses terreuses ou concrétionnées de psilomélane accompagnent la chessylite et servent parfois de support à ses cristaux. Un échantillon de la collection du Muséum, dans lequel je me suis assuré de l'absence du carbonate de cuivre, donne une solution chlorhydrique bleuissant d'une façon intense par l'addition d'ammoniaque ; le minéral doit donc être rattaché à la *lampadite*.

Allier. Le kaolin exploité aux Colettes renferme des nodules de psilomélane qui, d'après un essai de M. Gouvenain, contient jusqu'à 1 % d'oxyde de cobalt.

Vosges. — *Vosges*. La psilomélane compacte et caverneuse a été trouvée avec manganite, à Laveline près de Saint-Dié.

[*Alsace*]. M. Lesslin m'a communiqué de nombreux échantillons de

psilomélane palmée, engagés dans du quartz, et provenant de Sainte-Marie-aux-Mines.

La psilomélane compacte ou mamelonnée accompagne la limonite dans les filons de Wissemburg et de Lembach. Dans le filon du Champ-Brécheté, près Urbeis, Daubrée l'a signalée en masses compactes épigénisant parfois la sidérite.

2° *Dans les roches sédimentaires.*

Les roches les plus diverses sont fréquemment imprégnées de composés manganésifères, qui se sont parfois déposés dans les fentes et ont produit alors de délicates arborisations. La fig. 1 donne une idée de ces *dendrites* et montre notamment que la psilomélane s'est produite dans la masse d'un bloc de calcaire, par une imprégnation venant de l'extérieur. Il n'est aucune roche éruptive, métamorphique ou sédimentaire, dans laquelle on ne puisse trouver de semblables dendrites, mais elles sont particulièrement abondantes dans les calcaires. Il serait oiseux d'en citer des gisements particuliers. La nature exacte du minéral manganésifère constituant ces *dendrites* est difficile à établir d'une façon précise, mais dans de nombreux cas où elles sont liées à un remplissage complet de la fissure, j'ai pu constater[1] que celui-ci est constitué par de la psilomélane et je crois qu'on peut, sans grand danger, généraliser cette conclusion.

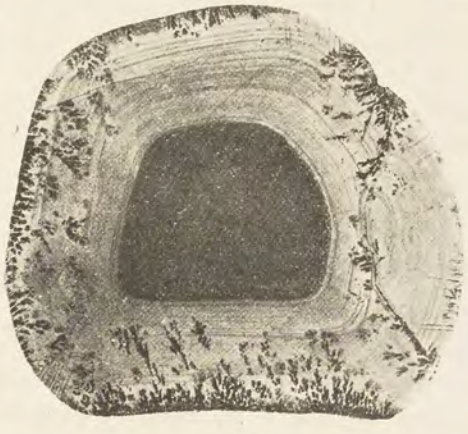


Fig. 1.
Dendrites de psilomélane dans nodule calcaire.
(*Photographie réduite de moitié.*)

Je ne m'occuperai ici que de quelques gisements sédimentaires, dans lesquels la psilomélane est particulièrement abondante ou même se rencontre en quantité suffisante pour constituer un minerai.

1. C'est le cas en particulier pour les dendrites du gypse de la région parisienne (Montmartre, Argenteuil, Romainville) et des nodules aplatis de psilomélane qui les accompagnent.

a) *Dans des grès.*

Bassin de Paris. — *Seine.* Les grès (stampiens) de Fontainebleau, d'Orsay et de ses environs (carrière de Saulx-les-Chartreux, près Palaiseau, etc.) sont localement imprégnés par une substance noire, cimentant à peine les grains de quartz et se transformant en limonite jaune par oxydation; il s'agit là d'une psilomélane impure, dans laquelle le duc de Luynes a signalé autrefois des traces de cobalt. L'analyse suivante a été faite par Malagutti (*in* Brongniart. *C. R.* II. 221, 1836).

Mn^2O^3.....	53,58
Fe^2O^3.....	24,41
Al^2O^3.....	6,60
CoO.....	0,25
H^2O	15,13
Cu, As.....	tr.
	99,97

Il n'y a pas là d'espèce définie, pas plus que dans les concrétions manganésifères, signalées par Brongniart dans les meulières de La Ferté-sous-Jouarre (Seine-et-Marne), dans celles de la porte de Châtillon près Paris, étudiées par Robert (*C. R.* XVI. 1154.1843), etc.

Pyrénées. — *Ariège.* Des gisements manganésifères ont été prospectés jadis entre Montels et la Bastide de Sérou, à la métairie de Naudi. La psilomélane testacée forme dans des poudingues quartzeux des rognons cimentés par du quartz. Aux affleurements, on a rencontré de petites masses de pyrolusite cristalline.

D'autres gisements ont été reconnus entre Montels et la vallée de Tournay, notamment à Estaniels, Larbont, Séguéla.

Berri. — *Cher.* Des échantillons de psilomélane mamelonnée ont été trouvés à Château-Meillant et à Loisellière près Cullan. La psilomélane de Saint-Christophe-le-Chaudry, près Saint-Amand, forme des rognons et des veinules dans les arkoses triasiques ; elle y est associée à de l'halloysite.

Vosges. — [*Alsace*]. La psilomélane se trouve avec manganite en concrétions mamelonnées dans les grès permiens de Soutz-les-Bains, de Gresswiller, etc.

Madagascar. — M. Villiaume m'a remis des blocs de psilomélane imprégnant des grès paléozoïques ou archéens à l'Est d'Ambatofangehana.

b) *Dans les argiles et les calcaires.*

La psilomélane, en grains ou en nodules, accompagne fréquemment le minerai de fer en grains dans les divers gisements qui ont été étudiés tome III, page 300. J'en citerai quelques exemples.

Maine. — *Mayenne*. Les Traités de Minéralogie donnent sous le nom de *groroïlite* la description d'un minerai de manganèse, analysé par Berthier, et attribuent à ce savant la paternité de ce terme. Berthier ne donne pas (*A. C. P.* LI. 91.1832), de nom spécial au minéral qu'il étudie, il l'appelle *hydrate de peroxyde de manganèse natif*; Dufrénoy paraît avoir pour la première fois employé ce nom (*op. cit.* II.370.1844), qui doit de toute façon être abandonné, car l'indication de gisement donnée par Berthier est fautive ; il n'existe pas de localité s'appelant Groroi, le minerai analysé vient de Grazay ; il constitue d'ailleurs probablement un mélange de pyrolusite et de psilomélane. Il forme des nodules caverneux, disséminés dans une terre noire, en relation avec des marnes et des calcaires tertiaires, qui reposent sur le granite. Ce minéral est d'un noir brunâtre, à poussière chocolat ; il est souvent résistant et assez dur, aussi ne sais-je trop pourquoi on a si souvent employé ce nom de groroïlite comme synonyme du wad.

Poitou. — *Charente*. Le minerai de fer en grains de cette région est souvent associé à de la psilomélane barytique, surtout abondante à Épenède, sous forme de pisolites ou de rognons, engagés dans des argiles ou des sables et associés à du jaspe et à du silex.

Périgord. — *Dordogne*. De nombreux gisements de psilomélane se trouvent au Sud de Nontron, *à la lisière des roches anciennes du Plateau Central* ; ils reposent soit sur les schistes cristallins (Aye, Saint-Martin), soit sur les calcaires jurassiques (Saint-Martin-de-Fressingeas près Thiviers, Excideuil, Milhac).

L'origine de ces gisements a été souvent discutée et a été parfois attribuée à des actions filoniennes. Il paraît difficile de les séparer, au point de vue de la genèse, des minerais de fer en grains.

La psilomélane y constitue des masses concrétionnées, noduleuses, ou terreuses ; elle est fréquemment accompagnée de barytine, de

quartz ou d'opale jaspoïde; d'halloysite, de nontronite ; elle imprègne localement les sédiments, au milieu desquels elle se trouve et en épigénise les fossiles.

Elle a été autrefois exploitée et était alors connue dans le commerce sous le nom de *manganèse de Périgueux*. Elle renferme quelquefois une petite quantité d'ammoniaque et d'oxyde de cobalt; ce dernier corps a même fait l'objet d'une tentative d'extraction de la part de Delanoue, qui a défendu jadis la théorie de l'origine sédimentaire de ces minerais.

Berri. — *Indre*. De petits amas de psilomélane, de 2 à 3 décimètres d'épaisseur, ont été signalés autrefois à 2 kilomètres de la Châtre sur le chemin de Chassignoles.

Vosges. — *Haute-Saône*. Des concrétions et des plaquettes de psilomélane, renfermant jusqu'à 3 % de baryte, se trouvent dans le minerai de fer en grains de Frasne-le-Château (Berthier, *A. C. P.* LI. 91. 1832) et de Vaux-le-Moncelot.

Les calcaires jurassiques de Gy renferment des poches, remplies par de l'argile, qui contiennent des nodules d'ébelménite, accompagnée de calcite. Ce minéral à cassure fibreuse et à éclat semi-métallique, a une poussière noire tachant les doigts. Il se trouve aussi en plaquettes dures et compactes, sa composition est remarquable, à cause de sa richesse en potassium, d'après les analyses *e* et *f*, dues à Ebelmen, en l'honneur duquel j'ai nommé ce minéral.

3° *Dans les fentes de roches diverses.*

Les quelques gisements qui suivent ne se rapportent à aucun des types précédents; ils paraissent résulter de l'exagération du phénomène dont il a été question plus haut et qui donne naissance aux dendrites.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. De petites concrétions à aspect scoriacé terne, de psilomélane cobaltifère se trouvent dans les fentes du micachiste entamé (1829) par le souterrain de la place Saint-Similian à Nantes. M. Baret a cité l'abondance des concrétions du même minéral à la surface du gneiss de nombreuses localités des environs de Nantes (Vertou, le Pellerin, Mauves, etc.) (*Bull. soc. sc. nat. Ouest*. VIII, 183. 1908).

Cévennes. — *Gard*. C'est à une variété subériforme de psilomélane qu'il y a lieu de rapporter le *manganèse oxydé pseudoprismatique* d'Haüy (*op. cit.*, IV. 245), signalé déjà par Chaptal (*El. Chimie*. II. 253) à Saint-Jean-du-Gard (autrefois Saint-Jean-de-Gardonnenque). Ce minéral forme des veinules dans le granite ; il se divise en petites masses légères, très tendres, tachant les doigts, prenant sous l'influence du retrait l'aspect de prismes à 4 ou 6 faces.

Plateau Central. — *Lozère*. Lan a signalé (*A. M.* VI. 500. 1854) dans les marnes liasiques de Piéponchu à Cabanals près Meyrueis, des veinules et des rognons manganésifères à rapporter sans doute à la psilomélane.

Corrèze. Je dois à M. Puyaubert des nodules de psilomélane compacte provenant des arènes granitiques du Puy Blanc, à 15 kil. de Tulle.

Saône-et-Loire. J'ai recueilli de petites plaquettes de psilomélane compacte dans les fentes des grès triasiques et de l'argile à silex de Chevagny-les-Chevrières près Mâcon.

M. Marlot m'a communiqué des masses mamelonnées du même minéral, ne renfermant ni baryum, ni cobalt, et accompagnant l'autunite des Riaux en Saint-Symphorien-de-Marmagne. Elle est contemporaine de l'autunite.

4° *Dans la latérite.*

De même que les couches de minerai de fer en grains oligocènes, la latérite de tous les pays tropicaux renferme fréquemment à côté d'oxydes de fer concrétionnés, des rognons manganésifères, qui sont en grande partie constitués par de la psilomélane. J'ai examiné en particulier des échantillons de ce genre provenant de Faratsiho dans la partie occidentale de l'Ankaratra (*Madagascar*).

5° *Dans les roches volcaniques.*

La psilomélane se rencontre parfois comme produit de décomposition dans des roches volcaniques basiques ; elle est généralement un peu ferrifère.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Tel est le cas de concré-

tions, qui ont été trouvées il y a quelques années près du col de la Croix Morand, au Mont-Dore, où le minéral provient de la décomposition du basalte.

Guadeloupe. — La collection du Muséum possède un échantillon de labradorite de cette île, sans indication de gisement précis, qui est recouverte par de la psilomélane mamelonnée.

ASBOLITE

Amorphe.

Faciès. L'asbolite se présente avec la même apparence que la psilomélane sous forme compacte ou concrétionnée botroyde, souvent formée d'écailles concentriques parfois séparées par des intervalles dus à un retrait : je n'ai pas distingué cependant de structure cristalline.

Dureté. 2 à 2.5.

Quelques variétés se coupent au couteau en donnant une section brillante.

Densité, 3,1 à 3,3.

Coloration et éclat. Noir de suie à noir bleuâtre ou violacé. Poussière noire. Opaque.

Éclat terreux, aspect terne avec parfois éclat brillant et un peu gras à la surface des variétés concrétionnées.

Composition chimique. L'asbolite est une psilomélane très riche en cobalt ; la teneur en CoO peut atteindre jusqu'à 35 °/₀. Dans l'asbolite de la Nouvelle-Calédonie, il existe parfois une petite quantité de nickel, de cuivre, d'alcalis, etc.

Essais pyrognostiques. Comme la psilomélane, l'asbolite donne avec le borax une perle violette au feu oxydant, mais celle-ci devient bleue au feu réducteur, surtout si l'on a eu soin d'ajouter un peu d'étain (réaction du cobalt). La solution chlorhydrique de l'asbolite et de toutes les psilomélanes cobaltifères est d'un vert-émeraude, tirant sur le bleu, si la teneur en cobalt est très grande. La couleur verte résulte du mélange du bleu de la solution acide de chlorure de cobalt et du jaune verdâtre de la solution de chlorure de manganèse : l'addition d'un fragment d'étain métallique fait rapidement apparaître une belle coloration bleue.

Diagnostic. La réaction du cobalt permet de différencier l'asbolite de la psilomélane.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS.

L'asbolite se rencontre dans deux catégories distinctes de gisement.

1° Dans les filons cobaltifères.

2° Dans les serpentines.

1° *Dans les filons cobaltifères.*

Dans ce genre de gisement, l'asbolite est un produit de décomposition de minéraux arséniés ou sulfoarséniés de cobalt (smaltite ou cobaltite). Elle est mélangée aux produits de décomposition des autres minéraux accompagnant ces deux espèces, aussi constitue-t-elle une substance excessivement impure, souvent riche en argent.

Vosges. — [*Alsace*]. L'asbolite a été rencontrée dans les gisements cobaltifères de Sainte-Marie-aux-Mines.

Alpes. — *Isère*. La mine des Chalanches peut être considérée comme le type de ce genre de gisement d'asbolite. Ce minéral y forme des masses noires, se coupant au couteau en donnant une raclure très luisante; il est imprégné d'argent natif, d'érythrite terreuse rose et d'annabergite verte, ce qui lui a fait donner par Romé de l'Isle (*op. cit.* 350) le nom de *mine d'argent merde d'oie*; on y trouve plus rarement le cinabre, l'amalgame, etc.

2° *Dans les serpentines.*

Nouvelle-Calédonie. — L'asbolite constitue à la Nouvelle-Calédonie un minerai de cobalt, dont il a été exporté près de 5000 tonnes dans les meilleures années; c'est environ 80 % de la production mondiale des minerais de cobalt (E. Glasser. *A. M.* V. 29, 1904).

L'origine du cobalt de ces gisements est la même que celle du nickel. L'un et l'autre résultent de la décomposition de péridotites, mais tandis que le nickel, entraîné avec le magnésium, se fixe sur les serpentines pour donner naissance à la nouméite, qui contient toujours des

traces de cobalt, le cobalt et le manganèse se concentrent dans des argiles ferrugineuses. L'asbolite résultante, toujours un peu nickelifère, forme parfois sur les roches superficielles des enduits concrétionnés à surface mamelonnée ; le plus souvent, elle constitue dans les argiles des rognons, pouvant atteindre quelques décimètres de diamètre, mais ne dépassant guère en moyenne la grosseur du poing ; elle forme aussi de petites grenailles. Sa couleur est le noir bleuâtre.

La composition chimique de cette asbolite prise en masse est très variable ; la teneur en silice existant sous forme de quartz ou d'opale est souvent considérable. Voici l'analyse d'un échantillon de minerai très pur, donnée par M. E. Glasser :

$Mn^3 O^4$ 33,62 ; $Al^2 O^3$ 14,29 ; MgO + CaO 2,38 ; CoO 7,76 ; NiO 1,64 ; SiO^2 2,20 ; $H^2 O$ et matières non dosées = 29,20.

La teneur en oxyde de cobalt est en moyenne de 4 à 6 % du *minerai* sec ; elle peut atteindre 35 % du *minéral* purifié.

En 1901, il existait 35 exploitations disséminées dans toute la région serpentineuse de l'île. Voici les principales : Tiebaghi, Poume, Plateau de Tiea, îles Yandé et Pott, Baie d'Oland, Baie du Sud, Baie de Bâ près Houaïlou, île des Pins, Ounia et Yaté, Thio, Kaféate près de Koné, Ouinné, Boulari, Poro, Baie Ouié, Baie des Pirogues.

RANCIÉITE

Faciès. Ce minéral, qui est la *chaux de manganèse argentin* de Romé de l'Isle, le *manganèse oxydé argentin* d'Haüy, forme des enduits ou des masses extrêmement fragiles, constitués par des lamelles fort minces parfois groupées de façon à donner des masses fibreuses.

Densité. 3 à 3,2. Grâce à l'état lamelleux, la densité apparente est souvent très faible : quand on ouvre les géodes qui renferment le minéral, ses paillettes s'envolent parfois sous le moindre souffle.

Coloration et éclat. Violacée, brune ou noire, translucide en lames très minces et alors de couleur brune.

Les lamelles présentent parfois un éclat métallique très vif.

Composition chimique. Analyses *a*) de la ranciéite de Fillols par M. Pisani. Je donne en *b*) celle du minéral de Rancié par Berthier, bien qu'il n'y soit pas fait mention du calcium, que j'ai rencontré dans tous les échantillons de cette mine essayés qualitativement.

	a	*b*
MnO^2	59.75	63.6
MnO	15.05	17.0
Fe^2O^3	»	»
CaO	9.20	»
MgO	3.95	»
K^2O+Na^2O	0.50	»
H^2O	12.40	12.4
SiO^2 et argile	»	4.0
	100.85	97.0

Essais pyrognostiques. Voir à psilomélane.

Diagnostic. La structure et l'éclat sont caractéristiques. Le dégagement de chlore par l'acide chlorhydrique permet d'établir le diagnostic avec les variétés lamelleuses de gœthite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS.

La ranciéite est un minéral accessoire des gisements ferrifères et particulièrement de ceux qui se trouvent dans des calcaires; elle y forme soit des enduits à la surface des géodes de limonite, de sidérite, etc., soit de petites masses légères remplissant partiellement celles-ci.

Angers. — *Maine-et-Loire.* Je dois à M. Baret de jolis échantillons de ranciéite à reflet argentin, provenant des géodes de la limonite de Chalonnes-sur-Loire, qui se trouvent dans le calcaire des Fours à Chaux d'Angers.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Les mines de Baigorry ont fourni jadis ce minéral en abondance ; il tapissait les géodes de la sidérite oxydée.

Ariège. — J'ai pris pour type le minéral de Rancié en Sem, près Vicdessos où il est connu depuis longtemps dans les géodes de la limonite (Picot de Lapeyrouse. *J. P.* XV. 68. 1780). On l'y trouve encore en abondance sous forme d'enduits à reflet métallique ou de masses poreuses et légères.

Pyrénées-Orientales. La ranciéite se rencontre dans les mêmes conditions dans les mines du Canigou et particulièrement dans celle de Fillols; elle y forme des masses fibrolamellaires très cristallines, rappelant les variétés subériformes de romanéchite (analyse *a*).

Vosges. — [*Alsace.*] Des enduits stalactiformes ou lamelleux de ranciéite ont été observés dans les cavités de la limonite fibreuse de Bitschweiller, ainsi qu'aux environs de Lembach et de Wissembourg.

Alpes. — *Isère*. Assez fréquente dans les divers gisements de sidérite de ce département et en particulier dans ceux des environs d'Allevard.

Algérie. — *Constantine*. La collection du Muséum renferme de beaux échantillons, à forme curieusement concrétionnée, de ranciéite provenant des mines de magnétite de Mokta-el-Hadid.

SULFATES ET CHROMATES

SULFATES ET CHROMATES ANHYDRES

MASCAGNITE
$(AzH^4)^2SO^4$

Orthorhombique : $mm = 121°8'$.
$b : h = 1000 : 934{,}51$. $D = 870{,}93$ $d = 491{,}38$.
$[a : b : c = 0{,}5642 : 1 : 0{,}7302$ (Mitscherlich)].

Formes observées. h^1 (100), m (110) ; e^1 (011), $e^{1/2}$ (021).

	Angles calculés		Angles calculés.
$*mm$	121° 8′	$e^1\ e^1$ s. p	107°40′
$m\,h^1$	150°34′	$*e^{1/2}e^{1/2}$ s. p	68°45′

Macles. Macle suivant m (110) analogue à celle de l'aragonite.

Faciès. La mascagnite se trouve rarement en cristaux distincts ; ceux-ci sont allongés suivant l'axe vertical, souvent aplatis suivant h^1 (100) et cristallitiques. Le minéral forme plus souvent des croûtes cristallines ou stalactiformes.

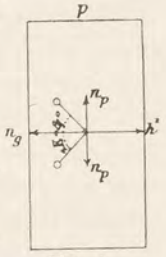


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Clivages. Clivage p (001) net.

Dureté. 2 à 2.5.

Densité. 1.76.

Coloration et éclat. Incolore. Parfois gris ou jaune par impureté. Transparente. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1(010) ; bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à h^1 (100). Faible dispersion $\rho < v$.

$\mathbf{n}_g = 1.5330$ Tutton (Na)
$\mathbf{n}_m = 1.5230$
$\mathbf{n}_p = 1.5209$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0121$
$2\,E = 84°6'$ $2\,V = 52°12'$

L'écartement des axes augmente avec la température.

Saveur. Saveur amère et piquante.

Composition chimique. La composition chimique suivante correspond à la formule $(AzH^4)^2SO^4$.

SO^3.....	60,6
$(AzH^4)O$.....	39,4
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, donne un peu d'eau et se sublime sur les parois froides; chauffée dans le tube avec de la chaux, dégage de l'ammoniaque.

Très soluble dans l'eau; la solution donne la réaction de l'acide sulfurique.

Diagnostic. Les réactions dans le tube différencient la mascagnite de tous les autres sulfates naturels.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La mascagnite est un minéral connu surtout dans les fumerolles volcaniques, ainsi que dans le guano, mais il se trouve aussi parmi les produits des houillères embrasées et c'est seulement dans ce genre de gisement que j'ai à l'étudier ici.

Dans les houillères embrasées.

Plateau Central. — *Allier*, *Loire*, *Aveyron*. Le sulfate d'ammonium est l'un des produits de la combustion de la houille, aussi se trouve-t-il parmi les minéraux de sublimation des houillères embrasées, dont il a été question tome II, page 768, à l'occasion du *salmiac*. Il est cependant beaucoup moins abondant que ce dernier minéral ou tout au moins il n'a pas fixé l'attention, car il ne se présente pas comme lui en beaux cristaux.

J'ai pu étudier quelques échantillons de ce minéral recueillis en 1825 à Commentry (collection du Muséum); ce sont des fragments de schistes calcinés, en partie délités, sur lesquels la mascagnite forme de petits cristaux de 1 millimètre environ et des houppes de fines aiguilles. Ces cristaux sont blancs et doivent leur opacité relative à de nombreuses cavités du genre de celles qui sont si fréquentes dans tous

les minéraux produits par sublimation. Ils sont aplatis suivant h^1 (100) et à travers cette face, il est facile de constater les propriétés caractéristiques du minéral. La mesure des angles plans de ces cristaux, qui ont une structure polysynthétique, montre qu'ils sont terminés par les faces e^1 (011) et $e^{1/2}$ (021). Cette mascagnite est associée à une petite quantité de salmiac.

THÉNARDITE

Na^2SO^4

Orthorhombique : $mm = 118°17'$.

$b : h = 1000 : 1075,1$ $\quad D = 858,41$ $\quad d = 512,99$.

$[a : b\ c = 0,5976 : 1 : 1,2524$ (Borwald)]

Formes observées : p (001) ; m (110) ; a^1 (101) ; $b^{1/2}$ (111).

J'ai mesuré les angles suivants sur des cristaux de Bilma.

	Angles calculés	Angles mesurés
mm	118°17′	
pa^1	115°31′	
$a^1\ a^1$ sur h^1	128°59′	128°51′
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ côté	74°49′	74°54′

	Angles calculés	Angles mesurés
$*pb^{1/2}$	112°17′	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. m	135°26′	135°24′
pm	90°	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$	123°19′	123°17′
$a^1\ b^{1/2}$	151°40′	151°38′

Macles. 1° Macle suivant a^1 (101). Les axes verticaux des deux individus font entre eux des angles de 102°2′ (fig. 5).

2° Macle suivant e^1 (011), cruciforme, dans laquelle les axes verticaux des deux individus font entre eux des angles de 102°47′ et de 79°13′. Cette macle est réalisée dans les cristaux du type II.

Faciès des cristaux. Les cristaux de thénardite se présentent dans la nature sous deux types distincts.

Type I. La forme prédominante, et existant parfois seule, est $b^{1/2}$ (111) ; c'est ce type qui est réalisé dans les gisements étudiés plus loin.

Type II. Les cristaux sont aplatis suivant p (001) et présentent les faces m (110) prédominantes.

Clivages. Clivage p (001) net, cassure inégale.

Dureté. 2 à 3. Fragile.

Densité. 2,68 à 2, 69.

Coloration et éclat. Incolore, blanche ou jaunâtre. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux.

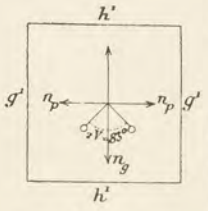


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à p (001).

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à h^1 (100). Dispersion faible, avec $\rho > v$ dans l'huile.

$$2\,V = \overset{(Li)}{83°38'} \qquad \overset{(Na)}{82°35'}\ (Bärwald)$$

$$\mathbf{n}_m = 1.483\ (Dx)$$

Composition chimique. La formule Na^2SO^4 correspond à la composition suivante :

SO^3.....	43,7
Na^2O.....	56,3
	100,0

Essais pyrognostiques. Colore la flamme en jaune intense, comme le fait le chlorure de sodium. Soluble dans l'eau : réactions de l'acide sulfurique.

Altérations. Au contact de l'air humide, s'hydrate assez rapidement.

On a rencontré des pseudomorphoses de thénardite en calcite et en quartz.

Diagnostic. Formes, propriétés optiques et réactions chimiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La thénardite est surtout un minéral produit par l'évaporation des lacs salés des régions désertiques [1] ; elle ne se rencontre qu'accessoirement dans certains gisements salifères anciens et dans quelques fumerolles volcaniques à haute température.

1. Le sulfate de sodium cristallise de sa dissolution aqueuse sous forme de thénardite à partir de + 33° C. et à plus basse température quand la solution contient d'autres sels.

1° *Dans les lacs salés des régions désertiques.*

Sahara algérien. — Je dois à M. Flamand une poussière cristalline de thénardite provenant de Zebeïrat, dans la zone d'épandage de l'Oued Seggueur (extrême sud-Oranais).

Soudan. — Je renvoie à l'article trona (tome III, p. 787) pour l'énumération des régions soudaniennes, dans lesquelles la thénardite a été rencontrée associée à ce carbonate de sodium ; le plus souvent, en effet, elle fait partie de croûtes blanches, à cristallinité indistincte et ne mérite pas de description détaillée ; il n'en est pas de même pour les gisements suivants.

Oasis de Bilma. J'ai étudié récemment (*B.S.M.* XXXII.68.1910) de

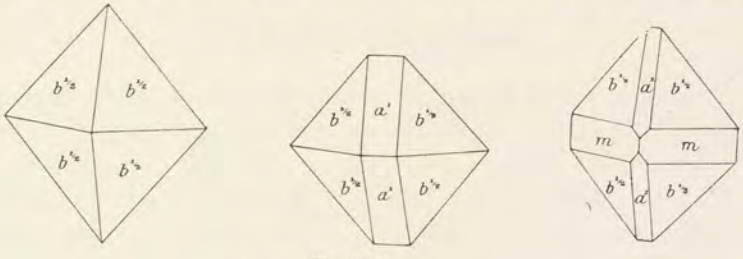


Fig. 2 à 4.
Thénardite de l'oasis de Bilma.

beaux échantillons de thénardite que le sergent Lacombe m'a rapportés des salines de Bilma ; ce sont des croûtes formées par des cristaux transparents : $b^{1/2}$ (111) (fig. 2), avec parfois (fig. 3) de petites facettes a^1 (101) et plus rarement (fig. 4) m(110). Ils sont parfois teintés de rose. Très fréquemment, tous les cristaux d'un même échantillon présentent la macle suivant a^1(101)(fig. 5). Ces cristaux peuvent atteindre 7 à 8 millimètres. Il existe aussi des croûtes constituées par des cubes de sel gemme blanc et opaque, recouverts par de petits cristaux parfaitement hyalins de thénardite. Parfois le sel gemme a été plus ou moins complètement dissous et l'on voit subsister son moulage en thénardite, qui rappelle les périmorphoses de galène ou de fluorine en quartz des filons plombifères. Lacombe m'a remis un gros cristal gris de fer, atteignant 8 cm : ses faces sont usées par le sable : il a été recueilli à la surface du sol.

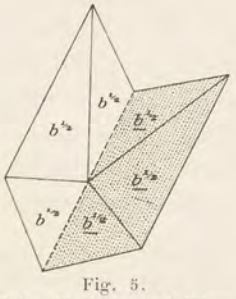


Fig. 5.
Thénardite de l'oasis de Bilma.
Projection sur g^1 (010) de la macle suivant a^1 (101).

Demagherim et Manga occidental. Parmi les échantillons recueillis par le commandant Moll, entre le lac Tchad et Zinder, j'ai trouvé de beaux échantillons de thénardite. Ils consistent en cristaux $b^{1/2}$ (111) enchevêtrés, mais s'isolant en individus distincts dans des géodes ; ils proviennent d'Ouacha (*Demagherim*), de Gourselick et d'Adeber (*Manga*).

2° *Dans les fumerolles volcaniques.*

Antilles. — *Martinique.* Après refroidissement, la métathénardite décrite plus loin s'est transformée en thénardite et c'est sous cette forme que se présentent actuellement les enduits mamelonnés que j'ai déposés dans la collection du Muséum.

MÉTATHÉNARDITE

La thénardite est la forme du sulfate de sodium stable au-dessous de + 200° C. environ ; au-dessus de cette température, le minéral subit un ou plusieurs changements d'état. Vers 235° C. environ notamment, il se transforme en agrégats de grains beaucoup moins biréfringents, uniaxes ou biaxes à axes rapprochés et optiquement négatifs. Cette forme est celle qui se produit par solidification du sulfate de sodium fondu [1]. Ce changement d'état est reversible et la forme métastable peut subsister pendant quelque temps avant de se transformer définitivement en thénardite ; je propose de la désigner sous le nom de *métathénardite*, car je l'ai rencontrée dans la nature en étudiant sur place les matériaux de fumerolles de la Montagne Pelée, avant leur refroidissement définitif. C'est cette forme qui se produit évidemment toujours dans les fumerolles volcaniques à haute température où cristallise le sulfate de sodium, mais elle n'y avait pas été encore observée [2].

1. Cette modification a été pour la première fois constatée par M. O. Mügge. D'après M. Wyrouboff, il se produirait d'abord vers 230° C. une forme orthorhombique, pseudohexagonale, qu'il compare à celle du sulfate de potassium (*B. S. M.* XXII. 311, 1890). A une température plus élevée, il se produirait une forme rigoureusement hexagonale. Il admet en outre, entre 200° et 230°, l'existence d'une forme monoclinique très biréfringente. Les recherches thermiques de Hüttner, de Tammann, etc., ne mettent en évidence que le changement voisin de + 235° C.

2. A. Scacchi a signalé le sulfate de sodium dans les fumerolles de l'éruption de 1865 au Vésuve, mais ce qu'il a désigné sous le nom de *pyrotechnite* n'est autre chose que la thénardite produite par cristallisation d'une dissolution aqueuse du sel naturel.

Martinique. — J'ai donné le nom de fumerolles secondaires (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 389, 1904) à des fumerolles qui s'élevaient de l'accumulation de roches à haute température, transportées par les nuées ardentes de l'éruption de 1902-1903. A l'orifice de l'une d'elles, possédant une température comprise entre 500° et 590°C., j'ai rencontré (*B. S. M.* XXVIII, 60, 1905) des enduits mamelonnés présentant la composition suivante, d'après une analyse qu'en a faite M. Arsandaux.

SO^3	37,1
Na^2O	26,6
K^2O	6,7
MgO	4,4
CaO	1,9
Al^2O^3	1,9
Na Cl	1,4
	100,0

On voit que ces enduits sont essentiellement constitués par du sulfate de sodium. Quand je les ai retirés de la fumerolle, ils étaient incolores, transparents, parfois teintés de vert clair. Par refroidissement, ils sont devenus opalescents, sans perdre entièrement leur transparence. Ils étaient alors peu biréfringents, *optiquement négatifs*, uniaxes ou biaxes à deux axes très rapprochés, l'axe optique unique ou la bissectrice aiguë étant perpendiculaires à la surface des mamelons ; ils étaient donc constitués par de la *métathénardite*.

Au bout de quelques jours, le minéral a commencé à blanchir, en se transformant en individus diversement orientés de thénardite, plus biréfringente, biaxe et *optiquement positive* ; ce sont les propriétés que possèdent actuellement mes échantillons.

GLAUBÉRITE

Na^2SO^4, $CaSO^4$

Monoclinique : $mm = 83°2'$.

$b : h = 1000 : 699{,}13$. $D = 633{,}94$. $d = 773{,}41$.

$[a : b : c = 1{,}21998 : 1 : 1{,}02749$. (Zepharovich)$]$

$[zx = 67°49'7'']$

Formes observées : p (001) ; h^1 (100), m (110) ; $d^{1/2}$ (111), $b^{3/2}$ ($\bar{1}13$).

Les angles mesurés ont été obtenus par Dufrénoy (D) ou par moi-même sur les cristaux de Vic.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	83° 2′	83° 15′ (D)	$d^{1/2}\ d^{1/2}$ av.	116° 18′	116° 30′
$^*m\,h^1$	131° 31′	83° 20′	$b^{3/2}\ b^{3/2}$ av.	142° 24′	
$pd^{1/2}$	136° 58′	136° 45′ (D)			
$^*pm$	104° 29′ 30″	104° 5′ (D)			
$^*md^{1/2}$	147° 31′ 15″	147° 26′ (D) 148°			
$pb^{3/4}$	155° 21′	155° 10′			

Faciès des cristaux. Les cristaux de glaubérite présentent un petit nombre de formes : p, m, h^1, $d^{1/2}$ sont les principales : les cristaux diffèrent d'aspect suivant que la base est très développée (fig. 1) ou qu'au contraire, les faces $d^{1/2}$ (111) sont prédominantes (fig. 2). Le minéral forme aussi des masses cristallines clivables. Les faces $d^{1/2}$ portent des stries parallèles à leur intersection avec p.

Clivages. Clivage parfait suivant p (001). Cassure conchoïdale.

Dureté. 2, 5 à 3. Fragile.

Densité. 2, 7 à 2,85.

Coloration et éclat. Incolore, jaunâtre, grise et souvent rouge-brique. Poussière incolore ou rouge. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux sur les lames de clivage, gras dans la cassure.

Inclusions. La glaubérite rouge est colorée par des inclusions d'argile ferrugineuse. Dans celle de Varangéville, j'ai constaté que ces inclusions sont disposées en traînées irrégulières en forme de coup de fouet.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (001) de 0° à 100°. Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), faisant avec l'axe vertical, dans l'angle obtus de ph^1 (001) (100), un angle de :

rayons rouges.....	31° 3′
rayons jaunes.....	30° 46′
rayons bleus.....	30° 10′

Le clivage facile p (001) est donc, à quelques degrés près [8° 35 (Na)], perpendiculaire à la bissectrice aiguë. La dispersion est horizontale, avec $\rho > v$.

L'angle des axes et la position du plan des axes optiques varient

avec la température. Ces variations ont été étudiées notamment par Des Cloizeaux et par Laspeyres.

	Li	Na	Th	bleu	
à 50°C. 2E =	16°6′	14°8′	11°42′	8,51	(Laspeyres)

2E = 0° à des températures variant suivant la longueur d'onde et qui sont les suivantes :

58°C. 46°C. 36°C. 18° C.

Les axes s'ouvrent ensuite dans un plan parallèle à g^1 (010), puis les angles continuent à s'accroître.

A 85° C., l'écartement des axes est le suivant avec dispersion inclinée et $\rho < v$.

10° 47′ 13°14′ 15°15 ′17° 7′

Saveur. Saveur un peu salée.

Composition chimique. La formule $Na^2SO^4, CaSO^4$ correspond à la composition donnée en *a*.

b) Analyse de la glaubérite de Varangéville par M. Pisani (*C. R.* LI. 731. 1860).

	a	*b*
Na^2SO^4.....	51,1	50,50
$CaSO^4$.....	48,9	48,78
argile.....	»	0,40
	100,0	99,68

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, décrépite, blanchit, puis fond facilement en un émail blanc (qui cristallise par refroidissement), avec coloration de la flamme en jaune intense.

Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Dans l'eau, devient opaque, puis se dissout avec résidu de sulfate de calcium, facile à faire disparaître dans un excès de dissolvant.

Altérations. Par exposition à l'air humide, la glaubérite se décompose, se brise et du gypse cristallise. A Varangéville, la glaubérite renferme souvent des ponctuations de calcite secondaire.

On connaît des pseudomorphoses en calcite, en quartz.

Diagnostic. Les formes cristallines sont très caractéristiques de la glaubérite. En l'absence de cristaux déterminables, le minéral peut être confondu au premier abord avec l'anhydrite ou la polyhalite qui

l'accompagnent et qui ont souvent la même couleur due aux mêmes impuretés. La décomposition par l'eau et l'existence d'un clivage unique, presque perpendiculaire à la bissectrice aiguë, négative, établissent un facile diagnostic avec l'anhydrite. Les propriétés optiques de ce clivage sont également très propres à faire distinguer la glaubérite de la polyhalite, qui, en outre, donne de l'eau dans le tube et présente les réactions du magnésium et du potassium au lieu de celles du sodium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La glaubérite est un minéral des gisements salifères lagunaires et des lacs salés ; dans les premiers, elle est généralement associée à l'anhydrite et à la polyhalite, parfois à divers autres sulfates.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. Les salines de Varangéville (voir tome II, p. 760) renferment de la glaubérite rouge, associée à la polyhalite de la même couleur ; ce dernier minéral est compact ou finement grenu et grâce à sa structure, se distingue bien de la glaubérite en grandes lames qu'il englobe ; (analyse *b*).

La glaubérite se trouve encore dans une ancienne galerie située au-dessus de celle aujourd'hui exploitée ; elle forme des filonnets irréguliers au milieu du sel gemme et n'est pas disposée suivant la stratification des couches de celui-ci. Dans les échantillons que j'ai recueillis, la glaubérite constitue des masses à larges clivages qui, sur leur périphérie, se transforment en masses caverneuses de gypse rouge cristallitique ; je n'ai trouvé que fort peu de petits cristaux, dans lesquels des faces $d^{1/2}$ et p sont seules distinctes.

Quelques échantillons de glaubérite renferment des cristaux bipyramidés parfaitement transparents de quartz.

[*Lorraine*]. La glaubérite est abondante dans les bancs de sel les moins purs de Vic (voir tome II, p. 761) ; elle y forme des veinules et des amas, qui ont même été exploités autrefois pour l'extraction du sulfate de sodium. Elle y a été désignée pendant longtemps sous le nom de polyhalite (Berthier. *A. M.* X. 261. 1825). Dufrénoy a décrit des cristaux représentés par la figure 1 ; il y a signalé des clivages difficiles suivant $d^{1/2}$ (111) (*Ann. sc. nat.* XIII. 444. 1828).

La polyhalite de Vic est grise ou plus souvent rouge. J'ai examiné un fort beau cristal (1 cm. 5) de ce gisement : il est jaune dans ses

parties translucides et rouge çà et là, par suite de l'existence d'inclusions ferrugineuses; il présente la combinaison $d^{1/2}\,p\,m\,h^1$ et $b^{3/2}$; la fig. 2 en donne la forme théorique et la fig. 3 la forme réelle.

La collection du Muséum possède des échantillons de sel gemme de Dieuze englobant des masses de glaubérite, avec de gros cris-

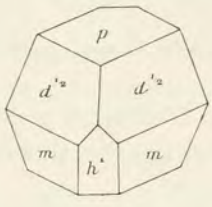
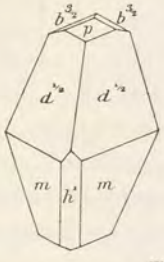


Fig. 1.
Glaubérite de Vic.



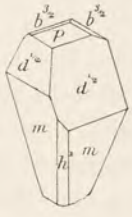


Fig. 2 et 3.
Glaubérite de Dieuze.

taux distincts; ils sont représentés par la figure 2; leur caractéristique réside dans un grand allongement suivant une arête $d^{1/2}\,d^{1/2}$, parallèlement à laquelle ils sont prismatiques, ils sont groupés en grand nombre à axes parallèles et n'ont de distinctes que les faces $d^{1/2}$.

ANHYDRITE

$CaSO^4$

Orthorhombique : $mm = 96°27'$.

$b : h : 1000 : 746{,}38$. $\quad D = 745{,}80$. $d = 666{,}20$.

$[a : b : c = 0{,}89325 : 1 : 1{,}0008$ (Hessenberg.)]

Formes observées. p (001); h^1 (100), g^1 (010), g^2 (130), g^5 (230); $e^{3/2}$ (023), $e^{4/3}$ (034), e^4 (011).

Macles. 1° Macle suivant e^2 (012), dans laquelle $g^1\ \underline{g}^1 = 126°50'$.

2° Macle suivant a^1 (101), parfois binaire et macroscopique, plus souvent polysynthétique et seulement microscopique (voir page 43, fig. 5). Cette macle peut être obtenue artificiellement par l'action de la chaleur ou de la pression; ce qui explique sa fréquence dans les gisements des régions plissées.

La trace de ces deux macles se manifeste dans les solides de clivages par des stries parallèles à la diagonale de deux clivages.

Les angles suivants ont été mesurés par Marignac (M.) sur des cristaux de Dieuze et par moi (Lx) sur des cristaux de Saint-Pandelon;

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	96° 27′	
mh^1	138° 14′	
mg^1	131° 46′	
$g^5\,h^1$	126° 44′	126° 48′ (M)
$g^2\,h^1$	120° 27	110° 33′ (M)

	Angles calculés.	Angles mesurés.	
pa^1	131° 45′		
pe^2	153° 25′		
$pe^{3/2}$	146° 20′	146°	(Lx)
$pe^{4/3}$	143° 10′	143°	(Lx)
pe^1	134° 59′	134° 50′	(Lx)

Faciès. Les cristaux d'anhydrite à formes distinctes [1] sont peu communs et appartiennent à deux types.

Type I. Les trois plans dominants sont p (001), h^1 (100) et g^1 (010); ils sont parfois aplatis suivant l'un ou l'autre d'entre eux (fig. 3, 4 et 6); c'est ce type qui existe dans les gisements français.

Type II. Les cristaux, allongés suivant l'axe b, sont constitués par des orthodômes [en particulier a^1 (101)] et par e^1 (011); ils ont la forme de certains cristaux de barytine (fig. 8, p. 52).

Le plus souvent, l'anhydrite forme des masses clivables, lamellaires, plus ou moins grenues, qui sont quelquefois taillées et utilisées pour la statuaire (voir p. 44). Il existe aussi des variétés fibreuses, dont les fibres sont allongées parallèlement à l'arête pg^1.



Fig. 1.
Anhydrite dite *Pierre de tripes*.
(*Photographie réduite de moitié.*)

La *pierre de tripes* est constituée par des lits d'anhydrite engagés dans de la marne et plissés par une pression latérale (fig. 1).

Clivages. Clivages faciles dans trois directions rectangulaires; parfait suivant p (001), moins parfait suivant g^1 (010), facile suivant h^1 (100). Cassure inégale.

Plans de séparation suivant a^1 (101) dus à des macles microscopiques (Arnave).

1. L'orientation admise ici est celle d'Hessenberg, von Lang, Dana. Voici la correspondance avec la forme admise par certains auteurs.

Lx		Miller		Schrauf
p (001)	=	g^1 (010)	=	g^1 (010)
h^1 (100)	=	h^1 (100)	=	p (001)
g^1 (010)	=	p (001)	=	h^1 (100)
a^1 (101)	=	m (110)	=	e^1 (011)

Dureté. 3, à 3,5.

Densité. 2,899 à 2,985.

Coloration et éclat. Blanche, grise, blanc rougeâtre ou violacée ; rouge-brique par suite d'inclusions ferrugineuses. Les variétés de couleur claire sont toujours beaucoup plus teintées quand on les observe dans leur gisement originel, alors qu'elles sont imprégnées d'eau de carrière (Arnave, *Ariège*). Poussière d'un blanc grisâtre. Transparente ou plus souvent translucide ; opaque quand la proportion d'inclusions est très grande.

Éclat variable suivant les directions ; nacré suivant p (001), surtout si le minéral a été préalablement clivé par chauffage, gras suivant h^1 (100), vitreux suivant g^1 (010). Dans les variétés finement grenues, l'éclat est moyen entre ces trois types, c'est-à-dire vitreux et un peu nacré.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010) ; bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à h^1 (100).

$\mathbf{n}_g = 1{,}6138$ (Na) (Zimanyi)
$\mathbf{n}_m = 1{,}5757$
$\mathbf{n}_p = 1{,}5700$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0438$ $\quad 2E = 71°39'$ $\quad 2V = 43°37'$

Les macles sont surtout visibles grâce aux propriétés optiques ; quand elles sont polysynthétiques, elles rappellent la combinaison des macles de l'albite et de la péricline des plagioclases (fig. 5).

Pléochroïsme. Les variétés violettes sont pléochroïques sous une épaisseur de quelques millimètres, avec $\mathbf{n}_g = \mathbf{n}_p > \mathbf{n}_m$

$\mathbf{n}_g$ et $\mathbf{n}_p$ = violet
$\mathbf{n}_m$ = incolore

Inclusions. En outre des inclusions ferrugineuses et argileuses, qui colorent souvent le minéral (particulièrement en rouge), l'anhydrite renferme parfois des inclusions liquides (eau et anhydride carbonique d'après M. G. Spezzia).

Composition chimique. La formule $CaSO^4$ correspond à la composition suivante :

SO^3.....	58,8
CaO.....	41,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau en colorant la flamme en jaune rougeâtre et en donnant un émail blanc, à réaction alcaline. Sur le charbon, est réduite en sulfure ; avec le carbonate de sodium, donne une masse fournissant les réactions des sulfures (noircissant l'argent), mais non absorbée par le charbon comme dans le cas de la barytine.

Soluble dans l'acide chlorhydrique ; faiblement soluble dans l'eau (0,2 par 100 parties d'eau à 18°C.).

Altérations. L'anhydrite absorbe facilement l'humidité de l'air et se transforme en gypse ; l'altération est assez rapide ; j'ai vu à Arnave des murs en pierres sèches (construits avec des blocs d'anhydrite), destinés à soutenir les remblais d'une carrière de gypse, se transformer d'une année à l'autre. L'épigénie se produit par la périphérie des cristaux élémentaires qui constituent la roche grenue, puis chemine le long de leurs clivages : le gypse est dissous par les eaux de pluie au fur et à mesure de sa production, de telle sorte que les blocs d'anhydrite prennent un aspect des plus caractéristiques ; de petits fragments rectangulaires apparaissent en relief sur les parties exposées à l'air. L'examen microscopique de semblables échantillons en voie de transformation, mais non délavés par l'eau de pluie, montre que les fragments d'anhydrite intacte sont disséminés dans une masse fibrolamellaire de gypse, et sont sans relations d'orientation géométrique avec ce dernier minéral.

La transformation de l'anhydrite en gypse se fait avec grande augmentation de volume (1 vol. anhydrite fournit 1 vol. 623 de gypse).

On connaît des pseudomorphoses d'anhydrite en quartz, en sidérite, etc.

Diagnostic. Les trois clivages rectangulaires et la haute biréfringence sont caractéristiques de l'anhydrite ; ses variétés compactes se distinguent du gypse par leur dureté, leur densité, et par l'absence de dégagement d'eau dans le tube. L'anhydrite se différencie aisément des autres sulfates anhydres par sa densité plus faible, par ses clivages, et par sa biréfringence élevée.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'anhydrite se trouve principalement dans deux catégories de gisement, dont la première est de beaucoup la plus fréquente :

1° Dans les formations gypseuses et salifères.
2° Dans les filons métallifères.

1° Dans les formations gypseuses et salifères.

Le véritable gisement de l'anhydrite consiste dans les formations lagunaires. Le sulfate de calcium y résulte de l'évaporation de l'eau de mer. Les travaux de Van't Hoff ont mis en évidence la forme (anhydrite ou gypse) sous laquelle ce sel se dépose d'une solution aqueuse suivant la température et la nature des produits solubles qui l'accompagnent. Dans les conditions naturelles, c'est cette dernière condition qui a dû avoir une influence prépondérante. En présence de chlorures, l'anhydrite se forme à partir de + 25° C. Cela explique son abondance dans un grand nombre de gisements gypseux, dans lesquels le gypse n'est qu'un produit d'hydratation, renfermant encore çà et là des rognons isolés du minéral anhydre.

a) *Trias.*

Je ne citerai qu'un certain nombre de gisements dans lesquels abonde l'anhydrite, mais presque tous ceux cités plus loin dans la description du gypse en contiennent peu ou prou.

Pyrénées. — Dans les Pyrénées et la région subpyrénéenne, l'anhydrite est fréquente au milieu des gisements gypseux, associés aux ophites et qui sont, au moins en partie, sinon en totalité, à rapporter au trias [1]. Dans plusieurs d'entre eux, l'anhydrite a subi les mêmes transformations que les calcaires voisins et par suite renferme les mêmes minéraux métamorphiques.

Landes. L'anhydrite abonde dans les salines de Dax et de Saint-Pandelon ; elle y forme dans l'argile des nodules qui, après dissolution du sel gemme ou disparition de l'argile, se présentent avec une structure cloisonnée, due à l'enchevêtrement de cristaux rectangulaires, aplatis suivant h^1 (100), ne laissant voir d'autres faces que p, h^1, g^1. Ils ne sont que rarement incolores et transparents ; leur cou-

1. Dans ceux des gisements renfermant des cristaux de quartz bipyramidés, ceux-ci contiennent souvent des inclusions de cristaux microscopiques d'anhydrite (Beaugey, *B. S. M.* XII. 396, 1889).

leur la plus habituelle est le rouge-brique foncé ; ils sont alors opaques. Cette anhydrite est associée à des cristaux bipyramidés de quartz ayant la même couleur.

Dans un échantillon de marnes verdâtres (Saint-Pandelon), traversé par des veinules de quartz, j'ai observé une géode tapissée de jolis cristaux incolores et limpides d'anhydrite. Ils sont aplatis suivant h^1 (à faces ternes) et sont bordés par des facettes brillantes en redan, parmi lesquelles p (001) et g^1 (010) dominent, avec des dômes e^1 (011) et $e^{3/2}$ (023), oscillant vers $e^{4/3}$ (034) ; ces dômes sont rarement com-

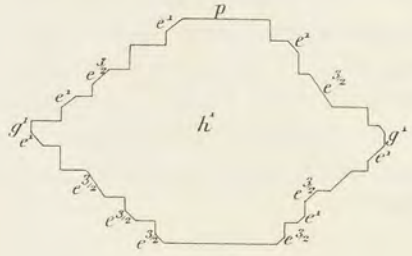


Fig. 3.
Anhydrite de Saint-Pandelon. (Projection sur h^1.)

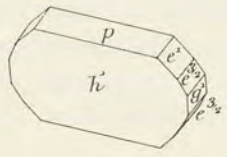


Fig. 4.
Anhydrite de Saint-Pandelon

plets. La fig. 3 est la projection sur h^1 d'un de ces cristaux ; la fig. 4 représente un cristal plus régulier, un peu allongé suivant l'axe b. Une autre variété d'anhydrite est finement grenue, soit incolore et associée à des cristaux de giobertite, soit rouge et mélangée à de la polyhalite.

Basses-Pyrénées. Le gisement gypseux de Pontacq renferme une anhydrite lamellaire, d'un blanc violacé identique au type moyen de l'anhydrite d'Arnave, dont il va être question plus loin.

Haute-Garonne. L'anhydrite est assez abondante en petites masses ou en grains irréguliers dans le sel gemme métamorphique de Salies du Salat (voir tome II, page 759) ; elle y est associée à de la dolomite, de la phlogopite, de la pyrite, de la tourmaline, etc.

Ariège. Parmi les gisements gypseux de l'Ariège, celui d'Arnave mérite une mention spéciale pour la très belle anhydrite qu'il contient et qui renferme par place les mêmes minéraux métamorphiques que le gypse, notamment la tourmaline brune, les amphiboles, la phlogopite, la leuchtenbergite, la pyrite, etc. Le type moyen de l'anhydrite d'Arnave est à gros grains ; dans la carrière, la couleur du minéral est

d'un violet magnifique et rien n'est élégant comme ses blocs translucides lorsqu'ils sont humides ; le minéralogiste a une déception, quand il constate qu'au bout de quelques jours sa récolte a perdu en partie sa translucidité et presque toute sa couleur.

J'ai recueilli dans ce gisement un bloc de la grosseur de la tête formé par des masses clivables d'anhydrite mesurant parfois plus de 6 centimètres suivant une arête de clivage. Au milieu de cette anhydrite à grands éléments se trouvent quelques macles binaires suivant a^1 (101), dont la fig. 5 donne la projection sur g^1. On voit que le plan de macle est net ; les clivages p des deux individus maclés font entre eux un angle de 96°30', l'angle de $p\ a^1$ étant de 136°45'. Quand on fait briller devant une lumière une lame de clivage de chacun des composants de la macle, on voit deux séries de bandelettes hémitropes, les unes parallèles au plan de la macle binaire a^1, l'autre à une seconde face a^1. L'examen en lumière polarisée permet d'étudier l'orientation des divers éléments de ces macles complexes. Autant la macle binaire suivant a^1 (101) est rare dans ce gisement, autant est commune cette macle polysynthétique suivant deux faces a^1 distinctes, donnant en lames minces des bandelettes entrecroisées, qui rappellent l'association des macles de l'albite et de la péricline dans les plagioclases et ne se traduisent que par des stries sur le clivage g^1 (010) et des plans de séparation parallèles à a^1 (101). Il est intéressant de trouver réunies ces deux modalités de la même macle.

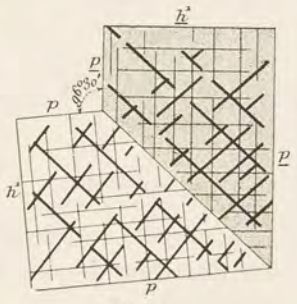


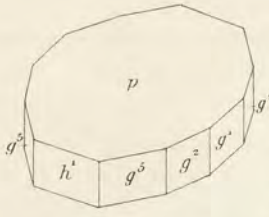
Fig. 5.
Anhydrite d'Arnave. Macle suivant a^1 de deux cristaux présentant des bandes hémitropes suivant la même loi.

L'anhydrite se rencontre aussi dans le gypse d'Arignac.

Cévennes. — *Gard*. De l'anhydrite lamellaire a été rencontrée dans le gypse de Saint-Bonnet de Salindrenque, à la Porte du Pas et au Mas-Neuf, près Anduze, au Mazet en Monoblet, etc.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. Dans les salines de Varangéville, l'anhydrite existe en petite quantité, associée à la glaubérite et à la polyhalite. Comme ces minéraux, elle est fréquemment souillée par des inclusions d'argile rouge, mais elle est souvent de couleur plus claire qu'eux.

[*Lorraine*]. Les salines de Dieuze, Vic, Moyenvic, etc. renferment l'anhydrite sous la même forme et avec les mêmes associations qu'à Varangéville. Je n'ai vu que des masses clivables provenant de ces gisements, mais, d'après une note manuscrite de Marignac, que je dois à Des Cloizeaux, le savant genevois avait observé sur des cristaux de Dieuze les prismes g^2 (130) et g^5 (230) ; je n'ai pu trouver de renseignements plus précis sur ce sujet. Des bancs assez épais d'anhydrite ont été traversés par les sondages de Rémilly et de Salzbronn.



Fg. 6.
Anhydrite de Dieuze.

Vosges. — *Haute-Saône*. Le tunnel de Genevreuille traverse une masse d'anhydrite finement grenue, dont l'hydratation détermine de continuelles détériorations de la ligne du chemin de fer.

Jura. —*Jura*. L'anhydrite compacte ou saccharoïde blanche, grise, jaunâtre, rose ou rougeâtre, abonde en rognons et en nids dans les gypses triasiques de Laffenet, Pimont, Grozon, Villette, Saint-Lothain ; d'après Ogérien (*Hist. nat. du Jura*. 299. 1865), plusieurs des statues de l'église gothique de Brou, à Bourg-en-Bresse (*Ain*) sont faites avec l'anhydrite de ce dernier gisement.

Alpes.— *Isère*. Champ, Vizille, Cognet près Lamure, Saint-Firmin.

Savoie. L'anhydrite abonde dans le gypse triasique de la Maurienne (Saint-Jean-de-Maurienne, région de Modane). De magnifiques masses lamellaires translucides ont été rencontrées jadis lors du percement du tunnel du Mont-Cenis. L'anhydrite n'est pas moins abondante dans les gisements de la Tarentaise (environs de Moutiers, les Allues), de Bourg-Saint-Maurice, du tunnel de la Volta près Saint-Marcel, du tunnel du Galibier ; au glacier de Gebroulaz, elle est accompagnée de soufre, dolomite, giobertite, sellaïte, etc. On verra plus loin qu'à Pesey, l'anhydrite se trouve aussi dans un filon de galène.

Dans ce dernier gisement, de même qu'à Salins, près Moutiers, se rencontre de l'anhydrite ayant conservé ses trois clivages rectangulaires mais devenue tendre, blanche et opaque. L'examen microscopique fait voir que le minéral est entièrement transformé en gypse grenu, sans orientation géométrique avec le sulfate anhydre.

Basses-Alpes. Environs de Digne, etc.

Provence. — *Bouches-du-Rhône*. Dans les gisements gypseux du keuper des environs d'Aix.

Algérie. — Les gisements gypseux de l'Algérie rapportés au trias renferment en abondance de l'anhydrite qui, de même que dans les Pyrénées, est parfois métamorphisée par des ophites et renferme des minéraux cristallisés, aussi bien que le gypse, qui provient de son hydratation. J'ai examiné de beaux échantillons d'anhydrite laminaire des gisements suivants ; ils m'ont été communiqués par M. Flamand et M. L. Gentil.

Oran. La Tafna, Oued Malah, Noisy-les-Bains.

Alger. Aïn-Nouissy, Dublineau, Hammam Melouane près Rovigo ; environs de Medéah ; région de Teniet-el-Haad (Camp des Scorpions) : le rocher de sel de Djelfa. La collection de l'École des Mines renferme un échantillon d'anhydrite plissée (*pierre de tripes*) de ce dernier gisement, qui est identique à celui représenté par la fig. 1.

Constantine. M. Blayac m'a signalé l'anhydrite dans le trias gypseux et salifère à Sedrata, à El Outaia près Biskra.

b) *Assises tertiaires.*

Autant l'anhydrite est fréquente dans les gisements français de gypse triasique, autant elle est rare dans ceux de la période tertiaire.

Bassin de Paris. — *Seine-et-Marne*. Je n'ai rencontré l'anhydrite (secondaire) qu'à l'état d'élément microscopique, en inclusions dans le gypse en grandes lames blanches et opaques de Thorigny près Lagny (*Seine-et-Marne*). Elle y forme de petites plages à contours déchiquetés.

2° *Dans les filons métallifères.*

Alpes. — *Savoie*. L'anhydrite n'existe que rarement dans les filons métallifères. Dans la mine de Pesey, elle constitue l'une des gangues de la galène ; on l'y a rencontrée en masses laminaires rosées et translucides, donnant des clivages de plusieurs centimètres d'arête ; ils peuvent à ce point de vue être comparés à ceux d'Arnave. Cette anhydrite est non seulement associée à la galène, mais au quartz, à la pyrite, à l'argyrite, etc.

3° *Dans les produits d'évaporation de chaudières.*

Les chaudières alimentées par des eaux séléniteuses renferment des concrétions fibreuses d'anhydrite. J'ai observé des échantillons de ce genre dans un grand nombre de localités (Romanèche, *Saône-et-Loire*, etc.) ; ils sont parfois couverts de facettes cristallines [machines d'épuisement des carrières d'ardoises de Trélazé (*Maine-et-Loire*)][1].

Cette formation s'explique par les expériences de Van't Hoff, qui a montré que l'évaporation d'une solution de sulfate de calcium donne du gypse à basse température et de l'anhydrite au-dessus de + 60° C.

GROUPE DE LA BARYTINE

Ce groupe comprend les minéraux suivants, qui sont orthorhombiques et isomorphes.

Barytine	$BaSO^4$
Célestite	$SrSO^4$
Anglésite	$PbSO^4$
* *Hydrocyanite*.	$CaSO^4$

La barytocélestite est un type intermédiaire entre la barytine et la célestite. L'hydrocyanite n'est connue que parmi les produits de fumerolles du Vésuve.

Les trois premiers de ces minéraux sont caractérisés par l'existence de clivages[2] suivant p et m, qui sont parfaits dans la barytine et la

1. M. Stan. Meunier a décrit (*Naturaliste*, XVII. 245.1895), des croûtes de ce genre provenant d'une chaudière des carrières à pavés des Maréchaux près Cernay-la-Ville (*Seine-et-Oise*).

2. Ces clivages ont été choisis pour représenter la forme primitive. Beaucoup de minéralogistes allemands ont choisi une forme primitive différente, dont voici la correspondance avec celle adoptée ici :

Lx		Lx	
p (001)	= g^1 (010)		
h^1 (100)	= h^1 (100)	a^2 (102)	= g^2 (120)
g^1 (010)	= p (001)	e^1 (011)	= e^1 (011)
m (110)	= a^1 (101)	$b^{1/2}$ (111)	= $b^{1/2}$ (111)

célestite, seulement distincts dans l'anglésite ; en dehors de leurs autres caractères, ces trois minéraux peuvent se distinguer les uns des autres par leur densité.

BARYTINE

$BaSO^4$

Orthorhombique : $mm = 101°40'$.

$b : h = 1000 : 1017{,}742$. $D = 775{,}312$. $d = 631{,}578$.

$[a : b : c : 0{,}81461 : 1 : 1.31269]$.

Formes observées : p (001) ; h^1 (100), g^1 (010), m (110), h^5 (320), h^3 (210), g^5 (230), g^3 (120), g^2 (130), $g^{13/7}$ (3.10.0) ;

$^*a^{50}$ (1.0.50), $^*a^{20}$ (1.0.20), a^8 (108), a^6 (106), a^4 (104), a^3 (103), $a^{20/7}$ (7.0.20), $a^{8/3}$ (308), $a^{5/2}$ (205), a^2 (102), $a^{8/5}$ (508), $a^{6/5}$ (506), a^1 (101), $a^{2/3}$ (302), $^*a^{5/9}$ (905), $a^{2/5}$ (502), $a^{1/2}$ (201) ;

e^1 (011) ;

b^5 (1.1.10), $b^{9/2}$ (119), b^4 (118), b^3 (116), $b^{5/2}$ (115), b^2 (114), $b^{3/2}$ (113), b^1 (112), $b^{3/4}$ (223), $b^{1/2}$ (111) ;

$\delta = (b^{1/3}\ b^{1/5}\ h^{1/4}\ (414)$; $\omega = (b^{1/2}\ b^{1/4}\ h^{1/3})$ (313) ; $j = (b^{1/5}\ b^{1/7}\ h^{1/6})$ (616) ;

$y = (b^1\ b^{1/3}\ g^{1/2})$ (122), $X = (b^{1/21}\ b^{1/23}\ g^{1/22})$ (1.22.22) (?) ;

$\mu = (b^1 b^{1/2}\ g^{1/3})$ (136) ;

$\Phi = (b^{1/4}\ b^{1/2}\ g^1)$ (131), $D = (b^1\ b^{1/3}\ g^{1/16})$ (1.2.16) ;

$e_{13/7} = (b^{1/7}\ b^{1/13} g^{1/7})$ (3.10.7),

$e_2 = (b^1 b^{1/2}\ g^1)$ (132), $e_{27/13} = (b^{1/13}\ b^{1/27}\ g^{1/13})$ (7.20.13) ;

Macles. Les macles de la barytine sont presque toutes polysynthétiques et observables d'ordinaire seulement sur les malasses minaires.



Fig. 1.
Clivage p (001) de barytine montrant les stries de la macle suivant $a^{1/6}$ (601).

1° Macle suivant m (110), donnant sur p (001) des stries parallèles à une arête pm, tout à fait analogues à celles des plagioclases.

2° Macles polysynthétiques suivant $a^{1/6}$ (601) donnant des stries à la fois sur p (001) (parallèles à la grande diagonale de la face) (fig. 1)

et sur m (110) ; ces dernières font avec l'axe vertical un angle d'environ 19°.

Dans le gisement du Var, décrit page 67, les bandes hémitropes de cette macle sont très irrégulières (fig. 26) ; elles sont accompagnées de plans de séparation.

3° Macle polysynthétique suivant e^1 (011) produisant de fines stries sur p (001) (parallèles à la petite diagonale de la base) et sur m (110) ; ces dernières font un angle de 45° avec l'axe vertical.

Ces macles sont produites par actions mécaniques. J'ai donné autre-



Fig. 2.
Barytine crêtée sur quartz.

fois le nom de *michel-lévyte* à un minéral de Templeton (Canada), qui n'est qu'une barytine présentant la macle suivant m extrêmement répétée et devant à cette propriété un éclat nacré des plus vifs, qui m'avait paru alors monoclinique.

4° On verra page 88 la description de groupements à axes rectangulaires qui, s'ils constituent de véritables macles, peuvent être considérés comme se produisant suivant le prisme g^{10} (9.11.0) ($h^1 g^{10} = 44°52'$ angle des normales).

Enfin, il existe de fréquents groupements de barytine soumis à une certaine régularité, sans être pour cela de véritables macles ; ce

sont ceux qui constituent la barytine crêtée. Un grand nombre de cristaux, aplatis suivant p (001), sont réunis à la façon des feuillets d'un livre entr'ouvert, l'axe b étant commun à tous ces cristaux, auxquels il sert en quelque sorte de charnière.

Les angles suivants ont été mesurés par M. Fenyès (F) sur les cristaux de Pesey, et par M. Gonnard (G), sur ceux de la Limagne, par M. Ungemach (U) sur ceux de diverses localités signalées plus loin, et enfin par moi-même (Lx) sur ceux de plusieurs gisements français. Je ne donne que les angles des formes les moins communes.

	Angles calculés.	mesurés.
$*m\,m$	101° 40′	
$m\,g^1$	129° 10′	
$m\,h^1$	140° 50′	
$h^1\,g^1$	90°	
$m\,h^5$	169° 20′	169° 20′ (Lx)
$h^5\,h^5$ av.	123° 0′	
$m\,h^3$	163° 0′	163° 3′ (Lx)
$h^3\,h^3$ av.	135° 41′	
$m\,g^5$	168° 28′	
$g^5\,g^5$ s. g^1	101° 24′	
$g^1\,g^5$	140° 42′	140° 28′ (U)
$m\,g^3$	160° 42′	160° 44′ (Lx)
$g^3\,g^3$ s. g^1	116° 55′	
$m\,g^2$	151° 25′	151° 26′ (Lx)
$g^2\,g^2$ s. g^1	135° 30′	
$g^1\,g^{13/7}$	159° 47′	159° 38′ (Lx)
$p\,a^{50}$	178° 9′	
$p\,a^{20}$	175° 23′30″	
$p\,a^8$	168° 37′	168° 15′ (U)
$a^8\,a^8$ s. h^1	22° 46′	
$p\,a^6$	164° 58′	165° 1′ (Lx)
$a^6\,a^6$ s. h^1	30° 4′	
$p\,a^4$	158° 3′	158° 10′ (Lx)
$a^4\,a^4$ s. h^1	43° 53′	
$p\,a^3$	151° 45′	151° 30′ (Lx)
$a^3\,a^3$ s. h^1	56° 29′	
$p\,a^{20/7}$	150° 34′30″	150° 25′ à 34′ (U)
$a^{20/7}\,a^{20/7}$	58° 50′	
$p\,a^{8/3}$	148° 51′30″	148° 40′ (U)
$a^{8/3}\,a^{8/3}$	62° 16′	
$p\,a^{5/2}$	147° 12′	147° 23′ (U)
$a^{5/2}\,a^{5/2}$	65° 36′	

	Angles calculés.	mesurés.
$p\,a^2$	141° 8′	141° 3′ (Lx)
$a^2\,a^2$	77° 43′	
$p\,a^{8/5}$	134° 48′	135° 8′ (U)
$a^{8/5}\,a^{8/5}$	90° 23′	
$p\,a^{6/5}$	126° 41′	
$a^{6/5}\,a^{6/5}$	106° 38′	
$p\,a^1$	121° 49′	
$a^1\,a^1$	116° 21′	
$p\,a^{2/3}$	112° 29′	112° 15′ (U)
$a^{2/3}\,a^{2/3}$	135° 3′	
$p\,a^{5/9}$	109° 1′	
$a^{5/9}\,a^{5/9}$	141° 57′	
$p\,a^{2/3}$	103° 57′	
$a^{2/5}\,a^{2/5}$	152° 57′	
$p e^{3/2}$	138° 48′30″	
$e^{3/2} e^{3/2}$ s. g^1	82° 23′	
$p\,e^1$	127° 18′	
$*e^1\,e^1$ s. g^1	105° 24′	
$p\,e^{1/2}$	110° 51′	
$e^{1/2} e^{1/2}$ s. g^1	138° 18′	
$p\,g^1$	90°	
$p\,b^5$	168° 16′	
$m\,b^5$	101° 44′	100° 50′ à 101° 5′ (F)
$p\,b^{9/2}$	167° 0′	166° 25 à 35′ (U)
$m b^{9/2}$	103° 0′	
$p\,b^4$	165° 26′	
$m b^4$	104° 34′	
$p\,b^3$	160° 54′	160° 58′ (Lx)
$m\,b^3$	109° 6′	108° 47′ à 50′ (F)
$p\,b^{5/2}$	157° 26′	
$m\,b^{5/2}$	112° 34′	112° 35′ à 40′ (F)
$p\,b^2$	152° 33′	152° 43′ (Lx)

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mb^2	117°27′	
$p\,b^{3/2}$	145°17′	145°16′(Lx)
$m\,b^{3/2}$	124°43′	124°40′ à 54′ (F)
$p\,b^1$	133°54′	
mb^1	136° 6′	
$pb^{3/4}$	125°49′	125°15′ (Lx)
$mb^{3/4}$	144°11′	
$pb^{1/2}$	115°42′	
$m\,b^{1/2}$	154°18′	
$p\,m$	90°	
$p\delta$	121° 18′	
pj	121°35′	122°53′ (Lx)
$p\omega$	120°55′	
pD	169° 6′	169°19′ (Lx)
py	123° 0′	
pg^3	90°	
pX	127°16′	
$p\mu$	144°39′	
pe_2	115°11′	
$p\Phi$	103°13′	104°10′ (Lx)
pg^2	90°	
$g^1\,\delta$	99°49′	
$g^1\,\omega$	102°′59	
$g^1\,b^{1/2}$	124°41′	
$g^1 j$	96°35′	
$a^1 j$	173°25′	173°56′ (Lx)
$a^1\,\omega$	167° 0′	
$g^1\,a^1$	90°	
$b^{1/2}\,b^{1/2}$ av.	110°37′	
$g^1\,b^{3/4}$	120°48′	
$g^1\,e_2$	146°53′	
$g^1\,y$	135°38′	135°30′ (Lx)
$g^1\,b^1$	117° 4′	
yb^1	161°26′	161°24′ (G)
$a^2 y$	134°22′	134°10′ (G)
$g^1\,a^2$	90°	
$b^1\,b^1$ av.	125°51′	
$g^1\,b^{3/2}$	111° 5′	
$g^1\,a^3$	90°	
$b^{3/2}\,b^{3/2}$ av.	137°50′	
$g^1\,b^2$	106°56′	
$g^1\,a^4$	90°	
$b^2\,b^2$ av.	146° 8′	
$g^1\,b^{5/2}$	104° 2′	
$g^1\,a^5$	90°	
$b^{5/2}\,b^{5/2}$ av.	151°56′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$g^1\,\mu$	122°22′	
$g^1\,b^3$	101°56′	101°59′ (Lx)
$g^1\,a^6$	90°	
$b^3\,b^3$ av.	156° 8′	
$g^1\,b^4$	99° 8′	
$g^1\,a^8$	90°	
$b^4\,b^4$ av.	161°43′	
$g^1\,b^{9/2}$	98°10′	
$b^{9/2}\,b^{9/2}$ av.	162°40′	
$g^1\,b^5$	97°23′	
$b^5\,b^5$ av.	164°14′	
$h^1\,e_2$	110° 3′	
$e_2 e_2$ côté	139°55′	
$h^1\,b^{1/2}$	134°19′	
$h^1\,y$	116° 1′	116° 4′ (Lx)
$y\,e^1$	153°30′	153°25′ (Lx)
$yb^{1/2}$	161°42′	161°57′ (G)
Xe^1	177°28′	177°28′ (U)
$h^1\,e^1$	90°	
$b^{1/2}\,b^{1/2}$ côté	91°22′	91°20′ (Lx)
$h^1\,b^1$	123°58′	
$h^1\,\mu$	102°39′	
$h^1\,e^2$	90°	
$b^1\,b^1$ côté	112° 4′	
$h^1\,b^{3/2}$	116°12	
$h^1\,e^3$	90°	
$b^{3/2}b^{3/2}$ côté	127°36′	
$h^1\,b^2$	110°57′	
$b^2\,b^2$ côté	138° 7′	
$h^1\,b^{5/2}$	107°19′	
$b^{5/2}\,b^{5/2}$côté	145°22′	
$h^1\,b^3$	104°42′	104°35′ (Lx)
$b^3\,b^3$	150°36′	
$h^1\,b^4$	101°15′	
$b^4\,b^4$ côté	157°31′	
$h^1\,b^{9/2}$	100° 2′	
$b^{9/2}\,b^{9/2}$	159°56′	
$h^1\,b^5$	99° 4′	
$b^5\,b^5$ côté.	161°52′	
$m\,a^1$ adj.	131°12′	
$m\,b^1$ lat.	98°23′	
$m\,e$ adj.	120°10′	120° 9′ (Lx)
$m\,e_{13/7}$	140°19′	141° (Lx)
$m\,e_2$ adj.	142°38′	142°40′ (Lx)
$m\,e_{27/13}$	143°47′	144°15′ (Lx)

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$e_2\ e^1$	157°32′	
$m\ a^2$ adj.	119° 6′	
$m\ b^2$ lat.	95°21′	
$m\ e^2$ adj.	110°17′	
$m\ y$ adj.	142°20′	142°18′ (Lx)
$m\ a^{5/2}$ adj.	114°50′	
$m\ a^3$ adj.	111°31′	
$m\ b^3$ lat.	93°48′	
$m\ e^3$ adj.	104°40′	
$m\ \mu$ adj.	120°32′	
$m\ a^4$ adj.	106°50′	106°52′ (Lx)
$m\ a^5$ adj.	103°46′	
$m\ a^6$ adj.	101°36′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$g^3\ b^{1/2}$ adj.	148°16′	148°19′ (Lx)
$g^3\ a^2$ adj.	109°10′	
$g^3\ b^{3/2}$ lat. opp.	85°40′	
$g^3\ e^1$ adj.	132°41′	132°38′ (Lx)
$a^2\ e^1$	118°10′	118°13′ (Lx)
$b^{3/2}\ e^1$	141°39′	
$b^{3/2}\ a^2$	156°30′	
$g^2\ b^1$ adj.	129°15′	
$g^2\ a^3$ adj.	100°19′	
$g^2\ b^2$ lat. opp.	82°17′	
$g^2\ \mu$ lat. opp.	65°38′	
$g^2\ e^1$ adj.	137°25′	137°24′ (Lx)
$a^2\ h^5$	123°27′30″	123°35′ (G)
$a^2\ \omega$	156°51′30″	

Faciès des cristaux. Voici les principaux types observés.

Type I. Les cristaux sont très aplatis suivant p et présentent les

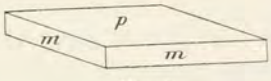


Fig. 3.
Barytine. Type I *a*.

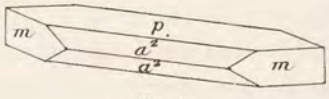


Fig. 4.
Barytine. Type I c.

faces m prédominantes dans la zone verticale (I*a*) (fig. 3). Parfois (I*b*), l'apparition de h^1 et de g^1 leur donne une section rectangulaire. Une variété de ce type (type I *c*) présente la combinaison $p\ m\ a^2$, avec allongement suivant l'arête $p\ a^2$ (fig. 4).

Type II. Il existe de nombreuses faces de la zone verticale ; h^1 ou h^3 (210) dominent souvent, g^1 est absent ou très réduit ; ou bien les cristaux sont aplatis suivant p (fig. 73, Type II *a*), ou bien ils sont allongés suivant c (fig. 5, 36 à 39, Type II *b*). C'est cette variété que l'on a jadis appelée *volnyne*.

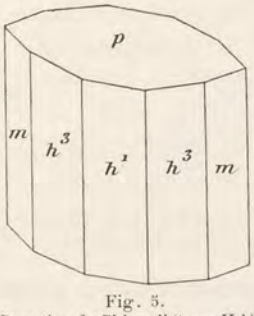


Fig. 5.
Barytine de Chizeuil (type II *b*).
(*Saône-et-Loire.*)

Type III. Les cristaux de ce type présentent, comme les précédents, p (001) et m (110) ou d'autres prismes très développés ; mais ils ont en outre d'une façon constante a^2 (102) et e^1 (011). Le plus souvent, ils sont allongés soit suivant a (fig. 6, prédominance de e^1 sur a^2 (Type III *a*), soit suivant b (fig. 7, 11 à 13) (Type III *b*) (prédominance de a^2 sur e^1).

Type IV. Ce type est caractérisé par la prédominance de a^2 (102) et

de e^1 (011). Parfois ces formes existent seules (fig. 8), dans d'autres cas, elles sont accompagnées par p et les cristaux peuvent même être aplatis suivant cette face (fig. 9). Ou bien les cristaux sont également développés suivant a et b (IVa), (fig. 9 et 33) ou bien ils sont allongés, tantôt suivant a (IVb), tantôt suivant b (IVc) (fig. 10).

Type V. Ce type, qui est assez rare, est caractérisé par la prédomi-

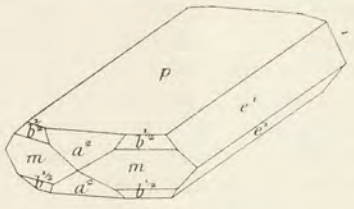


Fig. 6.
Barytine. Type III a.

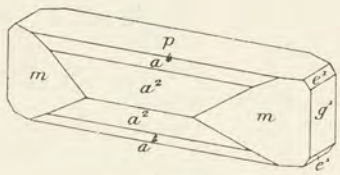


Fig. 7.
Barytine. Type III b.

nance de $b^{1/2}$ (111) associé à p (fig. 74). L'apparition de m conduit au type Ia.

Il est fréquent de trouver des cristaux de barytine présentant à la place de h^1 une succession d'angles rentrants prouvant qu'ils sont constitués par un grand nombre d'individus groupés parallèlement à g^1 (010) (voir la figure 4 à la page 111). Dans d'autres cas, les grou-

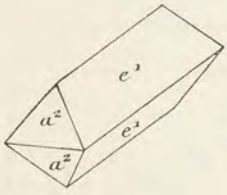


Fig. 8.
Barytine. Type IV b,
allongement suivant a.

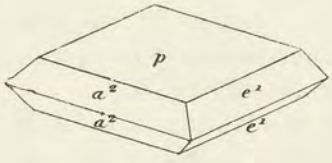


Fig. 9.
Barytine.
Type IV a, avec p très développé.

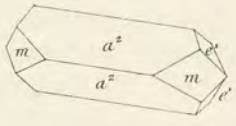


Fig. 10.
Barytine. Type IV c,
allongement suivant b.

pements à axes parallèles se font par accolement suivant h^1 (100).

Les cristaux de barytine possèdent parfois une apparence hémimorphe suivant les axes a (*Puy-de-Dôme*) ou b. L'absence de pyroélectricité dans de semblables cristaux et l'étude des figures de corrosion montre que cela n'est pas un véritable hémimorphisme d'ordre moléculaire.

Les faces p portent souvent des stries parallèles à une arête pm, indices de faces vicinales très surbaissées : dans d'autres cas, les stries sont parallèles à l'axe b.

Les faces m (110) sont parfois striées suivant l'axe vertical (de même que toutes les autres faces de la même zone) et parfois aussi suivant les arêtes pm. Les plans h^1 sont souvent striés suivant c.

Il est très fréquent, surtout dans le type I, de voir la partie centrale des cristaux souillée par des inclusions, présenter des formes différentes (plus simples) que la partie périphérique. Parfois les cristaux sont constitués par des zones alternativement transparentes et opaques (fig. 30) ou par un noyau opaque bordé de zones incolores (fig. 41).

La barytine se présente très souvent en masses lamellaires (à lames fréquemment courbes), plus rarement fibrolamellaires ou même fibreuses. Les masses finement grenues à la façon du marbre statuaire (fig. 22) ou terreuses sont moins fréquentes encore. Les variétés grenues à structure granulitique, de certains gisements métallifères des Alpes, décrits plus loin, ont subi des actions mécaniques puissantes, qui y ont déterminé la structure cataclastique et des macles secondaires suivant m (110).

Il existe des variétés concrétionnées (à structure fibreuse) (fig. 77), stalactiformes (fig. 28 et 29), globulaires et fibreuses à partir d'un centre (*pierre de Bologne*).

Les fibres sont allongées suivant l'arête pg^1 (Laize-la-Ville, El Guefa); les cristaux du type II sont parfois fibreux dans la direction de l'axe vertical.

Dans les terrains sédimentaires, la barytine pseudomorphise parfois le test de certains fossiles (*trilobites*, *lamellibranches*, rostres de *bélemnites*, etc.). Elle sert exceptionnellement de ciment à des grès (fig. 78).

Figures de corrosion. Les cristaux de barytine du Puy-de-Dôme présentent des figures de corrosion, qui sont surtout nettes sur ceux de La Courtade, étudiés par M. Gonnard (*B. S. M.* XI. 269. 1888).

Elles sont surtout fréquentes sur e^1 ; ce sont des cavités grossièrement tétraédriques à arêtes courbes, leur intersection avec e^1 a la forme d'un triangle curviligne isoscèle, dont la base est parallèle à l'arête $p\ e^1$ et le sommet perpendiculaire à l'arête $e^1\ g^1$. Sur a^1, des figures analogues sont parfois disposées d'une façon inverse (sommet dirigé vers p). Ces figures permettent d'orienter les cristaux qui les présentent.

Clivages. Clivages, parfaits suivant p (001) et m (110); imparfait suivant g^1 (010). Cassure inégale. Plans de séparation suivant $a^{1/6}$ (601) accompagnant les macles polysynthétiques.

Dureté. 2, 5 à 3,5. Fragile.

Densité. 4, 3 à 4,6.

Coloration et éclat. La barytine est normalement incolore, mais elle présente souvent des colorations variées, parfois constantes dans un même gisement ; les plus fréquentes sont le blanc, le jaune, le brun, le rouge, le bleu, le vert clair, le noir. Dans les variétés concrétionnées, les zones concentriques ont fréquemment des teintes différentes. Poussière blanche. Transparente, translucide ou opaque.

Éclat vitreux, passant au résineux, souvent nacré sur p m, e^1, a^2 (parties superficielles de certains cristaux du Puy-de-Dôme).

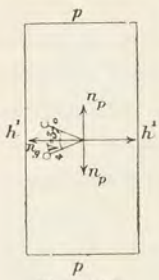


Fig. 10 *bis*. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à h^1 (100).

$\mathbf{n}_g = 1,6491$ (raie D) (Offret)
$\mathbf{n}_m = 1,6381$
$\mathbf{n}_p = 1,6369$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,0122$
d'où $2E = 63°12'$ $2V = 37°28'$

L'écartement des axes optiques croît avec la chaleur.

Odeur. Quelques barytines répandent par le choc une odeur très fétide, due sans doute à un dégagement de carbure d'hydrogène (*Nouvelle-Calédonie*, etc.).

Radioactivité. La barytine de quelques localités est un peu radioactive.

Composition chimique. La formule $BaSO^4$ correspond à la composition suivante :

SO^3	34,3
BaO	65,7
	100,0

Une quantité variable de baryum peut être remplacée par du strontium, du calcium ; les variétés compactes peuvent en outre renfermer de nombreuses inclusions ferrugineuses, argileuses, etc. (voir à Romanèche, page 75).

Dufrénoy a décrit sous le nom de *dréelite* un minéral qu'il considérait comme une espèce spéciale correspondant à la formule $3\,BaSO^4$, $CaSO^4$; j'ai montré que cette substance est une barytine impure (voir page 61).

L'analyse suivante a été faite par Braconnier sur la barytine des sources thermales de Bussang.

$BaSO^4$	93,43
$SrSO^4$	2,65
$CaSO^4$	2,40
SiO^2	0,56
Al^2O^3	0,60
H^2O	0,30
	99,94

Essais pyrognostiques. Décrépite et fond en colorant la flamme en vert jaune livide ; le globule fondu possède une réaction alcaline. Sur le charbon, fondue avec du carbonate de sodium, donne une perle transparente, se transformant bientôt en une masse, qui est absorbée par le charbon ; elle fournit sur la lame d'argent les réactions des sulfures. Pratiquement insoluble à froid dans les acides ; un peu soluble dans l'acide sulfurique bouillant, qui laisse déposer la barytine sous forme de beaux cristaux ; ceux-ci ont été étudiés par M. Gaubert.

Chauffée au feu réducteur après avoir été imbibée d'acide chlorhydrique, colore la flamme en vert livide.

Altérations. On trouve des pseudomorphoses de barytine en quartz, en limonite, en psilomélane, en pyrite, en calcite, en sidérite, etc.

Diagnostic. C'est avec la célestite que la barytine peut être confondue ; la mesure de l'angle des clivages et la coloration donnée à la flamme fournissent un diagnostic rapide, mais cette dernière propriété se voit moins nettement que pour la célestite.

Un moyen permettant de déceler un mélange de barytine et de célestite ou de différencier ces deux minéraux consiste à faire bouillir la poudre fine de la substance avec une solution concentrée de carbonate et de sulfate de potassium ; la célestite seule se transforme en carbonate. Il suffit alors de laver la poudre insoluble, de la traiter par de l'acide chlorhydrique, dans lequel elle se dissout avec effervescence ; sa solution évaporée à sec et reprise par l'alcool donne la flamme rouge du strontium [1].

Dans le cas du mélange des deux minéraux, le sulfate de baryum peut être transformé à son tour en carbonate par ébullition avec une solution de carbonate alcalin pur.

1. Les propriétés optiques des cristaux des chlorures formés dans une goutte liquide évaporée sur un porte-objet sont aussi caractéristiques, le $SrCl^2+6H^2O$ est hexagonal (pseudo) avec division en six secteurs (bissectrice négative) des lamelles aplaties suivant la base, alors que le $BaCl^2+2\,H^2O$ est monoclinique, aplati suivant g^1, face qui montre de nombreuses macles, et qui est parallèle au plan des axes optiques. M. Cesàro fond le minéral dans une perle de carbonate de sodium, qu'il dissout ensuite dans l'acide chlorhydrique.

Un excellent procédé de distinction consiste dans l'examen par le procédé Becke d'une lame de clivage quelconque, immergée dans le tétrabromure d'acétylène, dont l'indice de réfraction (1,636) à la température moyenne du laboratoire, est voisin du plus petit indice de la barytine et plus grand que tous ceux de la célestite.

Enfin M. Cesàro vient de proposer (*Ann. soc. géol Belg.* XXXVII. M. 29. 1910), comme moyen de diagnostic, la détermination de la biréfringence d'un clivage p ; elle est voisine de 0,011 pour la barytine et de 0,007 pour la célestite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La barytine se présente dans les grands groupes de gisements suivants :

1° Dans les gisements métallifères ;

2° Dans les sources thermales ;

3° Dans les roches sédimentaires ;

4° Dans les roches cristallines.

1° *Dans les gisements métallifères.*

a) *Dans les gisements plombifères, zincifères, cuprifères.*

Dans les filons concrétionnés.

La barytine constitue l'une des gangues les plus habituelles des filons concrétionnés plombifères et zincifères ; il est bien peu de gisements parmi ceux qui ont été cités aux articles galène et blende qui ne renferment ce minéral et, dans beaucoup d'entre eux, il s'y trouve en quantité considérable. Dans nombre de régions, comme le Plateau Central, il existe même des filons essentiellement barytiques, dans lesquels la galène ne constitue qu'un accessoire. Elle est surtout abondante dans les filons à gangue quartzeuse, où elle est d'ordinaire associée à la fluorine, elle ne manque pas toutefois dans les filons à gangue calcaire, et l'un d'eux (Vialas) la présente même en magnifiques cristaux.

La barytine de ces filons est d'ordinaire blanche, lamellaire ou laminaire ; ses cristaux forment souvent des groupements crêtés (fig. 2), qui sont parfois moulés par du quartz cristallisé ; ils disparaissent fréquemment aux affleurements, laissant alors le quartz libre ; les lames de celui-ci, originellement disposées entre les feuillets de barytine, constituent ce que l'on a appelé le *quartz haché*.

Il ne saurait être question de citer tous les gisements de barytine à

rapporter à cette catégorie, aussi ne m'occuperai-je guère que de ceux qui fournissent des cristaux distincts.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. De jolis cristaux hyalins et éclatants de barytine se rencontrent dans la mine de Pontpéan. Ce sont des tables rectangulaires aplaties suivant p, du type IV a (fig. 9), présentant souvent, en outre de e^1 et a^2, de petites facettes a^4 (104).

Je signalerai une curieuse brèche, dont les fragments anguleux formés de galène, de blende et de calcite, sont enrobés et cimentés par de petits cristaux blanchâtres de barytine.

La barytine a été rencontrée à la mine de Latouche ; M. de Brun m'a communiqué des périmorphoses de ce minéral en quartz.

Pyrénées.— *Ariège*. La mine de galène de Moncoustant en Cadarcet renferme de la barytine lamellaire blanche et opaque, qui se termine parfois dans les cavités par des cristaux transparents ($p\ m\ a^2\ e^1\ b^{1/2}$).

Un filon de barytine laminaire a été exploité à Camels en Esplas (à 100 m. de la route de Saint-Girons à la Bastide de Sérou et à 5 km. de ce dernier bourg).

Pyrénées-Orientales. Les anciennes mines de cuivre de Canaveilles ont fourni de beaux échantillons de barytine blanche crêtée.

Plateau Central. — *Tarn*. La barytine est peu abondante dans la mine de galène de Peyrebrune près Réalmont ; elle s'y trouve par contre en petits cristaux très nets, translucides, aplatis suivant p, allongés suivant l'axe b et offrant la combinaison $p\ m\ a^2$ (fig. 4).

Lozère. La barytine crêtée et des cristaux nets ($p\ m\ a^2$) se trouvent dans les filons de Villefort. Il existe des filons de barytine aux Rochettes près Altier (Guédras, *C. R.* CXXXVIII. 1440, 1904).

Les mines de galène de Vialas ont fourni jadis de remarquables cristaux de barytine se présentant sous des aspects variés. Ceux que j'ai examinés se rapportent soit au type I, soit au type III.

Ceux du type I sont incolores ou laiteux, transparents ou translucides, très aplatis suivant p et souvent enfilés en grand nombre suivant l'axe b ; il n'est pas rare aussi de les voir empilés suivant c. Ces cristaux, associés à la calcite et à la galène, sont implantés sur le micaschiste et offrent souvent, en outre des faces p et m, quelques-unes des formes g^1, $b^{1/2}$, e^2, a^2. Certains cristaux montrent sur p des stries parallèles aux arêtes pm et constituent une pyramide extrêmement surbaissée, que je n'ai pu mesurer avec précision, à cause des mauvaises réflexions ; leur inclinaison sur m ne paraît pas dépasser 91°.

Les cristaux de l'autre type sont beaucoup plus gros et plus beaux que les précédents, ils atteignent 5 centimètres, sont transparents, limpides, incolores, souvent teintés de bleu ou de jaune ; ils sont généralement implantés sur la gangue de micaschiste par une de leurs extrémités et sont recouverts par de la calcite. La face p manque rarement mais est généralement petite, m porte des stries parallèles à l'axe vertical et à l'arête pm ; souvent l'une des faces m est très prédominante, donnant ainsi aux cristaux un aspect dissymétrique ; les combi-

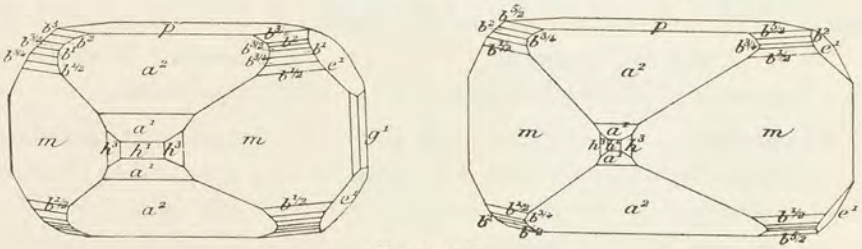


Fig. 11 à 12.
Barytine de Vialas (Type III b).

naisons que j'ai observées présentent en outre de p, m et a^2, quelques-unes des formes suivantes : g^1, h^3, a^1, $e^{1/2}$, $b^{1/2}$, $b^{3/4}$, b^1, etc.

C'est à ce dernier type que se rapportent les figures 11 à 13 représentant trois cristaux décrits par M. Strüver (*Acc. Sc. Torino*, VI. 1871) (fig. 11 à 13) ; ils offrent les combinaisons m, h^3, g^2 (face non notée dans la fig. 11), h^1, g^1, p, e^1, a^1, a^2, $b^{1/2}$, $b^{3/4}$ (223), b^1, $b^{3/2}$ (113), b^2, b^3 ; m, h^3, p, e^1, a^1, a^2, $b^{1/2}$, $b^{3/4}$, b^2, (114), $b^{5/2}$ (115), enfin m, g^2, h^3, h^2, h^1, g^1, g^1, p, e^1, a^2, a^1, $a^{2/3}$, $b^{1/2}$, $b^{3/4}$, χ (144).

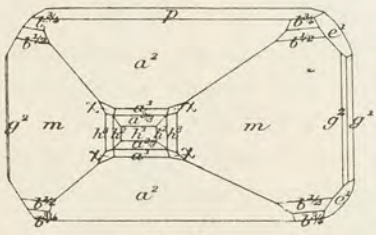


Fig. 13.
Barytine de Vialas.

J'ai examiné quelques cristaux, différant des types précédents par ce fait qu'ils sont également développés suivant les axes a et b ; ils présentent les faces a^2 et m dominantes, avec parfois p et e^1 ; ils ne dépassent pas 1 centimètre 5 et ont une teinte d'un blanc laiteux due à une structure un peu lamellaire parallèlement à leurs faces dominantes ou à des interruptions dans leur accroissement. Ces cristaux sont clairsemés sur une mince couche de quartz recouvrant le micaschiste.

Près du Bleymard, se trouvent de nombreux filons, les uns unique-

ment barytiques (Allenc, Saint-Frézal d'Albuges), les autres contenant en outre de la galène (Le Buschet) ; ils traversent le lias ou le granite.

Gard. Les mines de galène de Rouveguère à Mercoirol, près Alais, ont fourni des cristaux de barytine d'un blanc laiteux ; ils sont aplatis suivant la base et présentent les formes a^1, a^2, e^4, m ; ils constituent souvent des groupes crêtés (fig. 14).

Les gîtes de galène de Durfort sont riches en barytine laminaire blanche.

J'ai observé de jolis cristaux hyalins de barytine du type II provenant du filon de l'Échelette à Thines ; ils ne dépassent guère 1 centimètre ; ils sont implantés sur de la galène, de la blende rouge et du quartz. Ils sont allongés suivant l'axe vertical (fig. 15), les faces m (110) et p (001) dominent ; elles sont accompagnées de petites facettes a^2 (102) e^4 (011) et h^1 (100).



Fig. 14.
Barytine sur quartz de Rouveguère (*Gard*).

M. Ungemach a décrit (*B. S. M.* XXXI. 205. 1908) un échantillon de barytine lamellaire associée à de la galène et provenant de Cassagnoles ; il est recouvert de cristaux (2 cm.) de barytine, dont la couleur varie du gris au jaune vineux : ils présentent la

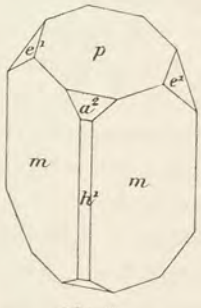


Fig. 15.
Barytine de Thines.

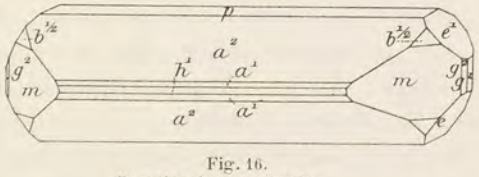


Fig. 16.
Barytine de Cassagnoles
(Type III *b*).

combinaison $pm\ g^2\ g^1\ a^1\ a^2$, avec (fig. 16) ou sans $b^{1/2}$.

Cantal. J'ai observé de jolis cristaux incolores tabulaires de barytine

($p\ m\ a^2\ e^1$), implantés sur quartz et galène et provenant de la mine de Magnac et Sarrus.

La barytine blanche laminaire est la gangue principale du filon plombifère traversant le granite à Thinières en Beaulieu, elle est accompagnée de quartz et de withérite. A signaler encore les filons de Champagnac, de Nobre, de Crouy près Mauriac (avec galène).

Enfin, je dois à M. de Brun un petit cristal provenant de la mine de Ferrières (blende et galène) ; il présente un développement à peu près égal suivant les trois axes ; il présente les formes p, m, h^1, g^1, g^2, h^3, h^5, a^4, a^1, a^2, e^1, $b^{1/2}$, y (122) (fig. 17).

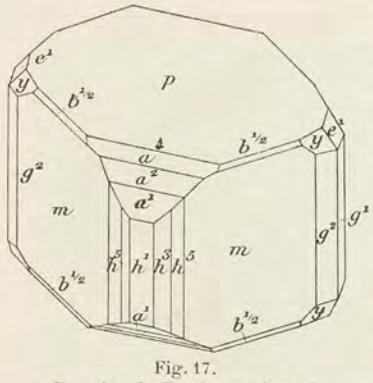


Fig. 17.
Barytine de Ferrières (*Cantal*).

Haute-Loire. On rencontre dans ce département et notamment dans les environs de Brioude, un très grand nombre de filons barytiques, dont quelques-uns renferment des sulfures et particulièrement de la galène. Plusieurs d'entre eux ont été exploités pour l'extraction de la barytine ; ils ont été étudiés par Dorlhac (*Bull. soc. indust. min. Saint-Étienne* VIII. 1862).

Les épontes des filons sont toujours constituées par du quartz ; quand il existe de la fluorine (Allègre et Aurouze), elle vient après le quartz ou est mélangée à celui-ci. La barytine remplit la partie médiane des filons, elle n'est pas métallifère ; lorsqu'il existe de la blende, de la galène, de la pyrite, du mispickel, etc., ceux-ci sont englobés dans le quartz. Les cas où la galène a été trouvée dans la barytine sont réalisés quand des fragments des épontes sont tombés dans les cavités du filon et ont été ensuite cimentés par de la barytine de formation postérieure.

Les cristaux distincts sont assez rares, les géodes ne contiennent guère que des masses crêtées. Les principaux gisements à citer sont les suivants : Allègre, Vorey, Aurouze, la Chomette, Chavagnac-Salzuit, Bagalette, Vedrines, Vazeille, Lavoûle-Chilhac, Vauzelle, Teix, Durbiat, Chamalières, Jumeaux, etc. Dorlhac a signalé dans certains de ces filons (Aurouze) l'association de la withérite à la barytine et aussi à la barytocalcite dans une galerie de recherche creusée dans le houiller de Lamothe.

La mine de la Rodde à Ally a fourni de la barytine blanche lami-

naire se terminant dans des cavités par des cristaux jaunes transparents p, m, a^1, a^2 e^1 ; il existe aussi des cristaux indépendants (a^2 e^1 p m) allongés suivant b. Cette dernière combinaison existe à Fay-le-Froid, dans les cavités de la barytine laminaire.

Puy-de-Dôme. La barytine est l'une des gangues des filons plombifères de Pontgibaud. Les mines ont fourni quelques beaux échantillons. A Pranal, et à Villevielle en la Goutelle, les cristaux distincts jaunes, translucides ou d'un blanc de lait, appartiennent au type I ou aux types IV*a* et IV*b* et sont pauvres en faces (p m a^2 e^1 et parfois a^4) ; ils sont souvent groupés en gerbes et présentent parfois des associations en croix par interpénétration à axes parallèles de deux cristaux p m.

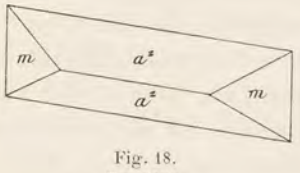


Fig. 18.
Barytine.
Forme commune.

A Roure, a^2 et m dominent ; les cristaux appartiennent au type représenté par la figure 18, j'ai observé en outre p, m, g^1, a^4; les faces p et m sont souvent mates et rugueuses, alors que les autres faces donnent de bonnes mesures ; ces cristaux, incolores, blancs ou jaunâtres, sont implantés sur sidérite, pyrite et galène.

La barytine, en cristaux p m, accompagne la fluorine à Martinèche, à la Roche Cornet ; elle a été signalée dans de nombreux autres gisements : Courgoul, Saurier, Fontcrépon en Yronde (lamellaire, rosée), Champeau près Manson (avec galène, blende et pyrite), Château-Neuf-les-Bains, la Côte d'Argentière près Blot l'Église, etc.

Loire. Dans le filon quartzeux du Pont-la-Terrasse près Doissieu, cristaux, p m, d'un vert-olive et masses laminaires.

Isère. La barytine est abondante dans le filon de la Poype près Vienne en cristaux jaunes (p m a^2 e^1 ; m a^1), souvent recouverts de quartz ; elle se trouve aussi en nodules à structure radiée.

Rhône. La barytine est fréquente parmi les gangues des filons de galène des environs de Beaujeu (Chenelette, Poule, les Ardillats, Monsols, etc.) ; elle s'y présente sous forme de masses laminaires, dont les cavités sont parfois tapissées de groupements crêtés.

A la mine de la Nuissière en Chenelette, se sont rencontrés de petits cristaux d'un blanc laiteux, extrêmement mats, que Dufrénoy considérait comme cristallisés sous forme de rhomboèdres de 93° et comme constituant un type intermédiaire entre la barytine et l'anhydrite avec la formule $3\,BaSO^4$, $CaSO^4$; il l'a appelée *dréelite*, en l'honneur du célèbre collectionneur, le marquis de Drée (*A. M.* VII. 237. 1835

et *A. C. P.* LX. 102. 1835) (*dreeite* de Glocker, *Gener. et specier. Mineral. Synopsis* 1847.261) et a publié l'analyse suivante :

$BaSO^4$, 61,73 ; $CaSO^4$, 14,28 ; $CaCO^3$, 8,05 ; SiO^2, 9,71 ; Al^2O^3, 2,40 ; CaO, 1,52 ; H^2O, 2,31 = 100.00.

D'après lui, les sulfates de baryum et de calcium entraient seuls dans la constitution du minéral. La densité est de 3, 2 à 3, 4.

L'étude des échantillons types de Dufrénoy m'a permis de montrer (*B. S. M.* VIII. 435.1885) l'identité de la dréelite et de la barytine ; les trois clivages sont inégalement faciles, l'un d'eux fait avec les deux autres un angle de 90° et non de 93° ; l'angle des deux clivages les moins faciles est voisin de 102°. L'examen optique conduit du reste à la même conclusion. Les cristaux (fig. 3) ne sont qu'extérieurement opaques, leur centre est limpide et inaltéré. Il est probable que la dréelite est une altération de barytine, analogue à celle qui s'observe dans l'anglésite de Boléo dans la basse Californie, où les cristaux de ce minéral sont superficiellement blancs et opaques et riches en sulfate de calcium. J'ai du reste recueilli non loin de Chenelette, à Propières, et dans les mêmes conditions, de petits cristaux de barytine à éclat extrêmement nacré et qui, à l'éclat près (ils sont inaltérés), offrent toutes les particularités d'aspect de la dréelite de la Nuissière.

Allier. L'amas d'érubescite du Charrier près Laprugne est traversé par des filons minces de galène et de barytine étudiés par M. Couyat (*B. S. M.* XXIX. 297.1906). Dans des cavités de corrosion de la barytine se trouvent des cristaux de calcite, de fluorine et de barytine incolores et limpides. On y distingue la combinaison pma^2e^1, quelquefois allongée suivant a^1, mais il existe aussi des cristaux, dans lesquels les faces e^1, a^2 et m sont également développées, comme dans les cristaux de célestite du Djebel Bezina. Il faut signaler encore parfois $b^{1/2}$, a^4, h^1 et un prisme arrondi h^4 (?) une pyramide antérieure placée obliquement sur les arêtes a^2 h^4 et enfin une pyramide arrondie e_x, que M. Couyat n'a pu préciser.

Nièvre et Saône-et-Loire. Parmi les filons fournissant de la barytine, il y a lieu de signaler ceux de la Petite Verrière, de Saint-Prix-sous-Beuvray (*Saône-et-Loire*) et dans la *Nièvre*, ceux d'Arleuf, Grury, Chidde, où ce minéral accompagne la fluorine et où l'on a trouvé des cristaux de barytine transformés en quartz. A la Collancelle, se rencontrent des masses caverneuses tapissées de jolies tables transparentes p, m, h^1, a^2, a^4 et quelquefois g^1, e^1.

Vosges. — *Vosges*. La mine de la Croix-aux-Mines a fourni de beaux cristaux incolores, enfumés, ou jaunes de barytine. Ils présentent a^2 avec m, souvent p (fig. 4), et parfois g^1 et e^1.

Les cristaux des filons de Lusse ont une autre forme ; ils se rapportent au type III, b allongé suivant a ; les formes dominantes sont e^1, p, g^1, m, a^2, avec parfois h^1, h^3 (210). (Carrière. *Ann. Soc. émul. Vosges*. VII. 1851, pl. 6).

Dans les filons cuprifères de Lubine situés en France, à 4 kilomètres de la mine de Saint-Sylvestre, la barytine sert, avec le quartz, de gangue à la bournonite et à la panabase ; dans les variétés laminaires, s'observent parfois des plans de séparation suivant g^1. M. Ungemach a trouvé (*B. S. M.* XXXI. 203. 1908), associés à du quartz et à de la bournonite, de petits cristaux brillants de barytine aplatis suivant la base, allongés suivant b et présentant les formes p, a, $a^{5/2}$ (205), a^2, e^1, m, h^1, h^3, h^5 (320), g^1, avec parfois des faces courbes voisines de a^3 [$a^{8/3}$ (308) et $a^{20/7}$ (7.0.20)].

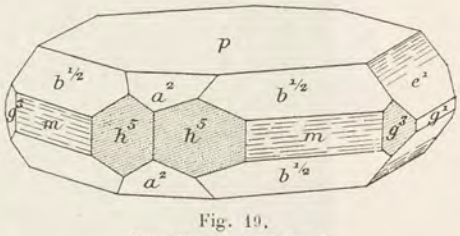


Fig. 19.
Barytine de Steinbach.

[*Alsace*]. Le même savant a décrit les cristaux des localités suivantes. A Saint-Sylvestre, la barytine est rare, associée à la dolomite, la sidérite, et la chalcopyrite : elle constitue des lames p m, portant des faces surbaissées appartenant sans doute à a^8 (108) et $b^{9/2}$ (119). Dans la forêt de Brézouard, au Sud de la vallée de Sainte-Marie-aux-Mines, la barytine, associée à du quartz, forme des tables rectangulaires opaques p a^2 e^1, avec g^1, m (clivages) et probablement b^3 (116). Enfin, dans les filons quartzeux plombifères de Steinbach près Thann, se trouvent de gros cristaux tabulaires p m h^5 g^3 g^1 a^2 e^1 $b^{1/2}$ (fig. 19), avec quelquefois h^1, h^3 (210), (212) ; ces cristaux, d'un jaune de miel, terminent des lames blanches opaques ; ils sont contemporains de la galène. Il existe aussi de très petits cristaux (3 mm). de seconde génération, implantés sur dolomite ferrifère, qui

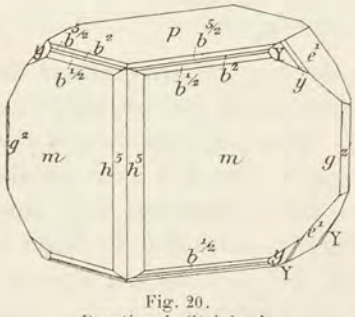


Fig. 20.
Barytine de Steinbach.

appartiennent au type V, présentent les formes p, m, $b^{1/2}$, et e^1, avec exceptionnellement h^5, g^1, b^2 (114), $b^{5/2}$ (115), y (122) et X (1.22.22) (?) (par suite d'une erreur de gravure, cette dernière forme a été notée Y sur la figure 20).

A Sainte-Marie-aux-Mines, la barytine, toujours aplatie suivant p, appartient aux types I et III : les formes observées sont p, m, h^1, g^1 et a^2, e^1 (Carrière, *Ann. Soc. émul. Vosges*. VI. 218. 1850).

Alpes. — *Haute-Savoie*. Les filons de galène de la montagne de Pormenaz, au-dessus de Servoz (voir tome II, p. 706) (mines de



Fig. 21.
Groupement à axes parallèles de cristaux de barytine (Type I), aplatis suivant la base. Servoz. (*Photographie un peu réduite.*)

Roissy et de la Sourde) ont fourni jadis de magnifiques cristaux de barytine, associés à la panabase, la bournonite, la galène, etc. Les échantillons, que possède la collection du Muséum, sont formés par un grand nombre de petits cristaux du type I, réunis à axes parallèles pour constituer des édifices de plus de 5 centimètres de plus grande dimension, qui sont eux-mêmes empilés suivant p de façon à constituer des groupements en éventail (fig. 21). Les cristaux élémentaires présentent les formes p, m, e^1, a^2 ; ils sont d'un blanc un peu bleuâtre et associés à des cristaux de quartz hyalin et de dolomite.

La barytine constituant la gangue des filons est finement grenue

et translucide. L'examen microscopique montre une structure microgrenue, déformée par des actions mécaniques qui ont par place fait naître des macles secondaires suivant m (110) (fig. 22). Dans les parties exposées à l'air, cette barytine a un aspect compact rappelant



Fig. 22.
Barytine grenue déformée par actions mécaniques avec macle suivant m (110).
Pormenaz. (*Lumière polarisée parallèle. Grossissement de 33 diamètres.*)

l'opacité de la porcelaine; il est dû à la production de cavités irrégulières, résultant d'un commencement de dissolution. La structure microscopique est la même que dans la barytine de Pesey, dont il est question plus loin.

Des filons de barytine ont été constatés aussi sur le bord de l'Arve, près du village du Luc.

Savoie. Les filons de galène de Pesey sont riches en barytine, qui s'y est présentée en bons cristaux.

Lévy a figuré un cristal de cette localité présentant la combinaison p m h^1 e^1 a^1 a^2 a^4 y (122) (fig. 23).

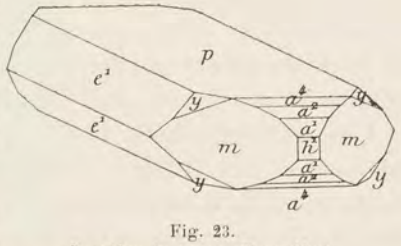


Fig. 23.
Barytine de Pesey (Type II a).

M. D. Fényes a décrit (*Természetrajzi Füzetelk. Budapest.* VIII. 321. 1884) des cristaux de 5 à 6 cm. de longueur implantés sur quartz et recouverts de dolomite. Ils appartiennent au même type III a

et présentent, en outre de cette face, a^1, a^2, a^4. Des cristaux plus petits ne dépassant pas 1 mm. 5 sont plus riches en formes. Leur aspect est représenté par la figure 24 [une erreur de gravure a fait noter x dans cette dernière figure, la pyramide y (122)], et 25. Leur caractéristique réside dans l'existence du dôme $e^{8/5}$ (508).

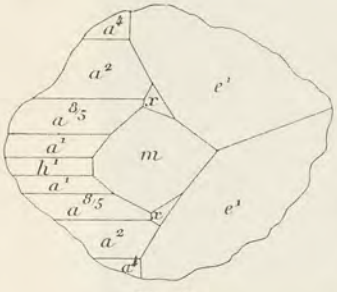


Fig. 24.
Barytine de Pesey.

On trouve aussi à Pesey la barytine sous un aspect peu habituel, sous la forme finement grenue, saccharoïde, d'un blanc grisâtre, avec des veines de diverses nuances. Quelques échantillons sont peu cohérents, ils s'égrènent sous le doigt en grains transparents ; la roche qui en résulte donne l'impression d'un sel ; dans d'autres, la barytine n'est que translucide ou opaque, elle a l'apparence d'un marbre blanc. L'examen microscopique montre que cette barytine possède une structure granulitique, avec çà et là des plages fibrobacillaires. La structure cataclastique, due à des actions mécaniques, est fréquente et çà et là, s'observent des macles polysynthétiques suivant m (110), comme dans la figure 22.

Isère. La barytine s'est rencontrée comme gangue dans beaucoup de filons de galène de l'Oisans et notamment dans ceux de galène et de panabase de la montagne d'Huez (Brandes, l'Herpie). Elle dégage par le choc une odeur particulièrement désagréable ; c'est de l'une d'elles que provient un échantillon de barytine lamellaire fétide que possède la collection du Muséum.

Des cristaux crêtés ($p\,m\,a\,e^1$) ont été trouvés dans le filon de quartz aurifère de la Gardette ; ils sont implantés sur des cristaux limpides de quartz.

Une recherche faite, il y a quelques années, sur un filon situé à 3 km. de la Garde, à droite de la route allant du Bourg d'Oisans à Huez, a mis à découvert une barytine crêtée, imprégnée de calcite.

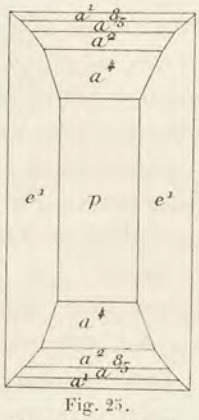


Fig. 25.
Barytine de Pesey.
Type III *a*.

Hautes-Alpes. La barytine laminaire est l'une des gangues du filon cuprifère de Champoléon.

Maures. — *Var*. Les filons des Mines, près Mayons-du-Luc, ren-

ferment de la galène et surtout de la barytine ; celle-ci est blanche et présente souvent sur les clivages p (001) de très fines stries parallèles à la grande diagonale des clivages, rappelant celles des plagioclases (fig. 26) ; elles sont constituées par la macle polysynthétique suivant $a^{1/6}$ (601). Des filons de barytine (avec blende) se trouvent à Notre-Dame de Miramas ; de belles masses laminaires d'un blanc laiteux ont été trouvées à Saint-Mandrier près Toulon.



Fig. 26.
Stries de la macle suivant $a^{1/6}$ (601) sur clivage de barytine, Mayons-du-Luc (*Photographie grandeur naturelle.*)

Je ne cite la barytine en petits cristaux *pm* que comme un élément accidentel d'un gisement extrêmement riche en minéraux cuprifères variés, de la mine de la Garonne.

Algérie — *Oran.* Les mines de galène de Gar Rouban ont fourni de magnifiques masses de barytine blanche translucide, donnant des lames de clivage de plus d'un décimètre carré.



Fig. 27.
Barytine moulée par blende de Guerrouma.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Constantine. Des cristaux de barytine (*pm*, avec parfois a^2) accompagnent la galène, la blende et la pyrite dans les mines de Kef-Oum-Théboul.

Madagascar. — Belle barytine laminaire avec galène près des filons aurifères d'Andavakoédra, dans le voisinage des sources de la Loky : petites lamelles ($p\,m$) avec malachite, asbolite, dans le gîte cuprifère d'Ambatofangehana.

Dans les gisements de substitution.

Cévennes. — *Hérault*. La barytine est assez abondante comme minéral drusique dans l'amas calaminaire des Malines ; elle tapisse des géodes de smithsonite concrétionnée ; elle est par suite de formation postérieure à celle de ce minéral. On la trouve fréquemment en lames extrêmement minces, empilées ou groupées en éventail et présentant un éclat nacré, en même temps qu'elles restent transparentes. Ces lames sont aplaties suivant p et limitées par les faces m et e^1, avec allongement fréquent suivant l'axe a ; elles se groupent parfois en dents de scie.



Fig. 28.
Stalactites de barytine d'El Guefa.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Algérie. — *Alger*. La blende blonde de Palestro (Guerrouma) renferme parfois des cristaux de barytine blanche, aplatis suivant la base, enchevêtrés (fig. 27) et simulant la structure des feldspaths dans les foyaïtes.

Constantine. La barytine est, avec le quartz, l'une des gangues des minerais zincifères et plombifères de Bou Jaber.

Tunisie. — M. Termier a signalé incidemment l'existence de la barytine dans les gisements zincifères de Tunisie ; les beaux cristaux paraissent rares. La collection de l'École des Mines renferme seulement quelques très curieux échantillons concrétionnés provenant d'El Guefa, près Mateur ; ils consistent en stalactites formées de couches concentriques à structure fibreuse (allongement des fibres suivant n_g), très fragiles et pou-

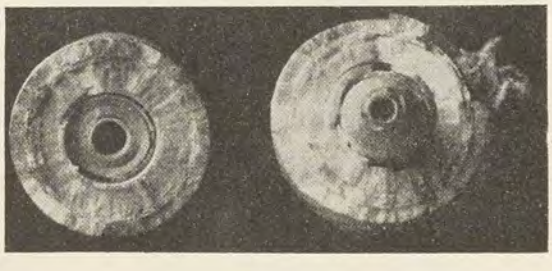


Fig. 29.
Section des stalactites de barytine représentées par la figure précédente. (*Photographie un peu grossie.*)

vant facilement se détacher les unes des autres ; les figures 28 et 29 sont la reproduction d'échantillons, qu'a bien voulu me communiquer M. Termier.

A Quelb el Auze, se trouvent des cristaux *p m*, avec zones d'accroissement alternativement incolores et transparentes, blanches et opaques (fig. 30).

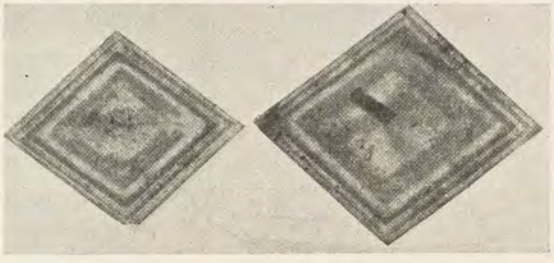


Fig. 30.
Barytine zonée (Type I) de Quelb el Auze.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Au Djebel Kebbouch, il existe des variétés fibreuses de barytine. Le même gisement a fourni les curieux cristaux de célestite décrits plus loin.

b) *Dans les gisements antimonifères.*



Fig. 31.
Cristaux de barytine embrochés sur aiguilles de stibine. Flaviac. (*Photographie réduite d'un tiers environ.*)

Plateau Central. — *Ardèche.* La mine de stibine de Flaviac fournit de magnifiques échantillons de barytine en cristaux souvent éclatants, transparents et atteignant 4 cm. ; j'en ai examiné quelques-uns grâce à l'obligeance de MM. Chevalier et Biron. Ils forment des croûtes continues de très grande dimension ou recouvrent de leurs groupes des géodes quartzeuzes (avec marcasite) ; enfin, ils sont parfois associés à la stibine, aux aiguilles de laquelle ils sont embrochés (fig. 31). Ces cristaux transparents atteignent 3 cm. de plus grande dimension.

Ils appartiennent au type I, avec prédominance de *p* et *m*, qui existent rarement seuls et sont presque toujours accompagnés de a^2 et très fréquemment de $b^{1/2}$; h^1 et g^1 sont

réduits à de petites facettes, il en est de même pour les formes moins fréquentes h^3 (210), h^5 (320), g^2 (130), g^5 (230). Enfin, et c'est là une caractéristique des petits cristaux compliqués de ce gisement, a^1 est toujours courbe et bordé par deux facettes arrondies que M. Ungemach a attribuées à ω (313) ou $\hat{c}$ (414) (*B. S. M.* XXXI. 204. 1908). La figure 32 empruntée à ce savant représente assez bien l'aspect des cristaux que j'ai étudiés moi-même, avec cette réserve toutefois, que dans ces derniers toutes les faces accessoires sont beaucoup moins développées.

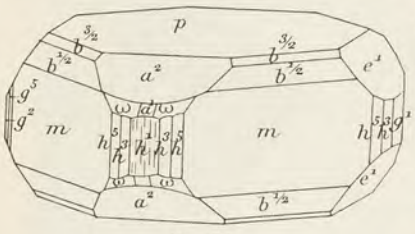


Fig. 32.
Barytine de Flaviac (*Ardèche*).

Haute-Loire. La barytine se rencontre parmi les gangues de quelques filons de stibine. Elle forme de belles masses laminaires, se terminant par des groupements crêtés ou par des cristaux transparents jaune d'or ($p\,e^1\,a^2$ (avec souvent allongement suivant b) et quelquefois a^4, $b^{1/2}$, y), dans le filon Saint-Charles à Meysonnial en Mercœur; celui-ci, riche en stibine (partiellement transformée en stibiconite) aux affleurements, devient en profondeur uniquement quartzeux et barytique. C'est dans les cavités de cette barytine qu'ont été rencontrés de petits amas de lamelles de kaolinite, de termiérite, et de pilolite (lassallite).

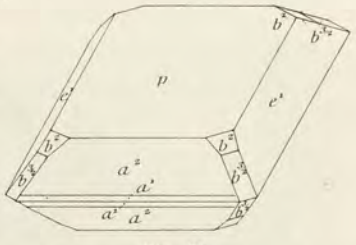


Fig. 33.
Barytine de la Chassaigne (*Haute-Loire*).
Type IV.

A la Chassaigne, près Saint-Just-de-Brioude, de jolis cristaux se trouvent avec quartz dans les cavités de la barytine laminaire. Aplatis suivant p, avec a^2 et e^1 dominants, ils sont remarquables par la présence de $b^{3/2}$ (113) dans la zone $e^1\,a^2$, avec parfois $b^{1/2}$, b^2 (fig. 33).

De jolis cristaux du type III *c* ($m\,a^2$, avec parfois p) accompagnent la stibine du Dahu près Lubilhac : ils sont quelquefois embrochés dans les aiguilles de stibine, comme ceux de Flaviac. La même mine a fourni des cristaux aplatis suivant p, dans lesquels la base est parfois remplacée par des orthodômes vicinaux de p, accompagnés de $b^{1/2}$, e^1, etc.

Cantal. Dans la mine de stibine de Bonnac en Saint-Mary-le-Plain.

Puy-de-Dôme. La barytine crêtée accompagne la stibine à Angle près Rochefort.

Algérie. — *Constantine.* Les géodes de la senarmontite de Hamimate renferment quelquefois de petites lames de barytine (1 à 2 mm.) implantées sur les octaèdres de senarmontite. Très aplaties suivant la base, elles présentent, en outre de p, les formes m, g^1, e^1, h^1, a^2, a^4, Les cristaux offrent un grand développement suivant b.

c) *Dans les gisements ferrifères et manganésifères.*

Je réunis ici, à cause de l'analogie de leurs associations minéralogiques, les gisements ferrifères et manganésifères d'origine filonienne et ceux d'origine sédimentaire.

Périgord. — *Dordogne.* La psilomélane des environs de Nontron et de Thiviers est accompagnée de barytine lamellaire ; ce minéral a été trouvé en beaux cristaux (pm) dans les géodes de psilomélane concrétionnée (Nontron, Saint-Martin-de-Fressengeas, etc.).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Les mines de sidérite de Saint-Martin d'Arossa (Ossès) ont fourni des cristaux de barytine, dont j'ai pu examiner un bel échantillon grâce à l'obligeance de M. Nentien ; ce sont de minces lames (pm), blanches et opaques.

Ariège. J'ai recueilli des cristaux de barytine blanche opaque au milieu de la barytine lamellaire, qui est très abondante dans les gîtes d'hématite de Montels, près la Bastide de Sérou ; les cristaux très aplatis suivant p (001) présentent les formes e^1 (011) et a^3 (103) ; ils sont également développés suivant les axes a et b. (Type de la fig. 9).

Cévennes. — *Gard*[1]. Des cristaux jaunes de barytine ont été recueillis dans une recherche de pyrite faite à Saint-Laurent-du-Sape. J'ai observé des cristaux de ce gisement ayant 1 cm. 5 d'arête sur 0 cm. 8 d'épaisseur ; ils appartiennent au type I et présentent les faces p et m dominantes avec h^1, a^1, a^2, g^1, g^3 (120), e^1, $b^{5/2}$ (115) et y (122).

1. J'ai rencontré dans les papiers de Des Cloizeaux l'indication suivante : « Ch. Friedel a trouvé sur de jolis cristaux transparents de barytine d'Alais : $b^{5/2}$ (1.1.10), b^3 (116), $b^{5/2}$ (115), $b^{3/2}$ (113), b^1 (112), $b^{3/4}$ (223), $b^{1/2}$). » Je n'ai aucune indication sur le faciès de ces cristaux, ni sur leur gisement ; peut-être proviennent-ils d'un gisement métallifère, à moins qu'ils n'aient été recueillis dans les fentes du houiller?

De jolis petits cristaux transparents de barytine (*pm*), à éclat nacré très vif, se rencontrent quelquefois sur les gros scalénoèdres de calcite de la mine de pyrite de Saint-Julien-de-Valgagues.

Ardèche. Les mines d'hématite de la Voulte ont fourni autrefois de très beaux cristaux de barytine : ils sont absolument incolores et d'une limpidité parfaite ; les formes constantes sont a^2, e^1, m, $b^{1/2}$.

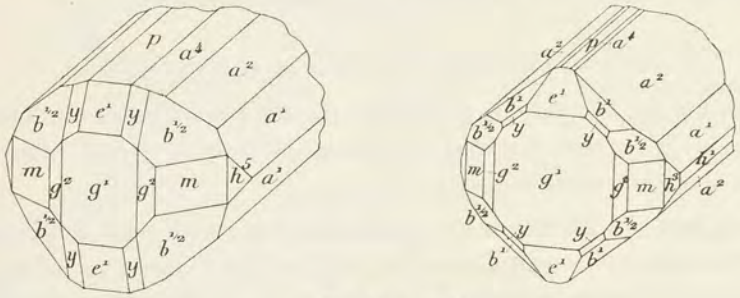


Fig. 34 et 34 *bis*.
Barytine. La Voulte (*Ardèche*).

J'y ai observé en outre les formes suivantes, fréquemment réunies sur un même cristal : p, a^4 (104), a^1 (101), g^1, g^2 (130), h^1, h^5 (320), b^1 (112), $b^{3/2}$ (113), y (122). Les cristaux présentent un développement différent suivant qu'ils sont implantés sur la calcite ou sur la sidérite ; dans le premier cas, ils sont allongés suivant l'axe b (fig. 34 et 35) les faces verticales y sont nombreuses, avec g^1 assez développé ; ces cristaux supportent de petits rhomboèdres de sidérite. Dans le second cas (fig. 35), ils sont plus gros, les faces m sont très développées et existent parfois seules dans la zone verticale, g^1 manque et h^1 est présent : l'allongement a lieu suivant l'axe a.

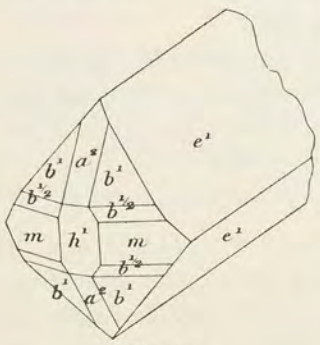


Fig. 35.
Barytine. La Voulte.

Rhône. La barytine a été rencontrée dans l'amas pyriteux de Chessy surtout sur ses bords : cette barytine est parfois colorée en gris par de la magnétite : les cristaux nets sont rares ($p\ m$; $p\ m\ a^1\ a^2\ a^4\ b^{1/2}\ b^2\ e^1$).

Saône-et-Loire. J'ai signalé autrefois (*B. S. M.* VII. 174. 1884) des

cristaux de barytine tapissant les géodes de la limonite scoriacée servant de chapeau au gîte de contact de pyrite de Chizeuil, près Chalmoux; depuis lors, j'en ai étudié de nombreux échantillons grâce à l'obligeance de M. Castanier et de M. Michel-Lévy; ils appartiennent au type II *b*, et rappellent la *volnyne* de l'Oural et de Hongrie (Nabula). Ils sont

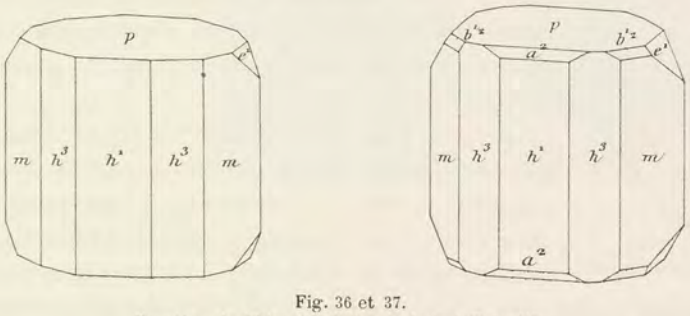


Fig. 36 et 37.
Barytine de Chizeuil (*Saône-et-Loire*) (Type VI).

allongés suivant *c* et caractérisés par le grand développement de h^1 (100) ou de h^3 (210); ils présentent toujours les faces *m* et *p*, avec souvent en outre, e^1 (011), $b^{1/2}$ (111), a^2 (102), g^2 (130), g^1 (010), $b^{3/2}$ (113), $b^{3/4}$ (223), *y* (122) (fig. 5 et 36 à 39). La figure 39bis repré-

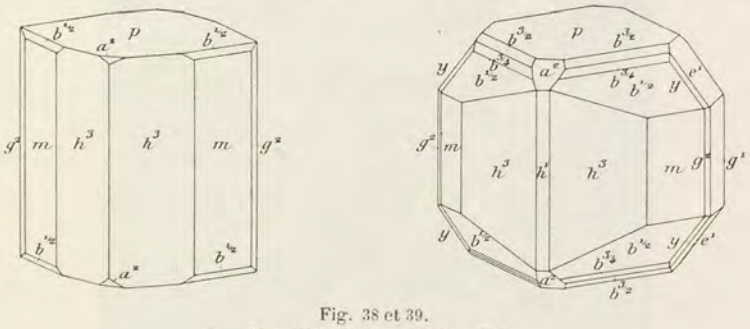


Fig. 38 et 39.
Barytine de Chizeuil (Type VI).

sente un type exceptionnel, dans lequel e^1 (011) prend un grand développement.

Les cristaux sont parfois absolument transparents et limpides, rappelant par leur couleur la topaze du Brézilat; les plus gros, dépassant 1 centimètre, sont plus souvent translucides ou opaques que transparents; ils sont jaunes ou rougeâtres. Beaucoup d'entre eux sont

formés par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus, ce qui donne au cristal résultant une structure fibreuse suivant l'axe vertical.

J'ai rencontré quelques paramorphoses; la barytine a été tout d'abord recouverte de limonite, puis postérieurement, a été dissoute, laissant ainsi une carapace creuse de limonite. (Voir au supplément qui termine ce volume pour les détails sur le gisement de pyrite.)

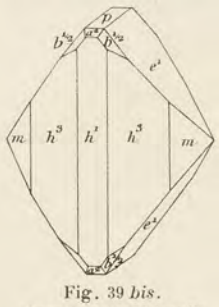


Fig. 39 *bis*.
Barytine de Chizeuil.

On a vu page 11 que dans les filons manganésifères de Romanèche, le minerai des affleurements est constitué par de la romanéchite, a lors qu'en profondeur celle-ci est remplacée par de l'hématite, de la gœthite et de la limonite ; à mesure que le minerai manganésifère diminue, le baryum mis en liberté s'observe sous forme de barytine. Dans cette partie du gisement, la barytine se rencontre presque toujours en cristaux distincts, tapissant des fentes ou des géodes immenses et atteignant eux-mêmes 6 ou 7 centimètres suivant



Fig. 40.
Cristaux de barytine (Type I) à structure complexe. Romanèche.

la grande diagonale de la base. J'ai donné en 1885 (*B. S. M.* VIII. 39) une description de ces cristaux, dont j'ai depuis lors étudié un grand nombre. Les plus gros, qui dépassent 1 cm., sont peu intéressants ; ils sont réduits d'ordinaire avec p et m, et parfois h^1, g^1, a^2, e^1. Ils couvrent des surfaces de plusieurs mètres carrés.

Il n'est pas rare de rencontrer des cristaux formés par un grand nombre d'individus de même taille, accolés suivant p et présentant par suite dans la zone verticale des angles rentrants parallèles à l'arête $p\,m$. Beaucoup de ces individus complexes se groupent ensuite à axes parallèles (fig. 40).

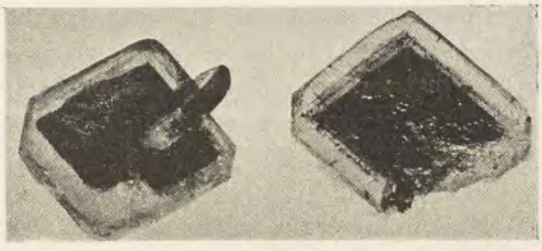


Fig. 41.
Cristaux de barytine (Type I) riches en inclusions ferrugineuses au centre, transparents sur les bords. Romanèche. (*Grossissement de 8 diamètres.*)

Les cristaux les plus intéressants ont de 4 à 5 mm.; ils sont presque toujours constitués au centre par un cristal $p\,m$, souillé par des inclusions ferrugineuses, (fig. 41) et entourés par une bordure transparente, jaune, riche en faces.

Les cristaux de ce genre qui sont représentés par les figures 42 à 47 sont d'ordinaire également développés suivant les axes a et b. Dans la zone verticale, ils présentent un certain nombre de prismes : m presque toujours terne, g^2, h^3 (210), h^5 (320), souvent courbe et brillant, alors que presque toujours h^1 et g^1 sont éclatants. Il faut y ajouter le

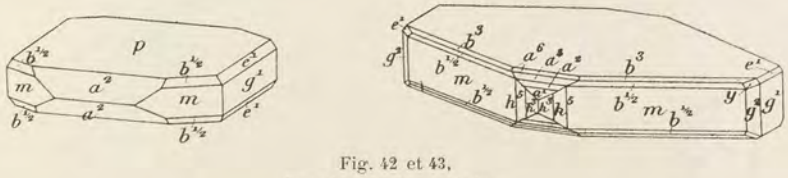


Fig. 42 et 43.
Barytine de Romanèche.

prisme nouveau, $g^{13/7}$ (3.10.0), que je n'ai trouvé que sur un seul cristal (fig. 47) et dont les faces sont très brillantes.

Dans la zone $p\,h^1$, a^4 est toujours petit et très fréquent, a^2 fréquent; a^6 (106) est rare; a^1 est généralement bombé ou courbe et souvent remplacé par deux couples de faces vicinales; $b^{1/2}$, très fréquent, est associé parfois à b^3 (116), b^2 (114), $b^{3/2}$ (113), b^4 (112); cette dernière forme est assez développée dans les cristaux où a^2, en zone avec lui, est plus large que d'ordinaire; y (122) forme dans la zone e^1 $b^{1/2}$ de très petites faces toujours brillantes. Les pyramides D

(1.2.16) de la zone $p\ y$ (fig. 47), j (616), de la zone $a^1\ b^{1/2}$ (fig. 45) sont nouvelles pour la barytine et ont été rencontrées dans plusieurs cristaux : j'ai trouvé en outre dans la zone $p\ g^2$, une pyramide voisine de Φ(131) (fig. 46).

L'examen microscopique de ces cristaux y montre la fréquence des inclusions liquides à bulle, des inclusions gazeuses, d'inclusions ferrugineuses distribuées en dendrites et enfin de cubes de fluorine.

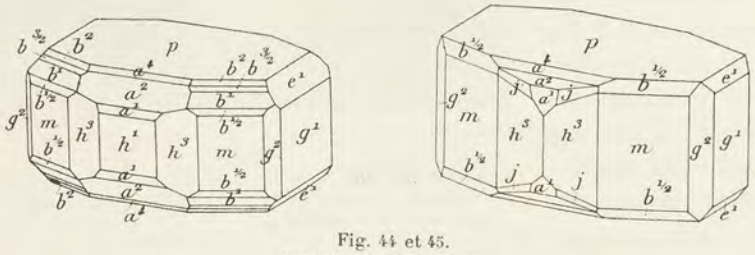


Fig. 44 et 45.
Barytine de Romanèche.

Tous les détails qui viennent d'être donnés se rapportent aux cristaux des parties profondes, surtout ferrifères, de la mine : dans les parties superficielles, exclusivement manganésifères, la barytine se rencontre dans des géodes de romanéchite mamelonnée et elle est généralement moins riche en formes ; ce sont le plus souvent des lames, blanches et opaques, $p\ m$, avec accessoirement a^2 et e^1 ; il faut faire exception

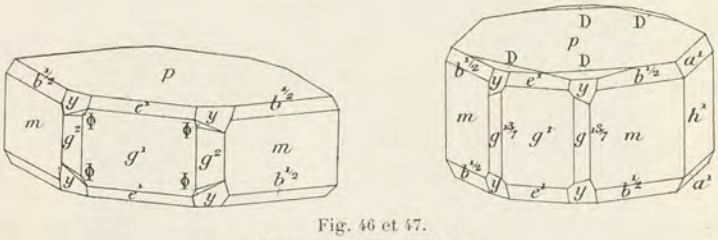


Fig. 46 et 47.
Barytine de Romanèche.

cependant pour quelques échantillons remarquables. La figure 229 de la p. 564 du tome III représente de petites lames blanches et opaques au centre ($p\ m$), transparentes sur les bords, qui rappellent celles décrites plus haut, mais les nombreuses faces qui les bordent sont tellement corrodées qu'il est impossible de les mesurer avec précision. Ces cristaux, réunis par groupes, sont implantés sur des scalénoèdres de calcite pseudomorphisés en romanéchite.

D'autre part, j'ai rencontré de petits cristaux parfaitement transparents dans un mélange de barytine, de quartz et de fluorine, constituant un produit de recristallisation au milieu d'une géode de romanéchite. La figure 48 représente l'un d'eux, qui est remarquable par l'existence de la pyramide peu commune e_2 (132), formant une étroite bordure entre m et e^1.

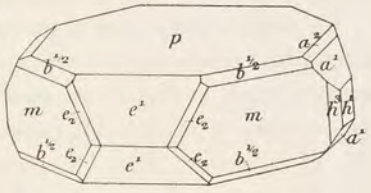


Fig. 48.
Barytine de Romanèche.

La combinaison la plus habituelle dans ces agrégats cristallins consiste en tables aplaties suivant la base, allongées suivant a et ne présentant distinctes que les formes p, g^1 et m. La figure 49 représente un curieux groupe de cristaux de ce genre, implantés sur fluorine néogène et



Fig. 49.
Cristaux corrodés de barytine (Type III), implantés avec fluorine sur romanéchite. Romanèche. (*Photographie réduite d'un tiers environ.*)

romanéchite ; ces cristaux sont profondément corrodés ; ils ont leur surface dépolie.

En terminant, je signalerai à Romanèche l'existence de paramorphoses analogues à celles de Chizeuil, mais le plus souvent le cristal de barytine sur lequel s'est déposée la limonite est encore intact.

Vosges. — [*Alsace*]. Daubrée a signalé (*Desc. géol. Haut-Rhin.* 1852.97) dans l'hématite de la mine de Lampertslosch des cristaux rouges ou incolores de barytine.

Ce minéral est peu abondant à Framont, il y forme des agrégats cristallins rosés surtout associés à dolomite, calcite, hématite et chalcopyrite ; on y distingue aussi des cristaux aplatis suivant p, appartenant aux types I et II, avec comme formes dominantes p, m, a^2, e^1, h^1, g^1 (Carrière, *Ann. Soc. émul., Vosges.* V. 1849. pl. 4). M. Ungemach a trouvé (*B. S. M.* XXXI. 193. 1908) quelques cristaux plus complexes : $p\ a^2\ a^{8/3}$ (308) $a^3\ a^4\ m\ h^1\ h^3\ h^5\ g^3\ g^2\ g^1\ e^1\ b^{1/2}$ (fig. 50). D'autres, de couleur rosée, aplatis suivant p, avec en outre $a^4\ e^4\ m\ h^4\ g^1$, sont clairsemés dans les druses de l'hématite massive. Enfin, des

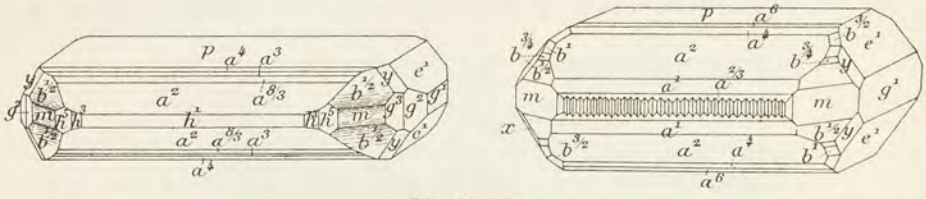


Fig. 50 et 51.
Barytine de Framont (*Vosges*).

lames blanches sont associées au quartz et à la dolomite ferrifère ; elles forment des groupes en éventails autour de l'axe b et présentent les formes suivantes p, a^2, a^1, $a^{2/3}$, a^4, a^6, m, h^1, h^3, g^1, e^1, $b^{1/2}$, $b^{3/4}$ (223), b^4, $b^{3/2}$ (113), y (122) (fig. 51).

[*Lorraine*]. La barytine se rencontre dans le filon d'hématite de Creutzwald (Jacquot. *Descr. géol. et min. du dép. de la Moselle*, 1868).

Algérie. — *Constantine.* Des cristaux ($p\ a^4\ a^2$, avec parfois m et e^1), de barytine, allongés suivant b, se trouvent dans les cavités du minerai du Djebel-Ouenza.

Dans les fentes de roches diverses ou dans les filons spéciaux.

La barytine se rencontre dans beaucoup de régions, dans les fentes des roches les plus variées, éruptives ou métamorphiques. Elle y tapisse des cavités ou même parfois constitue de véritables filons, dans lesquels ne se trouve pas d'autre minéral ; j'étudie ces gisements dans un paragraphe distinct de celui des filons concrétionnés, bien qu'ils soient dus à une cause analogue, parce que les cristaux que l'on y observe ont souvent une physionomie spéciale. J'ai placé aussi dans

cette catégorie quelques gisements de barytine de roches sédimentaires, dont l'origine profonde n'est pas douteuse, bien qu'on les ait souvent considérés autrement à cause de la présence d'épigénies de fossiles en barytine. La barytine des arkoses triasiques du Morvan est dans ce cas ; elle est souvent associée à des mouches de galène et de blende et établit le passage aux véritables filons concrétionnés de galène et de barytine, qui ne sont pas rares dans la même région. La barytine étant indépendante de la nature de la roche encaissante, il m'a paru inutile de grouper ces divers gisements suivant la composition de celle-ci.

Flandre. — *Nord*. Les fentes des couches houillères de la mine Saint-Mark à Anzin ont fourni des cristaux de barytine aplatis suivant p, allongés suivant l'axe a et présentant en outre des faces m, des clinodômes très surbaissés, mais peu mesurables. Ces cristaux, associés à la pyrite, ont parfois les faces p jaunes et transparentes, alors que toutes les autres faces sont blanches et opaques. Des cristaux transparents et incolores ont été aussi trouvés à Anzin sur calcite ; ils appartiennent au type II b ($e^1\ p\ m\ a^2$) (voir à célestite).

Normandie. — *Manche*. Le granite de Saint-Vaast-la-Hougue et de l'île de Tatihou est traversé par des veinules de barytine, au milieu desquelles se trouvent des géodes de cristaux translucides jaunâtres du type I. Leurs faces prismatiques sont parfois blanches et opaques et bordées par des facettes a^x et b^x correspondant à des formes très obtuses présentant les mêmes caractères d'opacité.

Calvados. Des cristaux de barytine ont été jadis rencontrés dans les fentes du terrain houiller de Littry.

Loire-Inférieure. — Un filon de barytine traverse la granulite de Miséri, près de Nantes ; des cristaux de fluorine, de pyrite accompagnent la barytine, qui forme souvent des groupements crêtés et se rencontre aussi en masses mamelonnées à structure finement fibreuse, avec zones diversement teintées ou possédant une couleur uniforme jaune-chamois. Il existe aussi quelques petits cristaux distincts du type II, présentant des groupements à axes rectangulaires, qui rappellent ceux de la barytine de la Courtade. Ces cristaux sont parfois encroûtés de calcédoine.

La barytine a été signalée avec dolomite dans les fentes des grès houillers de Montrelais [Baret (*op.cit*)]. Elle se trouve dans de sem-

blables conditions à la Chapelle-Launay (Béziers, *B. soc. nat. et méd. ouest*. 1905).

Vendée. — *Vendée*. Les micaschistes des Sables-d'Olonne (sur la côte) sont traversés par des veinules de barytine lamellaire, associée à de petits cubes de barytine jaunâtre ; les échantillons, que je dois à M. Lallier, rappellent ceux de Miséri.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. La collection de Des Cloizeaux renferme un échantillon recueilli par lui au-dessus des Eaux-Bonnes, à la Hourquette, en face du pic de Ger ; c'est un calcaire paléozoïque creusé de cavités, que tapissent de petits cristaux ($p\,m\,a^2$) de barytine blanche ; dans le même gisement, se trouve un peu de quartz, de pyrite, de chalcopyrite.

Hautes-Pyrénées. On peut recueillir en blocs éboulés dans le chaos de Gèdre, sur la route de Gavarni, une très curieuse roche constituée par de la barytine blanche en cristaux de près d'un centimètre, enchevêtrés, dont les intervalles miarolitiques sont remplis par de la sidérite finement grenue (structure comparable à celle de la figure 27) : ils proviennent certainement de quelque filon se trouvant dans les granites voisins.

La collection du Muséum renferme un échantillon de quartz supportant de petites lamelles $p\ m$ de barytine irisée, de la Piquette déras Lids ; ce sont celles dont il a été question tome I, page 268, et qui ont été autrefois inexactement prises pour de la coupholite.

De jolis cristaux bleuâtres de barytine se trouvent dans les fentes de la diabase ophitique de Pouzac ; ils ont jusqu'à 2 cm. 5 de plus grande dimension ; aplatis suivant p, ils sont allongés suivant l'axe a et présentent les formes $p\,m\,e^4$, avec parfois a^2.

Corbières. — *Hérault*. J'ai observé de la barytine laminaire et des pseudomorphoses plus ou moins complètes de cristaux de barytine ($p\ m$) en petits cristaux de quartz dans un filon de quartz situé au mur des schistes cristallins près du houiller de Graissessac (chemin du Bouïs, près Vérénous).

Cévennes. — *Gard*. De beaux cristaux de forme simple ($p\,m$), souvent laminaires et empilés suivant la base, ont été trouvés dans les fentes des assises houillères de Rochessadoule en Robiac.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Les gisements de barytine de la Limagne fournissent un remarquable exemple de la production d'un minéral sur une vaste surface dans des conditions identiques et avec persistance des mêmes caractères.

La Limagne est une région naturelle, traversée par l'Allier ; elle est constituée par des sédiments oligocènes et miocènes, effondrés entre deux horsts granitiques. Elle est limitée du côté de l'Ouest par une faille, dirigée sensiblement Nord-Sud, et du côté opposé par une série de failles, qui, au voisinage de leur rencontre avec la première, sont orientées sensiblement Nord-Est. C'est sur les parois mêmes de ces failles ou à leur voisinage, aussi bien dans le granite que dans des sédiments et particulièrement dans les arkoses oligocènes, qu'abondent les cristaux de barytine. Voici l'énumération des gisements connus, dont le nombre pourrait être certainement augmenté. Je dois à MM. G. Lhéritier et Roux des précisions sur quelques-uns d'entre eux et des indications sur ceux que je n'ai pas visités moi-même. Le long de la faille occidentale, les gisements vont être énumérés en allant du Nord vers le Sud. Le plus septentrional[1] se trouve à la Roche-Pradière en Saint-Hippolyte et jusque dans le parc même de la station thermale de Châtelguyon ; les cristaux, petits ou de taille moyenne (2 à 3 cm.), sont implantés sur la granulite. Dans la gorge du Bout du Monde, à Enval, ils sont associés à la pyrite dans les fentes du granite : les cristaux sont plus gros qu'à Châtelguyon.

Le gisement le plus anciennement connu, dont les cristaux ont été décrits par Haüy, se trouve au-dessus de la station de Royat; c'est celui du Puy de Châteix. Ce puy, dont la base est constituée par des arkoses et le sommet par du granite, est entièrement sillonné par des filons de barytine. M. Lhéritier a trouvé en 1897, dans le granite du sommet, une fente, orientée Nord-Ouest, ayant de 40 à 60 centimètres de largeur ; elle a fourni des cristaux, dont quelques-uns atteignent plusieurs kilogrammes ; les beaux échantillons de la collection du Muséum proviennent de cette trouvaille.

Au Sud de Clermont, à l'entrée du ravin de Berzet, près de Ceyrat, de très jolis cristaux étaient encore abondants, il y a quelques

1. Il faut peut-être cependant rattacher à la même venue la barytine trouvée dans les fentes du granite à Saint-Hilaire-la-Croix au N.-O. de Combronde, et par suite au N. de Châtelguyon.

années, dans une carrière de granulite et dans les arènes granitiques des hauteurs voisines; ceux que j'y ai recueillis en 1900 ne dépassent pas 4 cm., mais sont remarquables par leur éclat.

Les gisements suivants sont compris entre la vallée de la Veyre et celle de la Couze de Chambon. On peut citer la côte de Charbouneyras, au-dessus de Saint-Saturnin, près du hameau de Randol, et tous les escarpements granitiques dominant, dans le voisinage, la vallée de la Monne; les cristaux de barytine roulés s'y trouvent partout dans les éboulis et les arènes granitiques. Dans la vallée du Lieuzon, au-dessus de la route d'Olloix, le frère Adelphe a trouvé dans le granite une fente de 20 à 40 cm. de largeur, qui a fourni des cristaux, dont j'ai examiné un très grand nombre. De l'autre côté du même ruisseau, un gisement très important, mais difficile à voir, se trouve en bas de la Côte du Bois (da Bo, en patois, ce qui a été souvent traduit par Côte d'Abo). La fente, orientée Nord-Ouest, a de 0, 60 à 0, 80 cm. de large ; elle est tapissée de cristaux adhérents au granite et dont quelques-uns atteignent 5 kg. Enfin, la barytine se trouve sans interruption sur les côtes granitiques comprises entre Chaynat et Champeix et, notamment à la Côte de Varenne, à Aubary en Saint-Julien près de Montaigu-le-Blanc, à Laveau en Champeix, et près de ce bourg, au-dessus du champ de foire près de l'intersection du chemin de Ludesse et de celui de Biolliat (filonnet dans filon de microgranite traversant le granite) ; les cristaux de ces trois derniers gisements sont parfois fort gros ; ce sont eux indistinctement, qui sont indiqués dans les collections comme provenant de Champeix. Le même minéral a été signalé aux environs de Grandeyrolles.

Quand on se dirige vers l'Allier, et sur la rive gauche, on rencontre la barytine dans les fentes des arkoses depuis Coudes jusqu'au pont de Longues situé en aval; les points à citer plus particulièrement sont le Pont de Longues et la source du Tambour. Un gisement important se trouve au sud de Coudes, sur la route d'Issoire, près du hameau de Veneix en Sauvagnat : ce sont les fentes des argiles oligocènes de ce point qui ont fourni la plupart des échantillons, étiquetés « Coudes » dans les collections.

Entre Issoire et Coudes, l'Allier traverse un lambeau granitique entouré de toutes parts par des sédiments oligocènes ; au delà de la rive droite de cette rivière, au-dessus de Roure, près du hameau de la Courtade, se trouve dans le granite un gisement célèbre de bary-

tine. Le point le plus riche est situé un peu au-dessous du Bois du Pi (des Pins) ; des cristaux se rencontrent aussi dans les arènes granitiques à 200 mètres plus bas, au fond de la gorge, à partir de l'endroit où elle prend le nom de Four-la-Brouque, rendu célèbre par le gisement d'orthose, qui n'en est pas très éloigné. Les plus abondants des cristaux ont de 4 à 5 cm., mais on en a trouvé pesant jusqu'à 5 kilogrammes.

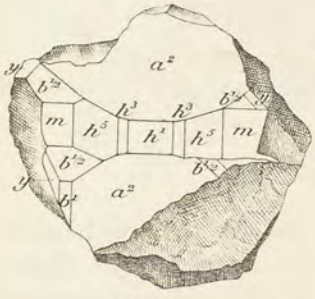


Fig. 52.
Barytine du Puy de Châteix.
[Projection sur h^1 (100).]

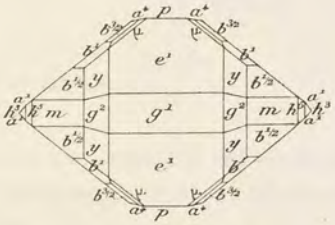


Fig. 53.
Barytine des environs de Coudes.
[Projection sur g^1 (010).]

Ils sont généralement indiqués dans les collections avec la mention de Four-la-Brouque. Je dois à M. Bielawski des cristaux provenant du ravin de Lalay, en Saint-Babel : dans la même commune, à la Croix-de-Bardine, M. Vigier a trouvé des cristaux de barytine creusés de cavités remplies par une argile ferrugineuse.

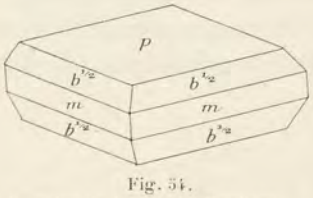


Fig. 54.
Barytine de La Roche-Pradière.
Type I.

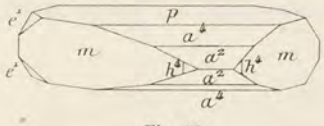


Fig. 55.
Barytine de la Limagne. Type I.
Forme commune.

J'ai étudié d'assez jolis cristaux de petite taille, trouvés vis-à-vis de Sarlan, village situé un peu plus à l'Ouest, au Sud-Ouest d'Yronde.

Les gisements de barytine sont beaucoup moins nombreux le long de la faille limitant la Limagne du côté de l'Est. On trouve ce minéral à l'Est de Vic-le-Comte, à Langlade, dans les fissures d'un calcaire

compact, puis au-dessus de Billom, dans les arkoses des carrières d'Escollore, d'Église-Neuve, enfin plus au Nord-Est encore et tou-

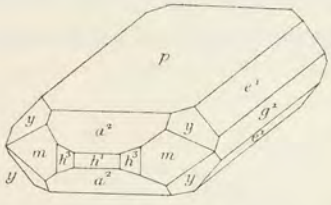


Fig. 56.

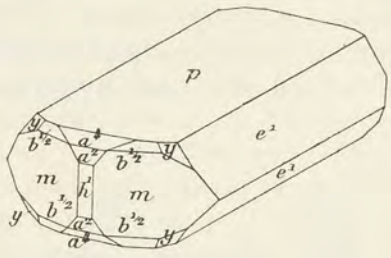


Fig. 57.

Barytine de la Limagne. Type III *a*.
Formes communes.

jours dans les arkoses, sur la colline de Rocart, près de Lezoux; les cristaux de ce dernier gisement rappellent ceux du Puy de Châteix en moins gros ; ils sont parfois encroûtés d'aragonite ou de limonite.

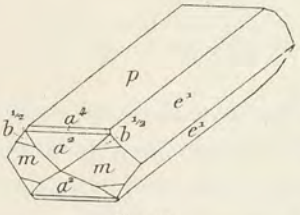
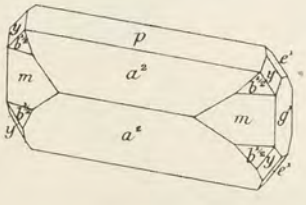


Fig. 58.
Barytine de la Limagne. Type III *a*.
Forme commune.

Dans tous ces gisements, la barytine ne forme pas le remplissage de filons ; elle tapisse les parois de fissures et se trouve aussi en cristaux isolés dans l'argile ferrugineuse, qui remplit plus ou moins complètement celle-ci ; dans les gisements granitiques transformés en arènes, on les recueille souvent libres sur le sol. Leur couleur est très caractéristique ; ils ne sont presque jamais incolores et seulement dans quelques cas (Coudes) d'un gris enfumé pâle. Leur teinte



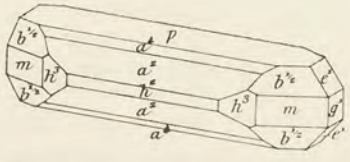


Fig. 59 à 60.
Barytine de la Limagne. Type III *b*.

dominante est le jaune de nuances variées et ils sont parfois d'une belle couleur ambrée. Dans quelques gisements (La Courtade), on trouve des

cristaux, dont les couches successives sont différemment teintées. Parfois (Champeix, Châteix, Coudes), une ou plusieurs faces de certaines formes (p, m, a^2, etc.) sont recouvertes de couches blanches nacrées, peu adhérentes, sur lesquelles les clivages sont nettement visibles.

Dans tous ces gisements, les gros cristaux sont toujours pauvres en

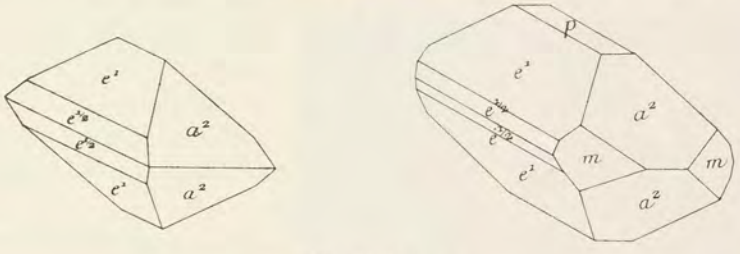


Fig. 60 à 61.
Barytine du Puy de Châteix. Type IV *b*.

faces ; ceux de petite taille sont parfois au contraire assez compliqués. Certaines formes se rencontrent dans tous les gisements : p, m, a^2, e^1, $b^{1/2}$; a^1 (104), h^1 (100), g^1 (010), $e^{1/2}$ (021) sont moins fréquents. D'autres formes ne se trouvent qu'accidentellement ou dans des gisements déterminés, les suivantes ont été signalées par M. Gonnard (*B. S. M.* XIV. 174. 1891) ou observées par moi : a^6 (106) (Champeix),

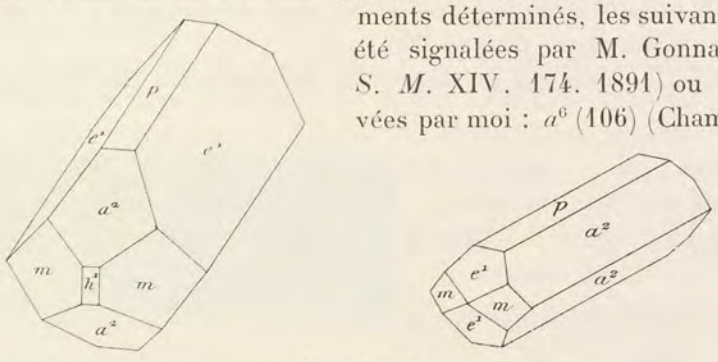


Fig. 62 et 63.
Barytine de la Limagne (Type IV *c*). Formes communes.

$e^{3/2}$ (023), $b^{3/2}$ (113), b^1 (112), μ (124) (Coudes), h^3 (210) (Châteix, la Courtade), h^5 (320) (Châteix), g^2 (130) (Lieuzon), y (122) (Châteix, Saint-Saturnin, Champeix, Coudes, Lieuzon).

Ces différentes formes se groupent pour donner naissance à des combinaisons variées. Dans le type I *a*, les formes dominantes sont p m (fig. 3) ; quand a^2 est très développé, cela entraîne un certain allongement suivant l'axe b (fig. 4).

La figure 54 représente une combinaison dans laquelle $b^{1/2}$ et m sont également développées : je la connais à La Roche Pradière, à Enval, à Lieuzon. Dans cette dernière localité, les cristaux présentent en outre de petites faces a^2, a^1 et parfois g^2, e^1, y.

Les cristaux du type IIIa et IIIb (fig. 6 et 7) sont parfois moins aplatis, [les cristaux de grande taille sont souvent dans ce cas (Champeix)] ; ce type qui est le plus riche en faces : a^2, e^1, b^1, m, h^1, h^5, h^3, $b^{1/2}$ et

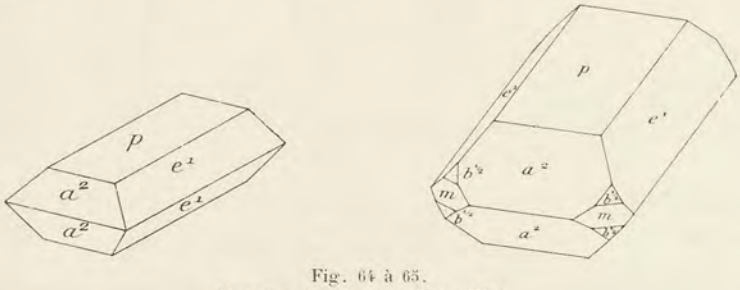


Fig. 64 à 65.
Barytine de Lieuzon (Type IV c).

y (fig. 52) (Châteix) : p, m, g^1, g^2, h^3, h^5, a^4, a^2, a^1, e^1, $b^{3/2}$, b^1, $b^{1/2}$, y, p (fig. 53) (Coudes) ; dans aucun autre type, les faces de la zone verticale ne sont aussi nombreuses et aussi développées ; le type III a est plus fréquent que le type IIIb.

Parfois les cristaux présentent un aplatissement très marqué sui-

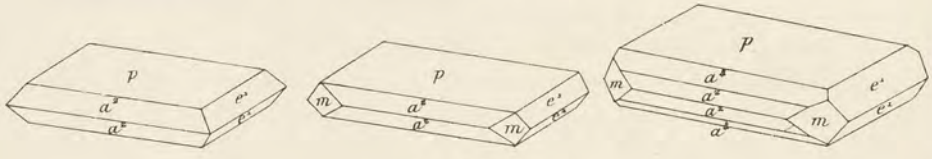


Fig. 66 à 68.
Barytine de la Limagne. Type IV b aplati suivant p (001). Formes communes.

vant p ; ce fait est réalisé seulement dans les cristaux de petite taille (La Roche-Pradière).

Non moins fréquents que les précédents sont les cristaux appartenant au type IV, dans lesquels les formes dominantes sont a^2 et e^1. Ces cristaux, à faciès octaédrique, sont tantôt isométriques, par suite de l'égal développement du macro et du brachydôme, tantôt au contraire, ils sont allongés, soit parallèlement à l'axe b (fig. 63), soit plus souvent parallèlement à a (fig. 60 à 62). Ce type est celui qui constitue

les plus gros cristaux ; la face *p* est souvent présente et alors plus ou moins développée (fig. 61 à 63) (Châteix, Champeix, la Courtade). Il passe au précédent, quand la face *p* étant assez large apparaît le prisme *m*, dont les faces atteignent le développement de celles de l'un des dômes (Châteix) (fig. 63).

Une modification fréquente de ce type est celle dans laquelle les cristaux sont très aplatis suivant *p* (fig. 66 à 68) ; elle est surtout réalisée dans des individus de petite et de moyenne taille (Ceyrat, Châteix, Lieuzon, Coudes, etc.).

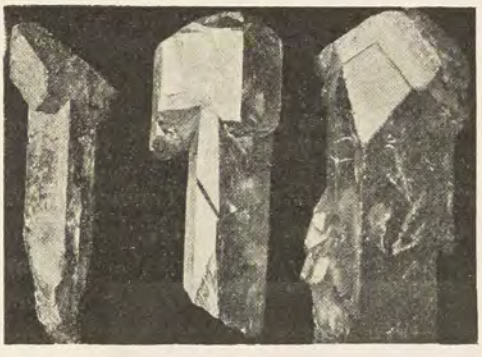


Fig. 69.
Groupement à axes parallèles de cristaux de barytine. La Courtade. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Les cristaux de la Courtade présentent parfois une apparence d'hémimorphisme par rapport à l'axe *a*, l'une des extrémités présentant seulement les faces a^2, tandis que l'autre offre en outre a^1, *m* et $b^{1/2}$.

Les gisements de la Courtade et de St-Babel fournissent des groupements à axes parallèles de cristaux du type IV ; les figures 69 et 69 *bis* en représentent les modalités ; tantôt un grand cristal est coiffé par un plus petit, de même forme, mais présentant parfois un développement de faces irrégulier (fig. 69), tantôt (fig. 69 *bis*) des cristaux plus petits sont embrochés sur un individu plus grand. Souvent ces cristaux présentent quelques particularités cristallographiques les distinguant de leur support ; c'est ainsi par exemple que dans les exemplaires représentés par les figures précitées, on voit la face *p*, largement développée dans les petits cristaux, manquer dans le grand. Des groupements de ce type se rencontrent aussi à Saint-Babel et aux environs de Coudes (Veneix en Sauvagnat), où ils sont par-



Fig. 69 *bis*.
Groupement à axes parallèles de cristaux de barytine. La Courtade. (*Photographie grandeur naturelle.*)

fois encroûtés d'aragonite fibreuse. C'est probablement d'un de ces gisements que provient un groupement de ce genre décrit par M. G. Strue-

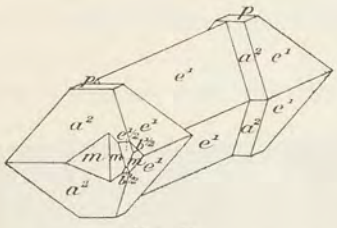


Fig. 70.
Groupement à axes parallèles de cristaux de barytine du Type III.

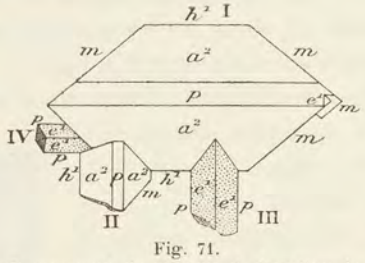


Fig. 71.
Groupement de cristaux de barytine de Champeix [Projection sur p (001)].

ver (*Att. Accad. scienz., Torino.* VI, 368, 1871) (fig.70), et sur l'un desquels se trouve $e^{1/2}$ (021).

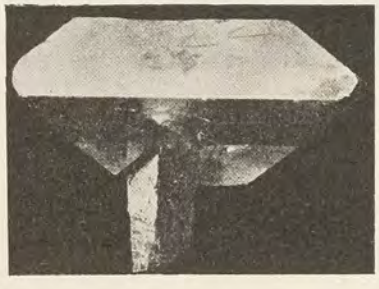


Fig. 72.
Groupement rectangulaire de cristaux de barytine de Champeix.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Dans les environs de Champeix, se rencontrent assez fréquemment des entrecroisements à angle droit. La figure 71, empruntée à M. Gonnard (*B. S. M.* XIII. 304. 1890) représente la projection sur p de groupements de ce genre. On y voit, implantés sur un gros cristal, deux plus petits ; II a son axe b parallèle à l'axe a du grand cristal I et son axe a parallèle au b de celui-ci ; on peut admettre qu'il s'agit là d'une macle, dont le plan théorique serait voisin de g^{10} (9.11.0), car l'angle $h^1\ g^{10} = 44°52'$ (normales). Les axes a des deux cristaux I et III coïncident, mais l'axe c de III est parallèle à b de I.

Il a été question, page 53, des figures de corrosion qui sont assez fréquentes sur les cristaux de ces gisements de la Limagne.

M. Vigier m'a signalé l'existence de cristaux de barytine dans les fentes du granite de Dauzat-en-Vodables : ils sont blanchâtres ou jaunes, leurs formes sont assez nombreuses : p, m, h^1, g^1, g^3, a^6, a^4, a^2, e^1, $b^{1/2}$ et sans doute quelques autres.

A l'extrémité occidentale du même département, de jolis cristaux de barytine ont été rencontrés dans les fentes des grès houillers de

Messeix. Ils sont allongés suivant l'axe a ; les formes dominantes sont a^2 et a^4, avec en outre m, $b^{3/2}$, $b^{1/2}$, h^1, a^1, e^1, etc.

Haute-Vienne. Filon épais de barytine lamellaire dans le gneiss du Moulin de Lagarde en Limoges, à Mazerolas et au Pont Rompu ainsi qu'au Mazet et près du Vigen.

Corrèze. Des cristaux de barytine et de calcite se trouvent dans les fentes des grès houillers de Chabrignac. Aplatis suivant p, ils présentent en outre a^2 et e^1 et sont empilés souvent en grand nombre parallèlement à leur base.

M. Puyaubert m'a signalé l'existence de beaux échantillons lamellaires de barytine recouvrant des cristaux de calcite dans les diaclases des schistes ardoisiers d'Allassac.

Le même minéralogiste m'a communiqué des cristaux transparents provenant des fentes de la granulite de Meyrignac de Bar, à 3 kilomètres d'Argentat ; ils tapissent les cavités de barytine blanche lamellaire ; aplatis suivant la base, ils sont très allongés suivant l'axe b et ne présentent souvent en outre que des faces prismatiques h^1, h^3 (210), m, avec quelquefois g^2, $b^{1/2}$, e^1. Ils rappellent donc les cristaux de Chizeuil, mais avec aplatissement suivant p. Ils sont fréquemment groupés à axes parallèles. Il existe aussi de petits cristaux opaques d'une combinaison (p h^1, e^1) étudiée page 127, dans la célestite, fig. 29.

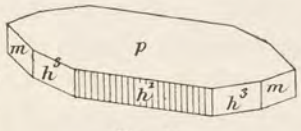


Fig. 73.
Barytine de Meyrignac de Bar.
Type II *a*.

Les cristaux de barytine sont fréquents dans les fentes du terrain houiller (p m h^1 ; p m a^1 ; p m a^2 e^1), notamment à Rive-de-Gier.

Loire. Nombreux filons de barytine qui sont peut-être en partie à rapporter aux filons concrétionnés plombifères : Dizimier, Juri (mouches de galène), les Puys près Vincelles, Cornillon, près Firminy (avec blende), Bully (avec calcédoine), Luce, Fontieure, Ambierle (avec quartz et fluorine), etc.

Isère. Les filons quartzeux d'Estressin en Vienne renferment en abondance de la barytine et de la fluorine. Drian y a signalé (*Min. env. Lyon.* 1849. 349) des pseudomorphoses de cristaux de barytine (a^2 e^1 p) en quartz finement grenu.

Blum a décrit (*N. Jahrb.* 1849. 845) de curieux cristaux de barytine constitués uniquement par $b^{1/2}$ et p (type V) (fig. 74) ; ces cristaux, à arêtes arrondies, proviennent, a-t-il écrit, d'un filon traversant le granite des environs de Vienne ; ils sont accompagnés de quartz et d'adu-

laire. S'il n'était pas question de ce dernier minéral, on pourrait supposer que l'échantillon en question provenait de la mine de la Poype.

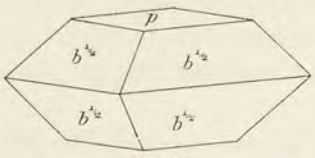


Fig. 74.
Barytine des environs de Vienne (*Isère*). Type V.

Rhône. La barytine constitue avec quartz des filons dans le granite de Régnié, notamment au voisinage de la gare de Cercié et au hameau de Châtillon (avec fluorine cubique (groupements crêtés) ; elle accompagne la fluorine de Vaux-Renard ; elle forme aussi avec quartz des veinules dans le granite des Briades en Saint-Étienne-la-Varenne.

Saône-et-Loire. Je dois à l'obligeance de M. Berthier une géode de cristaux jaunes de barytine recueillis dans les fentes du calcaire dévonien du Moulin Chambon ($p\ e^1\ a^2$, avec parfois m) (fig. 66), sur la route de Bourbon-Lancy à Saint-Aubin.

A Couhars, près d'Autun, les fentes du granite renferment des cristaux (pm) de barytine, associés à de la galène et du quartz.

La barytine en cristaux crêtés abonde dans les arkoses triasiques du Morvan, du Mâconnais (Pierreclos en particulier) ; elle y est très fréquemment associée à de la fluorine, de la galène, du quartz, plus rarement de la blende, etc. Cristaux ($p\ m$) associés à dolomite dans les fentes du grès houiller de Blanzy.

Nièvre. Côte-d'Or. Yonne. Les arkoses triasiques renferment de la barytine sous la même forme et avec les mêmes associations : Pontaubert ($p\ m$), près Avallon ; à Pierre-Pertuis, jolies lames $p\ m\ h^1$ (cannelées verticalement) e^1, a^2, $b^{1/2}$ légèrement rosées dans les fentes du granite (*Yonne*). Corbigny (*Nièvre*), petites lames ($p\ m\ a^2$), souvent opaques au centre et transparentes sur les bords, avec cubes de fluorine. De beaux cristaux ($p\ a^6$ (106) a^3 (103) $a^2\ e^4$ et quelquefois m) sont implantés sur les rhomboèdres de dolomite dans les fentes des grès houillers de la Machine (*Nièvre*).

Vosges. — [*Alsace*]. Les grès vosgiens du Kronthal près Morlenheim, sont traversés par des filonnets de barytine ou simplement tapissés par des cristaux du même minéral, pénétrant parfois dans le trias. Ils sont parfois fort beaux, atteignant 2 ou 3 centimètres de plus grande dimension. Ils appartiennent au type I et sont souvent très aplatis suivant la base ; ils présentent aussi les formes a^2 (102), e^4(011).

M. Valentin a étudié (*Z. K.* XV. 567. 1889) les figures de corrosion présentées par ces cristaux sur leurs faces p ; elles consistent en deux

lignes dont la bissectrice coïncide avec l'axe *a* et dont l'angle aigu (50 à 60°) est tourné tantôt en avant, tantôt en arrière, suivant les plages. Il existe aussi des figures de corrosion correspondant aux faces a^{50} (1.0.50), a^{20} (1.0.20), $a^{5/9}$ (905) et $b^{1/2}$ (111).

Daubrée a signalé (*Descr. géol. Bas-Rhin.* 1852, 297) des cristaux analogues à ceux du Kronthal, dans les fentes des grès des Vosges au Nord de Lampertsloch, dans les grès bigarrés de Soulz-les-Bains (quelquefois associés avec limonite dans les tiges de végétaux fossiles) et enfin dans le grès rouge de Lalaye.

Belfort. Filon de barytine lamellaire avec quartz, fluorine, malachite, etc., à Vétrigne (Meyer, *Bull. Soc. belfort. Emul.* 1908).

Alpes. — *Isère.* Les fentes du houiller de Peychagnard renferment de petits cristaux blancs opaques de barytine aplatis suivant *p* (*p m* a^2 a^4).

Basses-Alpes. La barytine forme un filon à Curbans ; elle est d'un gris clair, à cassure esquilleuse ; d'après d'anciennes analyses, elle renfermerait 8,60 de sulfate de chaux (Landrin, *Dict. de Minéralogie*, 1852, 435).

Maures. — *Var.* Nombreux filons de barytine (souvent accompagnés de fluorine) ; celui de la Pegnière de Muy se trouve dans le granite ; il atteint 2 mètres de puissance ; celui de Beaume de Coutéou a jusqu'à 20 mètres et a été suivi sur près de 2 kilomètres.

Algérie. — *Oran.* Un filon de barytine a été signalé dans la chaîne du Tessala.

Haut-Sénégal. — M. de Zeltner m'a remis une barytine fibreuse formant un filon Nord-Sud de 2 mètres d'épaisseur dans les grès de la route de Kayes à Yélimani, à 400 m. de cette dernière localité.

Congo. — J'ai trouvé dans les fissures des grès verdâtres crétacés, renfermant une résine fossile de Bata, des placages blancs, translucides, constitués par de la barytine aplatie suivant la base.

Madagascar. — La barytine lamellaire forme des filonnets dans les grès liasiques de la côte Nord-Ouest, vis-à-vis Nosi-Bé, notamment Ampangorina. Le même minéral se trouve sur la route d'Antantanana, dans la région de Vohémar et aussi dans le quartier d'Ambodidempona à Tananarive (variété grenue à gros grains peu cohérents).

Nouvelle-Calédonie. — La barytine lamellaire blanche ou grise, dégageant par le choc une odeur infecte, se trouve en divers points de l'île et notamment dans la vallée de la Dumbéa.

2° *Dans les sources thermales.*

La barytine a été signalée comme produit de formation actuelle dans les sources thermales de quelques localités françaises, qui vont être passées en revue. Il y a lieu de faire remarquer que plusieurs de ces sources ont suivi d'anciens filons barytifères de quartz et peut-être n'est-il pas facile de faire la part qui revient dans la barytine en question au gisement originel et à une nouvelle formation. N'ayant visité aucun de ces gisements, je ne conclut pas, mais la néogenèse de ce minéral n'a rien que de très vraisemblable puisque dans certains filons (Romanèche), on constate des cristallisations de barytine d'âge relativement récent, formées aux dépens d'autres plus anciennes. Notons enfin que les analyses de M. Wilm ont montré l'existence de traces de baryum dans l'eau de Lamalou et que, d'autre part, la barytine est connue comme produit récent de quelques sources thermales étrangères.

Corbières. — *Hérault*. Les sources thermales bicarbonatées de Lamalou (31 à 38° C.) sont en relation avec des filons quartzeux et barytifères autrefois exploités pour cuivre et plomb. Au pied du coteau de l'Usclade, derrière les bains de Lamalou-Bas, à la limite des schistes paléozoïques et du trias, une tranchée a été ouverte autrefois, au voisinage des filons, sur des suintements d'eau minérale. François a ainsi découvert (*C. R.* LIII. 1007. 1861) au milieu des schistes très altérés, des cavités remplies par l'eau minérale et incrustées par un mélange de cristaux de barytine, de quartz et de pyrite, qu'il a regardés comme des produits de formation actuelle.

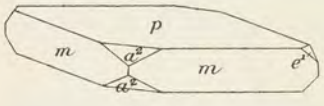


Fig. 75.
Barytine. Type I *a*.

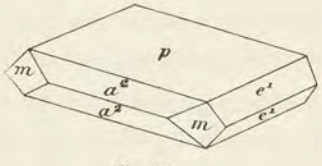


Fig. 76.
Barytine. Forme commune.

Les cristaux de ce gisement que j'ai eu l'occasion d'étudier appartiennent au type I; aplatis suivant *p*, ils présentent les faces *m* bien

développées et offrent en outre a^2 (fig. 75), a^4, e^1 (fig. 76) et parfois $b^{1/2}$; dans certains cristaux, le grand développement des faces a^2 ou e^1 conduit aux types III et IV. Ces cristaux sont éclatants, surtout quand ils sont de petite taille; ils atteignent 2 centimètres de plus grande dimension. Ils passent par étapes insensibles à des lamelles extrêmement minces qui possèdent les mêmes formes.

Puy-de-Dôme. De beaux cristaux de barytine jaune, ayant l'aspect de ceux des autres gisements de la Limagne, se trouvent à l'émergence des eaux du Tambour, sur les bords de la rive gauche de l'Allier au pied du Puy Corent; ils sont associés à du quartz, de l'aragonite, de la limonite et c'est probablement une couche extrêmement mince de celle-ci qui donne parfois à ces cristaux leurs belles irisations superficielles; la forme dominante est celle du type I, mais on y trouve aussi des cristaux du type IV. J'ai étudié un fort joli cristal présentant les formes, p, h^4, h^5, m, g^1, a^4, a^2, e^1, $b^{1/2}$.

Vosges. — *Haute-Saône.* Les sources chaudes de la Chaudeau, près Plombières, sourdent dans le granite par des fentes incrustées de quartz et de barytine.

Aux Fontaines chaudes, près Luxeuil, les sources se trouvent dans les grès vosgiens et la barytine s'y présente en cristaux volumineux.

Les sources carbonatées froides de Bussang offrent un phénomène analogue. Les parois des griffons sont tapissées d'une croûte de 1 centimètre de barytine, supportant des cristaux qui atteignent 3 cm. de plus grande dimension (analyse p). Ils sont recouverts par une ocre jaune renfermant 0,70 % d'As^2O^5, d'après Braconnier (in *Rev. géol.* Delesse et de Lapparent, XIII. 223. 1877).

3° *Dans les formations sédimentaires.*

La barytine est beaucoup plus fréquente qu'on ne le suppose généralement dans les formations sédimentaires. J'ai trouvé dans diverses collections, sous la dénomination de célestite, beaucoup des documents étudiés plus loin.

Dans les assises paléozoïques.

J'ai signalé plus haut quelques cas de formation de barytine dans les fentes de roches houillères; peut-être ce minéral n'y est-il pas toujours d'origine filonienne et devrait-il être rapporté ici.

Bretagne et Anjou. — D'après Rouault (*B.S.G.* VI. 69. 1849), la carapace de certains trilobites (*Ogygia* et *Nileus*) des schistes siluriens de ces régions est transformée en barytine lamellaire ; la transformation en pyrite est beaucoup plus fréquente.

Vendée. — *Vendée*. De gros cristaux de barytine ont été rencontrés dans les fentes des rognons de sidérite lithoïde du bassin houiller de Vouvant (Faymoreau).

Plateau Central. — La barytine a été signalée dans les mêmes conditions qu'à Vouvant, dans divers grès du bassin de Saint-Étienne et notamment à Rive-de-Gier (mine du Treuil).

Vosges. — *Haute-Saône*. Dans les rognons de sidérite lithoïde des mines de Ronchamp et de Champagney.

Dans les assises secondaires.

a) Dans le trias.

La barytine est fréquente en mouches ou en filonnets dans les arkoses triasiques ; son association avec des sulfures et sa liaison avec de véritables filons de la même substance rendent vraisemblable dans ce cas son origine filonienne et c'est pourquoi je me suis occupé plus haut de ce genre de gisement ; il s'agit ici d'une autre catégorie.

Normandie. — *Calvados*. Les calcaires cambriens de Laize-la-Ville sont recouverts par des grès triasiques ; au contact des deux formations se trouvent de petits amas de barytine lamellaire ou concrétionnée.

La figure 77 reproduit la photographie d'un échantillon de cette dernière variété, rappelant beaucoup celle de Chaudefontaine en Belgique : l'allongement des fibres a lieu parallèlement à l'arête $p\,g^1$.

La barytine sert aussi de ciment au grès triasique. La figure 78 montre la structure microscopique de cette barytine, dont les lamelles enveloppent des grains de quartz et les feldspaths de la roche sédimentaire, les lames sont aplaties suivant p (001) : leurs sections transversales (perpendiculaires à p) simulent un allongement qui est tou-

jours de signe positif, puisque $\mathbf{n}_p$ est toujours transversal. Ces lames

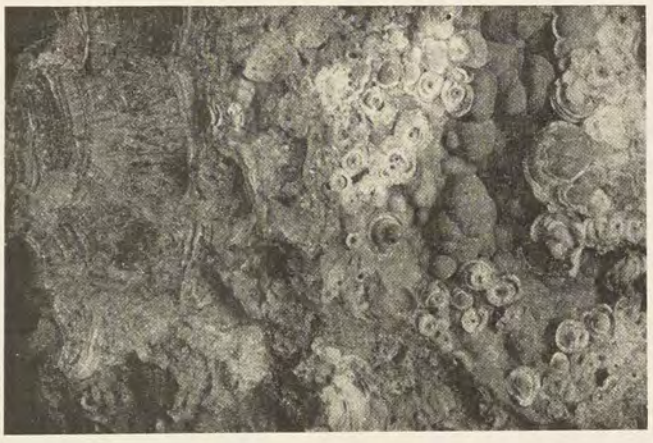


Fig. 77.
Barytine concrétionnée à structure fibreuse de Laize-la-Ville.
(Photographie grandeur naturelle.)

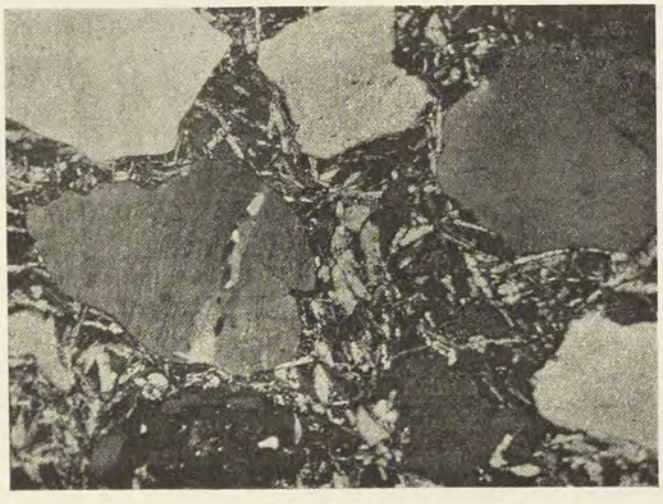


Fig. 78.
Grès à ciment de barytine de Laize-la-Ville. *(Photographie en lumière polarisée parallèle. Grossissement de 33 diamètres.)*

s'empilent parfois à axes parallèles et leur section a un aspect chondritique.

Morière a signalé (*Mém. Soc. Lin. Normandie*. VIII. 1849) l'existence de cristaux nets, isolés dans l'argile ; j'ai étudié les échantillons qu'il a donnés jadis au Muséum. Les masses fibrolamellaires du même minéral incrustées sur les parois du calcaire se terminent aussi parfois du côté de l'argile par une couche hyaline de cristaux jaunes ou blancs offrant les formes p, e^1, m, a^2 et entre m et e^1, une pyramide terne qui paraît être e_2 (132) (voir fig. 48) ; leur axe a est implanté perpendiculairement à la paroi. Quant aux cristaux isolés, ils atteignent 5 centimètres suivant l'axe b d'allongement ; ils sont très aplatis suivant p et présentent généralement développées les formes a^4(104), a^2(102) et a^1 (101) ; ils sont généralement brisés et n'ont qu'une extrémité nette ; elle présente les faces g^1, e^1 et $b^{1/2}$ (fig. 79). Ces cristaux sont transparents ou fortement translucides et d'un gris de fumée ; toutefois les faces a^1, g^1, e^1 et $b^{1/2}$ sont d'un blanc laiteux par suite de l'existence d'une mince zone superficiellement opaque (fig. 80) ; la face g^1 est en outre raboteuse (fig. 80 à gauche en bas). Par transparence, on constate l'existence de zones d'accroissement offrant les mêmes formes que le cristal définitif.

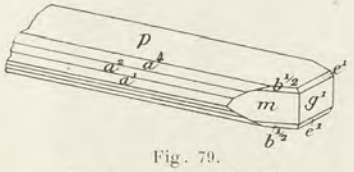


Fig. 79.
Barytine de Laize-la-Ville.

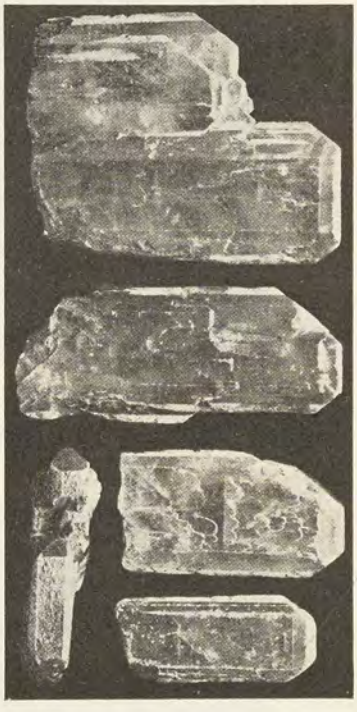


Fig. 80.
Barytine de Laize-la-Ville.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Vendée. — *Vendée*. La barytine lamellaire blanche ou rosée sert de ciment à une arkose, reposant sur le gneiss à l'Hermeneau et à Saint-Cyr-des-Gats ; localement (les Vaudières), elle devient prédominante.

[**Alsace**]. — Dans les carrières du calcaire à *trochites*, exploité à Tempelhof, près Bergheim, se rencontrent des cristaux de barytine implantés sur le calcaire ou servant de gangue à de très beaux cristaux violets ou gris de fluorine ; dans ce dernier cas, la barytine, laminaire, se termine çà et là dans les cavités par des cristaux polysynthétiques dépassant 5 cm. La barytine de cette localité a été décrite par M. Feurer (*Mitt. Geol. Landesanst. Strassburg* 1893) et par M. Ungemach (*B. S. M.* XXI, 196. 1908) ; la figure 81 représente, d'après ce dernier auteur, une combinaison des grands cristaux polysynthétiques.

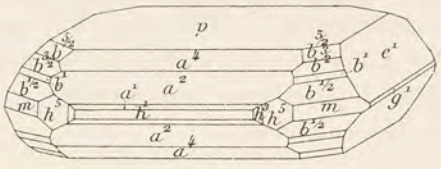


Fig. 81.
Barytine de Bergheim.

On y remarque parmi les formes peu communes $b^{3/2}$ (113), $b^{5/2}$ (115). M. Feurer a signalé l'existence de nombreuses formes dans de petits cristaux : p, a^2, a^1, a^4, $a^{6/5}$ (506), h^1, m, h^3, h^5, g^1, e^1, $b^{1/2}$, $b^{3/2}$, b^2, $b^{5/2}$, b^3 (et deux faces vicinales de cette pyramide), et enfin y (122). M. Ungemach a trouvé en outre a^8 (108) et $a^{8/3}$ (308).

Algérie. — *Oran*. M. Flamand m'a signalé l'existence de cristaux blancs (pma^2 ; pe^1a^2) dans plusieurs gisements gypseux du Sud-Oranais ; Aïn Ouarka (cercle d'Aïn Sefra), Djenien-bou-Resk dans la région de Figuig, Mouilah des Arbaouah (Arba tahtoui) (cercle de Géryville), Djebel Melah de Keragda (sud-ouest de Géryville), El Khader (ou est-sud-ouest de Géryville), Djebel Melah (Mecheria) (Dir-Chemachen), Guelib-el-Thir entre Charef et Zénina. Ils accompagnent les cristaux bipyramidés de quartz et l'hématite lamellaire.

Madagascar.— C'est sans doute au trias qu'il faut rapporter des argiles rouges surmontant les grès permiens de Sakamasay, sur la rivière du même nom (Pays Mahafaly). M. Colcanap m'a communiqué des rognons de barytine qu'il y a rencontrés.

b) *Dans le jurassique.*

Normandie. — *Orne*. Au hameau de la Boissière, près de la carrière de granulite de Hertré (à 1 km. d'Alençon), on rencontre dans une couche de sable rouge dépendant de l'arkose (bajocien) d'Alençon de nombreux fossiles (*Lima proboscidea*, polypiers, etc.) transformés

en barytine, parfois associée à de la galène, de la blende, etc. (*B. S. G.* VIII. 334. 1837). Des cristaux de barytine se trouvent aussi à Alençon même.

Calvados. La barytine a été signalée dans les calcaires hettangiens d'Osmanville.

Poitou. — *Charente*. La barytine épigénise des bélemnites dans les marnes du lias inférieur d'Epénède ; dans ce gisement se trouvent aussi des géodes de cristaux crêtés.

Périgord. — *Dordogne*. Les assises jurassiques, en contact avec les filons manganésifères et barytiques de cette région, ont souvent leurs fossiles transformés en barytine ; tel est le cas des bélemnites de Gansoudières.

Bourgogne. — *Yonne*. Des rognons de barytine, associés à de la sidérite, de la pyrite et de la galène, se trouvent dans le calcaire à gryphées de Saint-Valentin.

Côte-d'Or. M. Collot a montré (*C. R.* CXLI. 832. 1905) que les boules crêtées du lias supérieur de l'Auxois à *Turbo subduplicatus*, décrites comme polypiers (*Astrea confluens*) ou comme spongiaires (*Stellispongia fasciculata*), ne sont que des pseudomorphoses incomplètes de barytine en calcite.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. La barytine m'a été signalée par M. Nicklès dans le lias inférieur à *Am. bifrons* et le toarcien (zones à *Amm. toarsensis* et à *Amm. aalensis*), des environs de Nancy ; ainsi que dans le toarcien de Thil, près Longwy (grands cristaux (*p m*), d'un blanc rosé, engagés dans le calcaire).

[*Lorraine*]. Des lames (*p m*) de barytine blanche ont été trouvées dans des géodes au milieu de la limonite oolithique du lias supérieur des environs de Metz. La collection du Muséum en possède un échantillon, dans lequel la barytine, en partie transformée en calcite, se trouve à l'intérieur d'un nodule de limonite.

La même collection renferme des échantillons de calcaire gris des environs de Vic contenant des nids de lames crêtées de barytine d'un rouge jaunâtre.

Jura. — *Jura*. M. Collot a signalé (*op. cit.*) des pseudomorphoses de barytine en calcite sur des ammonites pyritisées de la zone à *Amm. Renggeri*.

Doubs. Des boules hérissées de pointements brisés du kimeridgien de Pesmes sont, d'après le même géologue (*op. cit.*), des pseudomorphoses partielles de barytine en quartz ; il en serait de même des concrétions siliceuses et calcaires des marnes oxfordiennes de Palante, près Besançon, dans lesquelles il ne reste plus de barytine.

Alpes. — *Isère.* Le callovien de Mens renferme des rognons de barytine, associée à de la malachite.

Hautes-Alpes. Rognons radiés dans les marnes de Châtillon-le-Désert.

Provence. — *Bouches-du-Rhône.* Barytine lamellaire dans les ammonites pyriteuses du callovien inférieur de Saint-Marc, près Aix (vallée de Vauvenargues) (Collot, *op. cit.*).

c). *Dans le crétacé.*

Alpes. — *Drôme.* Sc. Gras signale (*Statist. minér. Drôme.* 1835. 81) l'existence de nodules ovoïdes de barytine dans les marnes aptiennes de Comps.

Hautes-Alpes. — Les marnes aptiennes de Peyssier, au pied orien-



Fig. 82.
Rognons de barytine de Peyssier. (*Photographie réduite d'un tiers.*)

tal de la Montagne d'Aujour, à l'Ouest de Barcillonnette, dans le Dévoluy, renferment de gros nodules concrétionnés d'un gris noir, à structure compacte (fig. 82), dont l'intérieur est parcouru (fig. 83) par

des veines fibrolamellaires jaunes, constituées par des cristaux de



Fig. 83.
Section transversale du rognon de barytine représenté par la figure 82.

barytine, dont les intervalles sont remplis par de la calcite ; ils sont



Fig. 84.
Lame taillée dans l'échantillon de la figure 82 (*Lumière polarisée parallèle, grossissement de 30 diamètres*).

allongés suivant b et présentent a^2 et e^4 comme formes dominantes.

L'examen microscopique atténue la différence si nette qui existe macroscopiquement entre la masse compacte et les veines. L'une et les autres sont constituées par de la barytine, mais celle-ci y présente des structures différentes. Dans la partie compacte, elle forme des lamelles aplaties, groupées en gerbes qui, dans les lames minces, offrent l'aspect des groupements de baguettes annelées, comparables à celles des chondres d'enstatite des météorites ; comme elles, elles sont souvent palmées, ramifiées. De la calcite remplit les intervalles des segments de ces groupements chondritiques ; elle est aussi englobée par la barytine elle-même. D'autres plages rappellent davantage les microlites palmés de certaines andésites (fig. 84). Quant à la barytine des veines, elle est finement grenue, limpide et dépourvue d'inclusions de calcite.

Des cristaux de barytine se trouvent aussi dans les septarias de l'aptien de Bruis et des environs de Serres.

Basses-Alpes. M. Collot m'a communiqué de petites masses clivables de barytine jaunâtre, qui remplissent l'intérieur des ammonites pyriteuses de l'aptien supérieur à *Amm. Milleti* du Col de Moriez.

Algérie. — *Alger*. Les marnes bleuâtres sénoniennes du Bordj du Caïd Tahar, à 7 km. au Sud de Marengo, et de Masséna près Orléansville, ainsi que de nombreuses autres localités, renferment des nodules de barytine, pouvant atteindre 5 cm. de diamètre : elles sont constituées par des cristaux bacillaires, divergeant du centre qui est parfois occupé par de la calcite. Ces nodules sont identiques à ceux du Mont Paterno, près Bologne, qui ont eu une grande célébrité dans l'ancienne minéralogie, sous le nom de *pierre de Bologne* (phénomènes de phosphorescence dans l'obscurité de la poudre ayant été chauffée au rouge).

Tunisie. — Des rognons de barytine semblables aux précédents abondent dans les marnes aptiennes et surtout dans les marnes sénoniennes de la Régence. M. Pervinquière, qui me les a signalés, m'en a remis des échantillons, provenant des environs de Sidi-Abd-el-Kerim et du Bordj Bargon.

Je dois à M. Descoux de gros cristaux blancs ($pa^2\,a^4\,e^4$ aplatis suivant p et allongés suivant l'axe a), et des masses lamellaires provenant des assises crétacées de la région de Gafsa.

d) *Dans les assises tertiaires.*

Bassin de Paris. — La célestite est très abondante dans les assises tertiaires du Bassin de Paris, par contre la barytine n'y a été rencontrée que dans les trois gisements suivants.

Seine-et-Marne. M. L. Janet l'a trouvée (*B. C. F.* XV. 156. 1904) sous forme de nodules tendres et pulvérulents à la base des glaises vertes de Mortcerf.

Seine. M. Termier à décrit un agrégatde petites tables de barytine cimentées par une argile rouge, rencontrée en rognons dans l'argile plastique de Suresnes (*B. S. M.* XXXI, 135, 1908).

Loiret. M. L. Janet a trouvé des rognons de barytine, semblables à ceux de Mortcerf, dans les argiles de la Sologne, à la Ferté-Saint-Aubin.

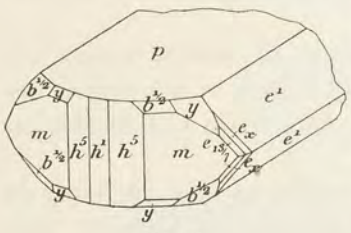


Fig. 85.
Barytine de Lauzerte.

Périgord. — *Tarn-et-Garonne.* Les calcaires marneux oligocènes de Lauzerte renferment des cavités contenant de gros cristauxde barytine verdâtre, translucide (5 cm.) ; ils sont aplatis suivant p et allongés suivant a ; j'y ai observé la combinaison suivante $p\ m\ h^1\ h^5$ (320) e^1 $b^{1/2}$ y (122) et deux faces courbes de la zone $m\ e^1$, voisines de e_2 et oscillant entre $e_{43/7}$ (3.10.7) et $e_{27/13}$ (7.20.13) (fig. 85).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les belles géodes de calcite de Saint-Romain renferment quelquefois de jolis cristaux de barytine du type I présentant les formes $p\ m$, avec ou sans $a^2\ e^1\ h^1\ h^5\ g^1\ b^{1/2}$ (fig. 86) ; ils sont transparents, mais parfois la surface des faces de la zone verticale est blanche et opaque.

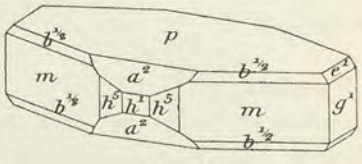


Fig. 86.
Barytine de Saint-Romain.

Alpes. — *Basses-Alpes.* Des concrétions volumineuses de barytine, formées par des cristaux groupés radialement, ont été rencontrées dans les marnes miocènes de la tranchée de la gare de Mézel (Collot, *op. cit.*).

e) *Dans les roches éruptives.*

Dans les trachytes et les andésites.

Plateau Central. — *Cantal.* J'ai observé de très petits cristaux limpides ($p\,m\,a^2, e^1$) de barytine, accompagnant le quartz, dans des géodes de l'andésite à biotite miocène de Reymond, sur le sentier du Puy Mary.

Dans les basaltes.

Plateau Central. — *Cantal.* La barytine laminaire se trouve avec aragonite dans des géodes de basalte de la Cascade de Sailhans près Saint-Flour.

Puy-de-Dôme. Le basalte de la Tour de Boulade, à Gévillat, près Issoire, renferme de petites géodes à parois de calcite mises en liberté par l'altération de la roche volcanique. Ces géodes contiennent des cristaux distincts de calcite (b^1, avec ou sans e^1), de sidérite (orientée sur la calcite), de quartz et de barytine, que j'ai pu étudier, il y a quelques années, grâce à l'obligeance de M. Pagenel : elles viennent d'être décrites par M. Vigier (*C. R. Ass. fr. Avanc. Sc.* (*Clermont*, 1908 [1909].431). Ces cristaux de barytine sont limpides, incolores, généralement aplatis suivant p et présentent, soit un égal développement suivant les axes a et b [combinaison $p\,e^1\,a^2$ (fig. 9)], soit un plus grand développement suivant les axes a (fig. 6) ou b (type de la figure 81). Les formes observées sont : p, m, h^1, a^4, a^2, e^1, $b^{1/2}$; les cristaux ne dépassent pas 1 cm.

M. Gonnard a trouvé la barytine associée à des zéolites (christianite, chabasie, etc.) dans le basalte de Périer près d'Issoire.

CÉLESTITE

$SrSO^4$

Orthorhombique : $mm = 104^\circ\,2'$.

$b : h = 1000 : 1011{,}302$ $\quad D = 788{,}190$ $\quad d = 615{,}432.$

$[a : b : c = 0{,}780817 : 1 : 1{,}28307]$

Formes observées. p (001); m (110), h^1 (100), h^4 (530), g^1 (010), g^3 (120);

a^4 (104), a^2 (102), a^1 (101);

e^1 (011); $b^{3/2}$ (113), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111), $b^{1/4}$ (221);

$\theta = (b^{1/7}\, b^{1/2}\, h^{1/4})$ (958);

$\varepsilon = (b^1\, b^{1/3}\, g^{1/4})$ (124); $y = (b^1\, b^{1/3}\, g^{1/2})$ (122), $\psi = (b^{1/2}\, b^{1/4}\, g^{1/3})$ (133), $\chi = (b^{1/3}\, b^{1/5}\, g^{1/4})$ (144); $s = (b^{1/8}\, b^{1/12}\, g^{1/9})$ (2.10.9); $\Upsilon = (b^{1/9}\, b^{1/11}\, g^{1/10})$ (1.10.10);

$e_{5/3} = (b^{1/3}\, b^{1/5}\, g^{1/3})$ (143); $e_{6/5} = (b^{1/5}\, b^{1/6}\, g^{1/5})$ (1.11.10).

Les mesures suivantes ont été prises : (Dx) sur des cristaux de Meylan par Des Cloizeaux (note inédite), (S) par M. Stöber sur ceux de Brousseval, (C) par M. Cesàro, sur ceux du Djebel-Bezina et enfin (Lx) par moi-même sur les cristaux de plusieurs localités (Anzin, etc.) étudiées plus loin : elles ne se rapportent qu'aux faces peu communes.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
*mm	104° 2′	
mg^1	127°59′	
mh^1	142° 1′	
$h^1\, h^4$	154°54′	
mh^4	167° 7′	167°46′ (C)
$g^1\, g^3$	147°22′	147°28′ (Lx)
$g^3\, g^3$ av.	65°16′	65° 6′ (Lx)
mg^3	160°37′	160°40′ (Lx)
*pa^4	157°40′	157°38′ (Lx)
$pa^4\, a^4$ s. h^1	44°40′	
pa^2	140°35′30″	
$a^2\, a^2$ s. h^1	78°49′	
pa^1	121°19′30″	
$a^1\, a^1$ s. h^1	117°21′	
pe^1	127°56′	
$e^1\, e^1$ s. p	75°52′	
$pb^{3/2}$	145°12′	145° 5′ (Lx)
$mb^{3/2}$	124°48′	
pb^1	131°48′30″	
mb^1	136°11′30″	136°13′ (C)
$pb^{1/2}$	115°37′30″	115°31′ (Lx)
$mb^{1/2}$	154°22′30″	
$pb^{1/4}$	103°29′30″	103°27′ (Lx)
$mb^{1/4}$	166°30′	166°23′ (C) 28′ (Lx)
pm	90°	
$p\theta$	116°24′	
$p\varepsilon$	142°42′	142°38′ (Lx)
py	123°17′	
pg^3	90°	
$p\psi$	125°38′	
$\psi\psi$ s. p	108°44′	
$p\chi$	126°35′	126°19′ (S)
$pe_{5/3}$	119° 6′	
$p\Upsilon$	127°42′30″	
$pe_{6/5}$	125° 8′	
ps	124°12′	
ma^1 adj.	132°19′	
me^1 opp.	60°57′30″	
me^1 adj.	119° 2′30″	
$me_{6/5}$	125° 3′30″	
$me_{5/3}$ adj.	136°14′	
$e^1\, e_{5/3}$	162°48′30″	
$e^1\, e_{6/5}$	173°58′30″	174°11′ (C)
$m\theta$ adj.	150° 7′	150° (Lx)
ma^2	120° 1′	
θa^2	149°54′	149°15′ à 40′ (Dx)
mb^2 lat.	96°26′	
me^2 opp.	70°35′	
me^2 adj.	109°25′	
my adj.	142° 3′	

	Angles calculés.	mesurés.
m ψ adj.	135°22′	
$m\chi$ adj	131°34′30″	
mY	124°12′30″	
$m\varepsilon$ adj.	124°52′	
g^1 $b^{1/2}$	123°42′	
$b^{1/2}$ $b^{1/2}$ av.	112°36′	112°37′50″ (S)
g^1 $b^{1/4}$	126°46′	
$b^{1/4}$ $b^{1/4}$ av.	106°24′	
g^1 y	134°45′	
g^1 a^2	90°	
y a^2	135°15′	135°10′ (Lx)
yy s. a^2	90°30′	
g^1 $e_{5/3}$	146°19′	
g^1 ψ	138°22′	
g^1 $b^{3/2}$	110°34′	
$\psi\psi$ s. a^3	83°16′	
g^1 a^3	90°	
g^1 χ	139°53′	
g^1 ε	120°41′	
g^1 b^2	106°32′	
g^1 a^4	90°	
εa^4	149°19′	
ε s. a^4	118°38′	
g^1 Y	141°42′	
g^1 0	110°53′	
h^1 $b^{1/2}$	135°17′	
h^1 y	116°48′	
h^1 ψ	108°37′	149° 5′ (S)
$\psi\psi$ s. e^1	142°46′	140°26′ (S)
h^1 Y	95°46′	
$b^{1/2}$ y	161°31′	161°28′ (Lx)
$b^{1/2}$ ψ	153°19′	
$b^{1/2}$ χ	148°53′	149°,148°53′ (C)58′ (Lx
$b^{1/2}$ Y	140°29′	140°26′ (S)
$b^{1/2}$ e^1	134°43′	
Y e^1	154°14′	
h^1 χ	104°10′	
h^1 e^1	90°	
χ e^1	165°50′	165°48′ (C) 49′ (Lx) 56′ (S)
ψe^1	161°23′	
y e^1	153°12′	153°15′ (Lx)
h^1 0	145°16′	
h^1 ε	106° 4′	
h^1 e^2	90°	
$\varepsilon\varepsilon$ s. e^2	141°52′	141°45′ (Lx)
h^1 $e_{5/3}$	105°27′	
h^1 $b^{3/2}$	116°44′	
g^3 $b^{1/2}$ adj.	148°16′	
g^3 a^2 adj.	110° 1′	
g^3 $b^{3/2}$ opp.	86°57′	
$g^3\varepsilon$ lat. opp.	75°19′	
g^3 e^1 opp.	48°23′	
g^3 e^1 adj.	131°37′	
εe^1	153° 4′	153° env.
a^2 e^1	118°21′	
a^2 $b^{3/2}$	156°56′	155°48′ (Lx)
$e^1 s$	167°49′	167°30′ (C)
$s\chi$	176°21′	176°30′ (C)
$a^2\chi$	128° 1′	127°53′ (C)50′ (Lx)
g^1 $e_{6/5}$	144° 1′	

Faciès des cristaux. Il existe une grande analogie entre les cristaux de célestite et ceux de barytine, mais des types spéciaux s'observent aussi.

Type I. Les cristaux sont aplatis suivant p (001) avec les faces m (110) dominantes (type I a) ; c'est l'homologue du type I de la barytine (fig. 3, page 51 et fig. 14).

Type II. Les cristaux sont également développés[1] suivant les axes a

1. L'égal développement de m, a^2 et de e^1 conduit à une forme à faces pentagones, rappelant un dodécaèdre pentagonal du système cubique (fig. 32), par suite de la similitude des angles suivants :

ma^2	120° 1′	mm	= 104° 2′
me^1	119° 2′	e^1e^1 s. g^1	= 104° 8′
a^2e^1	118°21′	a^2a^2 s. p.	= 101°11′

et b, avec les formes p (001), a^2 (102) et e^1 (011) dominantes et d'égales dimensions (fig. 32).

Type III. Les formes dominantes sont a^2 et e^1 ; les cristaux sont allongés suivant l'axe a (fig. 4 et 25) ou l'axe b ; il existe souvent un aplatissement plus ou moins marqué suivant p (fig. 15 et 16).

Type IV. Les formes e^1 (011), m (110) et souvent a^2 sont très développées (fig. 1 à 3) ; les cristaux sont souvent allongés suivant l'axe a. Parfois p est très développé (fig. 13).

Type V. Les cristaux plus ou moins aplatis suivant p (001), présentent les faces p, h^1 et e^1 prédominantes : ils sont allongés tantôt suivant a (fig. 6) tantôt suivant b (fig. 29 et 30).

Type VI. Les cristaux sont très allongés suivant l'axe a, avec e^1 (011) prédominant ; ils sont terminés par m, a^2, etc. (Type V a) (fig. 10). Très souvent, l'extrémité de l'axe a est occupée par une pyramide ψ (133) (fig. 20 et 21) ou χ (144) (fig. 7 à 9, 11) (Type V b) ; parfois même celle-ci existe seule (Type V c) (fig. 22), (célestine apotome d'Haüy). L'arrondissement des faces ψ et surtout χ conduit à des formes lenticulaires présentées par les célèbres pseudomorphoses en calcite de la célestite de Sangershausen (*natrocalcite*), de Paris (fig. 28), etc.

Les faces h^1 (100) portent parfois des stries parallèles à l'axe c. Dans le type V, les faces e^1 sont souvent striées parallèlement à leur intersection avec l'arête de zone $e^1\ b^{1/2}$ (zone contenant les pyramides y, ψ, χ, Y, qui portent parfois les mêmes stries). Les formes e^1, ψ, χ ont fréquemment leurs faces ondulées ou courbes.

Aucune macle n'a été observée dans la célestite, mais les groupements à axes parallèles sont fréquents et offrent des particularités spéciales suivant les types ; il en sera donné plus loin quelques exemples.

La célestite se rencontre aussi en masses laminaires, fibrolamellaires, en fibres très rigides et rectilignes, plus rarement contournées, en masses globuleuses et enfin en masses finement grenues (Bassin de Paris).

Les fibres sont parfois allongées suivant l'axe b (Bréziers) ou b, mais le plus souvent (Wassy, Bouvron, etc.) l'allongement n'a lieu suivant aucun axe de symétrie : les fibres dissociées se montrent bordées par des arêtes en dents de scie obliques à leur allongement. Leur angle d'extinction est parfois très oblique : on en trouve qui sont aplaties suivant h^1 (perpendiculaire à $\mathbf{n}_g$), mais avec des orientations variées du plan des axes optiques.

Clivages. Clivages, parfait suivant p (001) ; presque parfaits suivant m (110), parfois assez net suivant g^1 (010). Cassure inégale.

Dureté. 3, à 3,5.

Densité. 3,95 à 3,97 ; 3,991 (Ville-sur-Saulx, M. Stöber.)

Coloration et éclat. La célestite est d'ordinaire incolore ; la couleur bleue n'est pas rare ; elle n'apparaît souvent que dans les gros cristaux d'une géode, dont les petits sont incolores. Le minéral peut être blanc ou d'un gris verdâtre, rougeâtre, noir (inclusions argileuses). Poussière blanche. Transparente, translucide ou opaque. Éclat vitreux, passant au nacré.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë positive ($\mathbf{n}_g$) perpendiculaire à h^1 (v. fig. 10 *bis* p. 54).

$\mathbf{n}_g = 1{,}63092$ Arzruni (D)
$\mathbf{n}_m = 1{,}62367$ 1,62352 (Brousseval, Stöber).
$\mathbf{n}_p = 1{,}62198$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}00794$ d'où 2 V = 51°12′ et 2 E = 89° 6′

L'écartement des axes optiques augmente avec la chaleur.

Pléochroïsme. La célestite bleue est pléochroïque, mais cette propriété n'est visible que dans des lames de quelques millimètres d'épaisseur. Le maximum d'absorption a lieu suivant $\mathbf{n}_p$.

Composition chimique. La formule $SrSO^4$ correspond à la composition (*a*) ; *b*) célestite du Djebel Kebbouch par M. Pisani (*in* Termier, *op. cit.*).

	a	*b*
SO^3.....	43,6	43,40
SrO.....	56,4	56,20
CaO.....	»	0,40
	100,0	100,00

La célestite est souvent pure ; elle peut contenir des traces de calcium (*calciocélestite*), de baryum ; les types de passage à la barytine (*barytocélestite*) se rapprochent plus de ce minéral que de la célestite.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, décrépite, fond en une perle blanche (avec réaction alcaline), et colore la flamme en rouge pourpre. Au feu réducteur, sur le charbon, le minéral est réduit en une masse peu fusible, qui, traitée par l'acide chlorhydrique et l'alcool, communique à la flamme de celui-ci une couleur rouge pourpre ; les autres réactions pyrognostiques sont celles de la barytine. A peine soluble dans les acides.

Altérations. La célestite se rencontre transformée en calcite et ce sont des pseudomorphoses de ce genre (Dx) qui constituent le minéral de Sangershausen (Thuringe) appelé autrefois *natrocalcite* et successivement rapporté à la gay-lussite, au gypse, etc. ; des pseudomorphoses de ce genre se trouvent à Paris (p. 125, fig. 28).

J'ai observé des pseudomorphoses de célestite en opale, en lutécite, etc., qui sont décrites page 121.

Diagnostic. Voir page 55.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les principaux modes de gisement de la célestite sont les suivants :

1° Dans les formations sédimentaires.

2° Dans les filons métallifères.

3° Dans les sources thermales.

4° Dans les roches volcaniques.

1° *Dans les formations sédimentaires.*

Le gisement principal de la célestite est dans les roches sédimentaires. Malgré sa faible solubilité, ce minéral paraît généralement provenir de la concentration moléculaire, en des points privilégiés, des traces de strontium qui se trouvent dans la plupart des sédiments marins. On sait en effet que l'eau de mer renferme une petite quantité de carbonate de strontium, qui se dépose par son évaporation en même temps que le carbonate de calcium.

Pour la facilité des recherches, les divers gisements français vont être énumérés par ordre chronologique ; j'y ai joint quelques gisements, tel que celui d'Anzin, dans lesquels la célestite se trouve dans des fentes de sédiments ; elle y est due à des circulations d'eau, et se rapproche par suite de celle formée dans les filons.

a) *Dans les assises paléozoïques.*

Flandre. — *Nord.* De fort jolis cristaux limpides de célestite ont été rencontrés sur des scalénoèdres d^2 de calcite dans les fentes du houiller de la Fosse Grand Condé à Anzin. La fig. 1 représente la combinaison la plus compliquée, que j'ai observée sur quelques-uns de ces cristaux, qu'a bien voulu jadis me donner Mallard : p, e^1, g^1, g^3, m, $b^{1/2}$, $b^{1/4}$, a^2, χ (144) ; à l'inverse de ce qui a lieu d'ordinaire, les faces de cette dernière forme sont planes et brillantes. On a vu page 79 que dans la même région et dans les mêmes conditions de gisement, se trouvent de jolis cristaux de barytine, également associés à de la calcite.

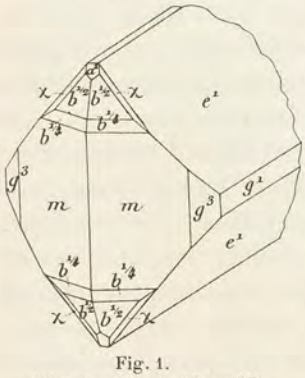


Fig. 1.
Célestite d'Anzin (Type IV).

Plateau Central. — *Aveyron.* La collection du Muséum possède un échantillon de célestite d'un blanc bleuâtre en grands cristaux indistincts aplatis et accolés, provenant de Marcillac ; le Catalogue porte, de la main de Dufrénoy, que le minéral a été recueilli dans les fentes de grès (permien) : ces grès étant recouverts par des marnes liasiques, il est possible que la célestite s'y soit produite par descensum, comme dans la craie de Meudon dont il sera question plus loin.

b) *Dans les assises secondaires.*

Trias.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Les calcaires accompagnant le gypse à Saint-Boès renferment quelquefois, associés aux cristaux de soufre, décrits tome II, de jolis cristaux de célestite limpides ; ceux que j'ai examinés mesurent 1 cm., ils sont implantés sur des cristaux de calcite et recouverts d'un léger enduit de bitume. La figure 2 représente l'un d'entre eux ; il est allongé suivant l'axe *b* et présente a^2, *m*, e^1, $b^{1/2}$, *y* (122), et enfin une pyramide courbe, que j'ai notée χ (144), mais qui oscille vers ψ (133).

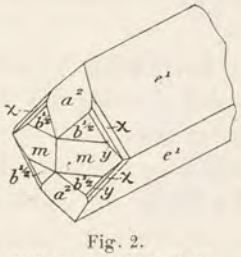


Fig. 2.
Célestite de Saint-Boès.
(*Basses-Pyrénées.*)

Lévy a décrit (*op. cit.*, I. 323. pl. XVIII, fig. 5) des cristaux bleus de célestite, associés à du soufre, de la calcite et du quartz et indiqués comme provenant de Saint-Béat ; j'ai examiné l'échantillon en question actuellement conservé au British Museum et M. Spencer m'a donné la copie de ce qui le concerne dans le catalogue originel de la collection Heuland ; celui-ci ne porte pas Saint-Béat (*Garonne*), comme le texte de Lévy, mais Saint-Béat (*Landes*). Il n'est pas douteux que cet échantillon ne provienne, non pas de Saint-Béat, mais de Saint-Boès [1] : la gangue de ces cristaux rend cette opinion évidente.

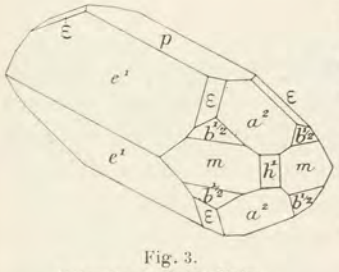


Fig. 3.
Célestite de Saint-Boès.

La figure 3 est la reproduction de celle de Lévy, mais avec une interprétation différente des faces marquées ε (124) ; dans son texte en effet, Lévy

1. Cette localité se trouve dans les *Basses-Pyrénées*, mais tout à fait à la limite du département des *Landes*.

les note $i = (b^{1/2}\ b^{1/4}\ g^{1/3})$, ce qui est mon ψ ; il y a évidemment erreur, car ψ ne se trouve pas dans la zone $a^2\ e^1$. Dans son atlas, Lévy a indiqué $i = (b^1\ b^{1/2}\ g^{1/4})$, or cette forme ne se trouve pas davantage dans cette zone. Il me paraît vraisemblable qu'il s'agit de $\varepsilon = (b^1\ b^{1/3}\ g^{1/4})$ (124), qui satisfait aux conditions de position du dessin.

Cévennes. — *Gard*. Le gypse triasique renferme entre Saint-Hippolyte et Lasalle des cristaux $m\ a^2$ de célestite rougeâtre à formes nettes, mais à faces généralement ternes ; ils atteignent un centimètre. et peuvent être facilement isolés de leur gangue.

Saône-et-Loire. Les calcaires dolomitiques de Charrecey, près Saint-Léger-sur-Dheune, renferment des cristaux de célestite blanche, souvent enchevêtrés ; ils sont aplatis suivant p (001) et présentent en outre les faces m (110) très développées (type I). Ils forment des agrégats enchevêtrés dont il est difficile d'isoler des cristaux entiers.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. La célestite en veines fibreuses a été signalée dès 1798 dans les glaisières et dans le gypse de Bouvron près Toul, par Lelièvre (*Bull. Soc. Phil.* 183, 1798). L'échantillon que possède la collection du Muséum est d'un blanc bleuâtre : les fibres ont environ 4 cm. de longueur.

[*Lorraine*]. La célestite a été trouvée à Moyenvic en croûtes fibreuses bleues, semblables à celles de Saint-Dizier, ainsi qu'à Vic et à Dieuze (Pettoncourt, Monselet, Salonne, Saint-Médard) : elle y forme de petites masses flabelliformes rosâtres.

Vosges. La célestite a été rencontrée dans les marnes triasiques de Saut-le-Cerf, près Épinal.

Alpes. — *Savoie*. Sella a recueilli au glacier de Gébroulaz, de jolis cristaux transparents de célestite mesurant 1 cm. 5 ; ils sont associés au soufre et à l'anhydrite (*Att. Acc. Lincei* IV. 465. 1887). Ils sont allongés suivant a et sont constitués par les formes suivantes e^1, m, p, a^2, a^4, $b^{1/2}$, h^1, y (122).

Algérie. — *Oran*. M. Flamand m'a signalé l'existence de cristaux blancs, bleus et gris de célestite ($p\ m\ e^1$; $p\ m\ a^2\ e^1$) à Aïn-Ouarka (cercle d'Aïn-Sefra), dans les gypses triasiques, qui contiennent aussi des cristaux de barytine (voir page 97).

Jurassique

Lias

Plateau Central. — *Aveyron*. Les marnes toarciennes des Infrats, près Cornus, renferment en abondance de la célestite bleue et blanche, laminaire ou fibreuse ; mais il existe aussi des cristaux distincts dans les loges de grandes ammonites et surtout dans des blocs de lignite.

Les échantillons que j'ai étudiés m'ont été communiqués par M. de Brun ; ils sont bleuâtres et translucides, dès qu'ils dépassent un centimètre ; les plus petits sont incolores et parfaitement hyalins. Ces cristaux sont parfaits, fortement allongés suivant a et sont souvent constitués uniquement par e^1 et a^2, mais il existe aussi parfois p, m, $b^{1/2}$, h^1 (faces courbes). Il est assez fréquent d'observer sur l'arête a^2 a^2 à la place de h^1, des angles rentrants (fig. 4), indice de groupements à axes parallèles.

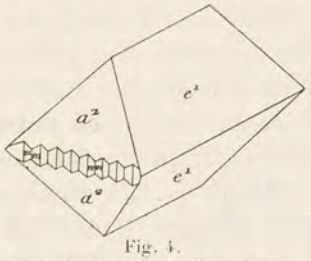


Fig. 4.
Célestite des Infrats. Type III à structure polysynthétique.

Rhône. En cristaux bleus dans les loges des ammonites du Mont d'Or lyonnais.

Saintonge. — *Charente*. Les marnes gypseuses purbéckiennes de Montgaud en Cherves de Cognac et celles de Mons renferment des rognons de célestite compacte, ayant l'aspect de ceux de l'oligocène parisien.

Ardennes. — *Ardennes*. Des veinules fibreuses, blanches ou bleuâtres de célestite ont été rencontrées, associées à des lignites très pyriteux liasiques, dans les fossés de la citadelle de Mézières, ainsi qu'aux environs de Charleville (sinémurien).

Jura. — *Jura*. C'est surtout dans les septarias du lias moyen que ce minéral abonde en masses grenues saccharoïdes, lamellaires et plus rarement en cristaux (Pimont, Baume, Salins, Vernantois, Conliège, Perigny près Lons-le-Saunier).

A Conliège, ces septarias atteignent 40 centimètres de diamètre (de Chaignon, *Mém. Soc. Sc. nat. de Chalon-sur-Saône*, 116, 1884),

ils se rencontrent surtout dans les marnes à *Pecten aequivalvis*, à l'extrémité N.-E. du village à la hauteur de l'église Saint-Étienne-des-Coldre (tranchée du chemin de fer).

Dans les échantillons que j'ai examinés, la célestite blanche ou bleuâtre, fréquemment associée à de la calcite, de la dolomite, constitue le plus souvent des masses laminaires ou flabelliformes, mais parfois il existe aussi des cristaux très nets.



Fig. 5.
Groupement à axes parallèles de célestite de Conliège. h^1 (100) est à peu près dans le plan de la figure.
(*Photographie un peu grossie.*)

Ils présentent toujours les faces e^1 (011), p (001), h^1 (100) très développées ; ces dernières sont généralement cannelées verticalement ; il existe en outre parfois de petites facettes a^2 (102) et m. Ces cristaux sont allongés tantôt suivant l'axe a et tantôt suivant l'axe b. La figure 30 représente l'aspect le plus fréquent ; j'ai observé des groupements complexes d'individus formés par des cristaux de ce type, réunis à axes parallèles (fig. 5).

La figure 6 représente un cristal, qui porte en outre la pyramide $b^{3/2}$ (113). Elle a été dessinée avec son développement théorique, mais elle n'est en général représentée que par une ou deux larges faces.

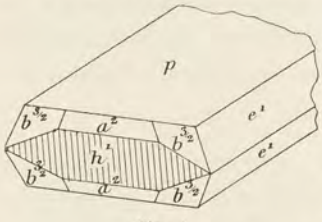


Fig. 6.
Célestite de Conliège.
(Type V.)

Enfin, j'ai rencontré des cristaux à formes communes, p e^1 a^2 (avec accessoirement m et $b^{1/2}$), qui sont groupés à axes parallèles, avec accolement suivant g^1, comme dans la figure 4, de façon à donner sur l'extrémité antérieure une série d'angles rentrants, qui expliquent l'origine des profondes cannelures que les cristaux du type de la figure 7 portent sur leurs faces h^1.

Les cristaux de la Balme d'Épy sont aplatis suivant la base et présentent les formes p, a^2, a^4, e^1, m, avec égal développement suivant a et b.

Alpes. — *Basses-Alpes.* J'ai observé de jolis cristaux de célestite blanche (type de la fig. 15) sur les cristaux de quartz épars dans les marnes toarciennes de Marcoux, près Digne.

Mésojurassique

Normandie. — *Calvados.* Hérault a signalé (*Ac. roy. sc. lettr. Caen.* 65, 1823) dans le calcaire bathonien de Caen l'existence de masses de quartz blanc ou bleuâtre, limitant des cavités polyédriques, qu'il rapporte à la célestite. La collection du Muséum possède des échantillons de ce genre provenant des carrières d'Allemagne et de la Maladrerie ; ils sont lardés de ces cavités, dont j'ai moulé quelques-unes. Ces moulages atteignent 4 cm. de longueur ; ils sont allongés suivant a ; ils présentent e^1 (011) comme forme dominante (oscillant vers des pyramides aiguës) et sont terminés par m (110) et a^2 (102) également développés (type de la figure 11). Ces cristaux pourraient avoir appartenu à de la barytine aussi bien qu'à de la célestite, mais en collant des lamelles de verre mince sur les faces e^1, j'ai mesuré des angles de 104° environ, c'est donc bien à la célestite qu'il faut rapporter le minéral disparu.

Suprajurassique

Champagne. — *Haute-Marne.* Le jurassique supérieur et surtout le portlandien de cette région renferment de nombreux gisements de célestite ; les plus importants se trouvent aux environs de Wassy. Tombeck a cité la localité de Brousseval (*B. S. G.* XXIX. 41. 1871) comme particulièrement remarquable à ce point de vue. J'ai examiné un grand nombre d'échantillons donnés par ce savant à la collection du Muséum. Plus récemment, M. de Mauroi en a recueilli d'autres dans une tranchée de chemin de fer ouverte dans cette même localité ; les cristaux, en moyenne plus petits, mais plus nets et plus limpides que les précédents (ils atteignent cependant parfois 4 centimètres), remplissent les poches d'un calcaire jaune ; ils ont été étudiés par M. Michel (*B. S. M.* XIII. 319. 1890), par M. Stöber (*Z. K.* XXI. 339. 1893) et j'en ai moi-même examiné de très nombreux échantillons.

Ils sont à rapporter à trois types distincts, correspondant à mes types VI, IV, et I.

Le type VI est le plus fréquent, c'est celui qu'a étudié M. Stöber; il est essentiellement caractérisé par la prédominance des formes e^1 (011) et χ (144)[1], souvent associées à $b^{1/2}$ (111), a^2 (102), m (110), h^1 (100) et enfin beaucoup plus rarement à Y (1.10.10), pyramide observée par M. Stöber, auquel sont empruntées les figures 7 à 9; les deux premières représentent bien les cristaux que j'ai moi-même étudiés. Parmi ceux-ci (trouvaille de 1871), l'irrégularité est souvent très grande par suite de l'enfilage de nombreux individus le long de l'axe d'allongement. Ces cristaux sont ternes lorsqu'ils sont de grande

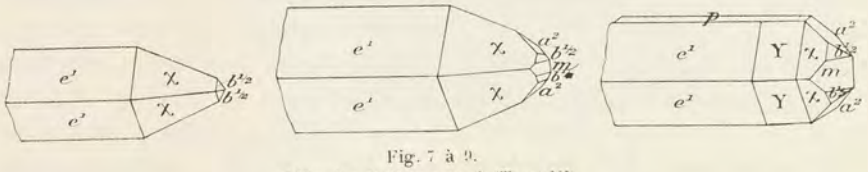


Fig. 7 à 9.
Célestite de Brousseval (Type VI).

taille, et très striés. Seuls, les petits sont brillants; exceptionnellement, il existe des cristaux de couleur noire.

La célestite du type IV forme des tables aplaties suivant p (001), allongées suivant une arête pe^1, avec les faces e^1 (011), a^4 (104), a^2 (102) et $b^{1/2}$ (111), de petites facettes $b^{1/4}$ (221) et χ (144); ces cristaux n'ont guère que quelques millimètres de plus grande dimension.

Enfin, les cristaux du type I sont très aplatis suivant p et présentent les formes p, m, a^2 et $b^{1/2}$.

La célestite est encore commune aux environs de Wassy, au lieu dit le Buisson-Rouge, à la Franche de Flormoy, dans les champs qui dominent la route d'Attancourt (masses fibreuses).

J'ai observé un fragment d'une grosse ammonite (*Lythoceras cornucopiæ*) venant de Torcenay et entièrement transformée en célestite lamellaire.

M. Collot a signalé (*C. R.* CXLI. 833, 1905) dans l'oxfordien marneux à *Creniceras Renggeri* de Jonchery des pseudomorphoses de bois en célestite fibrolamellaire.

1. M. Michel a indiqué la forme φ (133), au lieu de χ (144), présentée par les cristaux que M. Stöber a décrits et par ceux que j'ai moi-même mesurés.

Ardenne. — *Meuse*. Les marnes kimeridgiennes de Ville-sur-Saulx renferment de la célestite laminaire, fibreuse, ou très bien cristallisée et offrant alors une grande analogie avec les cristaux de Brousseval; les cristaux nets sont beaucoup moins abondants que dans cette localité ; ils ont été décrits par Von Lasaulx (*Sitz. Schless. Gesell. Vaterl. Cultur.* 1879) et par M. Stöber (*op. cit.*). Ils appartiennent au type VI, avec prédominance des faces e^1 et χ (144) ou plus rarement de la forme Y (1. 10.10). Les figures 10 à 12 (empruntées à M. Stöber) représentent les principales combinaisons de la célestite

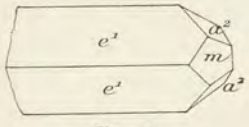
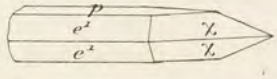


Fig. 10.
Célestite de Ville-sur-Saulx
(Type VI *a*).



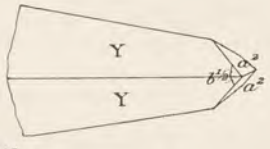


Fig. 11 et 12.
Célestite de Ville-sur-Saulx
(Types VI *b* et VI *c*).

de ce gisement. Des cristaux identiques aux précédents se trouvent dans les mêmes conditions à Demange-aux-Eaux.

La célestite fibreuse bleuâtre a été trouvée dans les lignites pyriteux oxfordiens du Moulin de la Perche près de Montsec.

[**Alsace**]. — Des cristaux de célestite tapissent les cavités de divers fossiles à Wilgotheim et à Avenheim (Daubrée).

Jura. — *Jura*. Les calcaires oxfordiens à *Perisph. plicatilis* renferment à Crêt-Dessus, près Saint-Claude, des lits de célestite bleuâtre ou blanchâtre, atteignant 4 centimètres d'épaisseur. La collection du Muséum possède une masse bacillaire à larges cristaux noirs provenant de ce gisement. M. Collot a décrit (*C. R.* CXLI. 834. 1905) dans les calcaires oxfordiens, exploités dans les environs de Dôle, des nodules grossièrement cylindriques, hérissés de pointements rhombiques : ils sont constitués par des pseudomorphoses, parfois complètes, de célestite en quartz.

Ain. En lits fibreux dans les marnes oxfordiennes de Saint-Rambert, avec calcite.

Alpes. — *Isère*. Les septarias des marnes oxfordiennes de Meylan, dont il a été question à l'occasion du quartz, renferment parfois de petits cristaux de célestite. Des Cloizeaux y a observé (note inédite)

la forme nouvelle θ (958), associée à a^2, m et e^1. La figure 13 représente un cristal que j'ai trouvé dans la collection de mon savant maître.

M. Kilian m'a communiqué des cristaux de célestite incolore, accompagnant de gros cristaux ($d^2\,b^1$) de calcite dans une loge d'ammonite (*Lytoceras Liebigi*) des calcaires berriasiens de Fourvoirie ; ils présentent les formes e^1 et m dominantes, avec de très petites facettes $b^{1/2}$ et e^4.

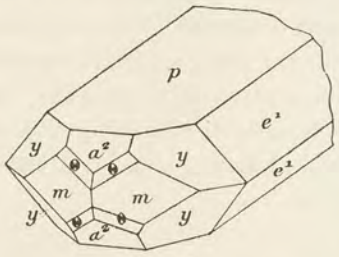


Fig. 13.
Célestite de Meylan (Type IV *b*).

Des masses de célestite à gros grains, moulées par une argile noire, qui, par le choc, dégagent une odeur fétide, se rencontrent dans les marnes de la couche à ciment de l'oxfordien supérieur de Comboire, près Seyssins.

Bassin du Rhône. — *Drôme.* A Condorcet, les marnes oxfordiennes renferment à proximité du filon de célestite, décrit page 126, des septarias, dont les cavités renferment de beaux cristaux de quartz, de

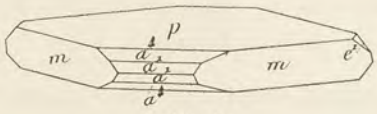


Fig. 14.
Célestite de Condorcet (Type I).

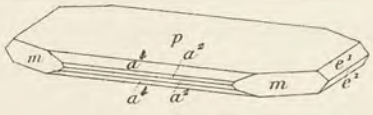


Fig. 15.
Célestite de Condorcet (Type III).

dolomite, de calcite et surtout de célestite. Ceux-ci ont été signalés par M. Michel (*B. S. M.* XV. 27. 1892), qui a bien voulu me remettre des cristaux que j'ai étudiés : leurs formes sont dessinées ci-contre

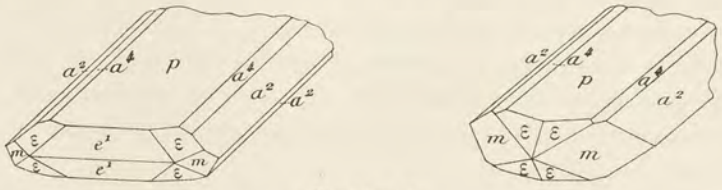


Fig. 16 et 17.
Célestite de Condorcet (Type III).

(fig. 14 à 17). Ils sont très tabulaires suivant p (001), et plus ou moins allongés suivant l'axe b ; ils présentent les formes p, a^4 (104), a^2 (102), e^1 (011), m (110) et la pyramide plus rare ε (124) (fig. 16 et 17); ils sont souvent accolés en grand nombre suivant h^1 (100).

Crétacé

Infracrétacé.

Bassin du Rhône. — *Hérault*, *Gard*, *Ardèche*. La célestite abonde en plaquettes fibreuses blanches ou bleuâtres dans les marnes hauteriviennes des Cévennes ; les gisements suivants sont particulièrement à citer à ce point de vue : *Hérault :* Ganges. *Gard :* Mas de Brunel et Mas des Trois-Perdrix près Vézenobres, Mons, Saint-Dionisy, Langlade, Calvisson (masses clivables gris de fumée), Montmirat, Saint-Théodorit, Pompignan, Sauve, Saint-Bénézet, Cassagnoles, la Vaunage près Nîmes, etc. *Ardèche :* Beaulieu, Berrias.

Bouches-du-Rhône. Des masses fibreuses de célestite grise, ayant jusqu'à 18 cm. d'épaisseur, et des cristaux bleus distincts du même minéral [e^1 (011), h^1 (100) et $b^{1/2}$ (111)] ont été rencontrés dans les marnes noires du gault à la tête nord du tunnel de la Nerthe, au Nord de Marseille, sur la ligne de Paris. C'est probablement de ce gisement que proviennent les cristaux signalés par M. Groth avec l'indication « la Nerthe » (*Min. Samml. Strassburg*, 146) ; ils sont implantés sur des cristaux de calcite.

M. Collot a rencontré (*C. R.* CXLI. 833. 1905) des *Ammonites simplex* des calcaires marneux néocomiens de Rognes transformés en célestite laminaire.

Champagne. — *Haute-Marne.* Des masses clivables et des cristaux distincts de célestite ont été signalés dans les dépôts ferrugineux du néocomien à Bettancourt près Saint-Dizier ; au voisinage du pont de cette localité, des tests de coquilles des calcaires néocomiens sont transformés en célestite. Dans le lit même de la Marne, on rencontre de belles masses laminaires du même minéral. Les échantillons de Bettancourt possédés par la collection du Muséum, consistent en grosses galettes ovoïdes donnant par cassures des solides de clivage ($p\,m$), ayant jusqu'à 3 centimètres d'arête ; ils sont d'un blanc bleuté ; dans leurs intervalles se

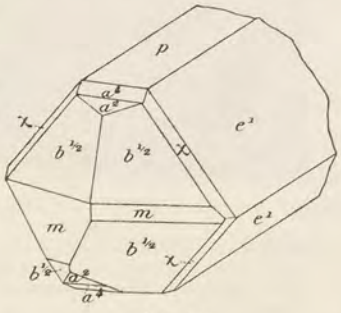


Fig. 18.
Célestite de Bettancourt.

voient des cristaux nets du type III très aplatis suivant p ($p\ e^1\ a^2$ et quelquefois m).

Les gisements des environs de Saint-Dizier fournissent aussi des plaquettes fibreuses de célestite bleue, dont l'épaisseur atteint 4 à 5 cm., il est très facile de dissocier les aiguilles parallèles qui les constituent.

Les cristaux nets sont beaucoup plus rares ; j'ai observé une géode de jolis cristaux bleus, transparents, atteignant 5 mm. et offrant les formes e^1, m, $b^{1/2}$, a^4, a^2, et χ (144). Ils présentent presque tous un développement anormal de leurs faces antérieures, dont un exemple est représenté par la figure 18.

A l'Est de Wassy, sur le chemin de Villiers-au-Bois, de belles masses fibreuses de célestite bleue se trouvent à la base des argiles ostréennes, qui recouvrent les calcaires à spatangues ; les fibres sont souvent séparées par un feuillet fibrolamellaire du même minéral perpendiculaire à leur allongement ; les échantillons ressemblent à une brosse double à soies très serrées.



Fig. 19.
Cristaux de célestite implantés sur du silex remplissant un *Echinochorys vulgaris* à test calcaire conservé de la craie de Meudon. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Lorraine. — *Meuse*. En masses lamellaires ou fibreuses dans le néocomien d'Ancerville, de Brillon ; dans cette localité se trouvent des cristaux qui rappellent par leur forme ceux de Ville-sur-Saulx.

Supracrétacé

Bassin de Paris. — *Seine*. La célestite a été rencontrée vers 1817 en fort beaux cristaux incolores ou bleuâtres, dans les fentes des silex de la craie sénonienne de Meudon, à l'intérieur d'oursins (fig. 19) et dans les tubulures plus ou moins cylindriques que présente la craie.

La forme la plus fréquente est la combinaison $e^1\ \psi$ (133) (fig. 20),

avec parfois a^2 (102) (fig. 21); ce sont ces derniers cristaux, dont Haüy a fait sa célestite dioxynite (*Minéral.* II. 33. 1822), la première combinaison étant le type de célestite apotome.

Ces cristaux ne se trouvent plus que dans les collections ; dans ceux que j'ai examinés, ψ est très développé et même parfois existe seul ; j'ai rencontré aussi parfois de petites facettes a^2, h^4, m, $b^{1/2}$.

Enfin, j'ai vu la combinaison $p\, e^1\, a^2$ (très aplatie suivant la base), avec parfois m, implantée sur le test calcaire de l'oursin représenté par la fig. 19, alors que les cristaux supportés par le noyau siliceux



Fig. 20 et 21.
Célestite de Meudon (Type VI).

du fossile présentent les combinaisons précédentes (*Nouv. Archives Muséum.* IX. 281. 1897).

Munier-Chalmas a signalé (*B. S. G.* XXV. 189. 1888.) de petits amas de célestite dans le calcaire pisolitique d'Auteuil et dans les marnes blanches de Meudon (montien).

Bassin du Rhône — *Gard.* Dans le cénomanien de l'arrondissement d'Uzès et en particulier à la Montagne du Bosquet, près Gaujac et à Auzigues en Cavillargues.

Bouches-du-Rhône. Je dois à l'obligeance de M. Collot, la communication d'un cristal de célestite recueilli par lui dans les cavités d'un hippurite sénonien (*Hipp. Toucasi*) de Figuières sur une falaise à 20 km. O. N. O. de Marseille. Ce cristal, recouvert de scalénoèdres de calcite, mesure 3 centimètres environ ; il est incolore avec un centre d'un beau bleu. Il appartient au type IV ; les formes dominantes sont e^1 et m, avec de petites facettes a^2.

Tunisie. — M. Ph. Thomas m'a communiqué de gros fragments de clivages transparents (4 cm.) provenant des marnes daniennes du nord du Djebel Tseldja.

c) *Dans les assises tertiaires.*

Éocène et oligocène.

Bassin de Paris. — *Seine*, *Seine-et-Oise*, *Seine-et-Marne*. La célestite est un minéral fréquent et caractéristique des assises tertiaires de Paris et de ses environs immédiats ; elle s'y présente à divers niveaux et sous des formes assez variées. Je vais les énumérer en commençant par les formations les plus anciennes.

Cuvier et Brongniart ont trouvé (*Descr. géol. env. Paris.* 77. 1822) à Bougival, dans le conglomérat, dit de Meudon (base du sparnacien), formé de blocs de calcaires montiens, une géode tapissée par des cristaux qui atteignent 2 cm. de longueur. Les échantillons originaux que j'ai examinés ne présentent pas seulement des cristaux distincts ($e^4\,p\,a^2$), mais encore ils sont imprégnés par la célestite. Celle-ci a été trouvée aussi dans ce même conglomérat, à Meudon même, en masses grisâtres concrétionnées, à structure fibro-lamellaire.

Dans l'argile plastique d'Auteuil, C. A. Becquerel (*A. C. P.* XXII. 348. 1823) a signalé la célestite en cristaux de 2 cm., implantés sur ou dans le lignite. La collection du Muséum renferme de petits cristaux brunâtres enchevêtrés, imprégnant un sable grossier à peine cohérent et provenant du même gisement. Enfin, la célestite a été trouvée aussi à Auteuil sous la forme de gros nodules aplatis, constitués par l'enchevêtrement de lames spathiques jaunes ou rouges, atteignant individuellement 0 cm. 5 de diamètre. La surface de ces nodules présente des faces nettes montrant que les individus cristallins, qui les constituent, sont aplatis, suivant p, et présentent en outre les faces m, a^1, a^2, e^4, $b^{1/2}$.

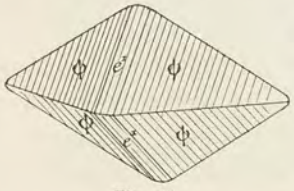


Fig. 22.
Célestite. Forme fréquente à Paris.

Dans le calcaire grossier à millioles (lutétien) d'Arcueil, se rencontrent parfois des cavités entièrement vides, ayant la forme des cristaux de célestite de Meudon. Les échantillons que j'ai étudiés ont été recueillis par M. Fritel.

Au niveau du calcaire grossier supérieur (caillasses du lutétien supérieur), j'ai rencontré la célestite en assez grande abondance, mais seulement dans les produits laissés insolubles par l'attaque par un acide des agrégats cristallins provenant de l'épigénie des bancs de gypse ; elle y accompagne en cristaux assez abondants, ($e^1\,p$) de 1 mm. environ,

des cristaux de quartz hyalin et de fluorine (Paris, Boulevard Pasteur, etc.).

Je n'ai observé qu'un seul échantillon géodique de célestite de ce niveau ; il consiste en une géode de calcite, provenant de la halte d'Armentières, près Trilport (*Seine-et-Marne*), le long de la voie du chemin de fer ; un cristal bleuâtre transparent de célestite mesure 2 cm.5. Il présente les formes a^2 et e^1, qui oscille vers une pyramide arrondie [probablement $\dot{\psi}$ (133)]. La combinaison $a^1 e^1 pm$ existe en cristaux plus petits sur le même échantillon.

La carrière Venelle, ouverte dans les caillasses de la même région entre Lizy-sur-Ourcq et Crouy-sur-Ourcq, a fourni depuis quelques années de très intéressantes pseudomorphoses de célestite en divers produits siliceux; elles se trouvent au milieu de poches intercalées dans des lits de caillasses ou coupant ceux-ci. Les calcaires compacts lités, dans lesquels elles sont creusées, renferment des moules en creux de grandes lentilles de gypse disparu. Parfois les poches sont remplies par des agrégats miarolitiques très fragiles, d'un gris jaunâtre, formés par l'enchevêtrement de petits cristaux réduits à une carapace creuse, plus ou moins brisée ; ce sont des périmorphoses de célestite en rosettes de lutécite, dont les formes extérieures sont indistinctes, mais dont les propriétés optiques sont des plus nettes. Dans d'autres cas, la cavité est en partie remplie par des agrégats de rhomboèdres jaunes de calcite et de cristaux bipyramidés de quartz, si caractéristiques des caillasses métamorphisées ; ces agrégats sont creusés de géodes riches en cristaux de quartz, de célestite et en concrétions de calcédoine.

En général, la célestite recouvre le quartz et la calcite, mais parfois elle supporte des cristaux nets de ces deux minéraux ; elle est toujours presque entièrement transformée soit en opale, soit en produits siliceux fibreux (quartzine, lutécite, calcédonite, pseudocalcédonite) blancs laiteux. Les phénomènes chimiques se sont souvent terminés par la production de calcédonite concrétionnée, qui recouvre de ses mamelons tous les minéraux précédents. Parfois, tous les cristaux de célestite, de quartz et de calcite d'une même géode sont recouverts par une mince couche concrétionnée, qui ne laisse plus voir que grossièrement leur forme.

La célestite présente la combinaison habituelle de e^1 et d'une pyramide très aiguë non mesurable (sans doute $\dot{\psi}$) ; les périmorphoses sont généralement creuses et leur cavité intérieure est souvent tapissée

de mamelons calcédonieux. Assez fréquemment, elles ont été disloquées, les petites lamelles ayant la forme des faces de la célestite mise en liberté ont été transportées à quelque distance, à la façon des périmorphoses de calcite en romanéchite de Romanèche (voir tome III, p. 566, fig. 231).

Les grès du niveau de Beauchamp à Merry-sur-Marne renferment des moules en creux de cristaux de célestite atteignant plusieurs centimètres.

Des nodules compacts de célestite ont été signalés par Graves (*Top. Géogn. Oise*. 498. 1847) dans les marnes bartoniennes de Chantemerle en Lagny-le-Sec et de Nanteuil-le-Haudouin.

C'est aussi du bartonien que proviennent de petits échantillons de quartz carrié, recueillis au voisinage du château de Venteuil, près La-Ferté-sous-Jouarre, dans une couche riche en pseudomorphoses de gypse en calcite ; ils renferment des géodes de forts petits cristaux jaunâtres très éclatants de célestite, implantés, avec gypse, sur du quartz. Ils sont constitués par e^1, arrondi, oscillant vers une pyramide aiguë, avec de petites facettes m et a^2.

J'ai observé la célestite comme élément microscopique du gypse ludien de la région parisienne (Argenteuil, Montmartre). J'ai pu aussi l'isoler sous forme de petits cristaux, atteignant souvent 1 mm., en traitant par les acides les nodules de calcaires qui accompagnent le gypse albâtreux de Thorigny, près Lagny (*Seine-et-Marne*). Ils sont identiques à ceux des caillasses de Paris et, comme eux, ils sont accompagnés de cristaux de quartz.

Des nodules de célestite, constituant une véritable roche, ont été signalés à Montmartre par Cuvier et Brongniart dans les marnes intermédiaires entre la haute masse et la troisième masse du gypse. Je n'ai pas vu d'échantillons provenant de ce niveau, mais le gisement le plus important de la célestite dans le Bassin de Paris se trouve à un niveau stratigraphique supérieur, à la base de l'oligocène, soit dans les marnes blanches supra-gypseuses (Romainville), soit plus fréquemment sous les marnes à *Cyrena convexa* (Montmartre, Belleville [1]) et dans les glaises vertes, qui les surmontent. Ces nodules sont très fréquents ; ils sont quelquefois exploités pour la pyrotechnie [2].

1. Ces gisements, qui ont fourni les beaux échantillons contenus dans les vieilles collections, n'ont plus qu'un intérêt historique : ces quartiers de Paris étant aujourd'hui entièrement couverts de constructions.

2. Vauquelin a analysé ces nodules (in Beudant. *Tr. Minér.* II. 464. 1832), et y a trouvé comme impuretés 8,33 % de $CaCO^3$ et 0, 25 % d'Al^2O^3 + Fe^2O^3.

A Romainville, il existe sous les marnes à Cyrènes un lit compact, continu, plissé, de ce minéral ayant 10 cm. d'épaisseur. Dans les glaises vertes [Paris (Belleville, Buttes-Chaumont, Bagnolet), Charenton, Montreuil, Villejuif, Bagneux, Châtillon, Arcueil, Clamart, Fontenay-aux-Roses, etc.], la célestite forme soit des bancs minces, soit plus souvent des nodules, fréquemment ellipsoïdaux, qui atteignent plusieurs décimètres de diamètre et offrent l'aspect d'un grès, ce qui les a fait considérer parfois à tort comme des grès strontianifères. J'ai fait voir dans un mémoire sur le gypse parisien (voir à gypse) qu'il s'agit là d'une véritable roche, constituée par des grains arrondis de célestite (structure granulitique), parfois moulés par un peu de calcite et d'argile. Ces nodules présentent de nombreuses fentes de retrait sur lesquelles sont implantés des cristaux hyalins de célestite ; ceux-ci sont parfois disposés sans ordre, ils présentent les formes énumérées plus haut dans la célestite de Meudon (fig. 22 et 23).

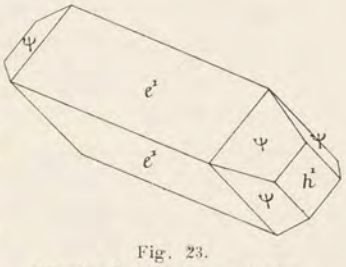


Fig. 23.
Célestite de l'oligocène parisien.

Dans d'autres cas, ils sont implantés normalement aux fentes, d'une façon très régulière ; ils sont adhérents aux deux parois opposées et tendent à former ainsi des agrégats fibreux (fig. 24.)



Fig. 24.
Fentes de retrait d'un nodule de célestite, garnies de cristaux du même minéral (Montmartre).
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Dans les mêmes marnes, se trouvent des nodules de calcaire, à cavités de retrait ayant la forme de calottes sphériques et recouvertes de cristaux de calcite ; ils ont été souvent pris pour des nodules de célestite et sont plus fréquents que ceux-ci.

Beudant a signalé (*Traité Minér.* II. 454.1832) l'existence à Montmartre de célestite lenticulaire épigénisant du gypse ou des coquilles (voir tome III, page 699).

Bassin d'Aquitaine. — *Dordogne*. Des rognons de célestite, analogues à ceux du Bassin de Paris, ont été recueillis dans les marnes supérieures de la formation gypseuse oligocène de Sainte-Sabine. Dufrénoy signale (*Minér.* II. 275. 1856) dans ceux de Beaumont de petits cristaux ayant la forme de ceux de Montmartre.

Tarn. Des cristaux verdâtres de célestite ont été indiqués par M. Caraven-Cachin (*C. R.* C. 923. 1885) dans les grès sannoisiens de Fontvielle en Graulhet (rive droite du ruisseau d'Agros).

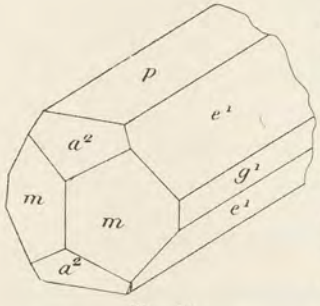
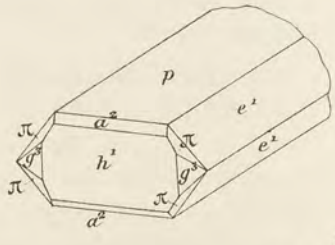


Fig. 25.
Célestite des Tapets.

Bassin du Rhône. — *Vaucluse*. J'ai pu étudier, grâce à l'obligeance de M. Dollot, de jolis cristaux de célestite provenant du gisement de soufre oligocène des Tapets près Apt. Le soufre y est d'ordinaire jaune opaque ; j'ai indiqué tome II, page 374, que je n'avais vu aucun cristal net provenant de ce gisement ; de nouveaux échantillons présentent au contraire des cristaux transparents de soufre jaune orangé, associés à des cristaux de célestite, tantôt hyalins et incolores et tantôt blanchâtres, constituant ainsi une association identique à celle des gisements sulfurifères de la Sicile. Ces cristaux, atteignant 1 cm.,



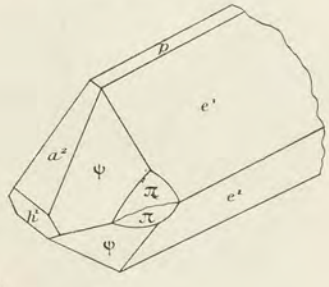


Fig. 26 et 27.
Célestite des Tapets. $\pi = e_{5/3}$

sont allongés suivant a et présentent toujours e^1, mais les formes qui sont associées à ce dôme sont assez variées, quelquefois ce sont seulement p, m, a^2 (fig. 25). La figure 26 représente un cas plus compliqué, dans lequel le cristal est terminé par une large face h^1, profondément cannelée verticalement, associée à a^2 et à g^3 (120), avec une pyramide courbe (notée π sur la figure), qui oscille autour de $e_{5/3}$ (143) [jusque

vers $e_{7/3}$ (523)] ($e^1\ e_{7/3} = 152°10'$); d'autres cristaux présentant cette même pyramide sont terminés en outre par une autre pyramide également courbe, qui paraît être ψ (133) (fig. 27).

Le même minéral forme des rognons dans les sables marneux verdâtres gypsifères recouvrant les lignites à *Palaeotherium* de Sainte-Radegonde, près Apt (Collot. *C. R.* CXLI. 833. 1905).

Drôme. Les assises ligniteuses et gypsifères oligocènes d'Eygalayes renferment des nodules de célestite semblables à ceux de Paris (Paquier, *Rech. géol. sur Diois et Baronnies*, 1901).

Gard. La célestite a été signalée à Potelières et à Saint-Hippolyte-de-Caton (de Brun. *Minér. Gard.* 1902. 38).

Bouches-du-Rhône. La célestite a été signalée par M. Collot (*Descr. géol. des environs d'Aix*, 111, 1880) en lits de quelques centimètres, entre les feuillets des calcaires oligocènes à *Potamides*, sur un coteau exposé au midi, à l'est d'Eguilles ; les échantillons que j'ai pu examiner, grâce à l'obligeance de ce géologue, sont fort intéressants. Ce sont des masses cristallines, formées par l'enchevêtrement de cristaux nets, souvent groupés à axes parallèles et appartenant au type VI : ils présentent uniquement les faces e^1 et χ (144) ; ils sont souvent courbes.

Tunisie. — M. Descous m'a communiqué de gros cristaux [pe^1ma^2 (type de la fig. 25)] trouvés isolés (4 cm.) dans les calcaires du toit de la zone phosphatée éocène de l'oasis de Tamerza (45 km. O. de Metlaoui).

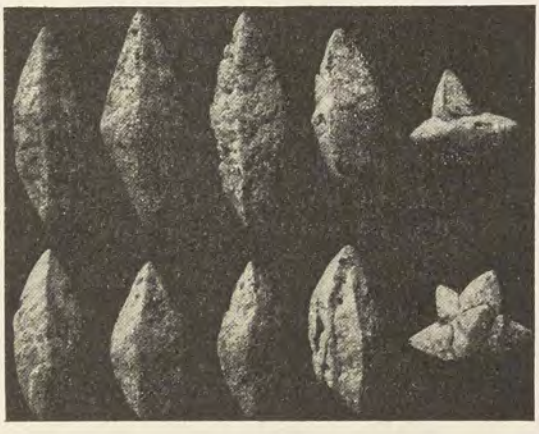


Fig. 28.
Pseudomorphoses de célestite en calcite. Paris (Place de la République). (*Grossissement de trois diamètres.*)

Époque actuelle.

Bassin de Paris. — *Seine.* Les travaux du Métropolitain, à Paris, ont permis de relever sur la place de la République (Stan. Meunier. *B. S. G.* IV. 296. 1904) la coupe suivante : 1° Graviers de la Seine reposant sur le calcaire grossier ; 2° argiles renfermant des

cristaux de soufre (c'est le niveau signalé T. III, p. 376) ; 3° couche tourbeuse correspondant à un marais existant encore dans la seconde moitié du XIVe siècle. Au-dessous de la tourbe, M. Dollot a recueilli des cristaux qu'il a bien voulu me remettre (fig. 28) ; ils mesurent de 3 à 8 mm. Constitués à l'origine par de la célestite, ils sont actuellement formés par de la calcite finement grenue ; ce sont des pseudomorphoses identiques à celles de Sanghershausen. Il me paraît vraisemblable que le sulfate de strontium a été apporté en ce point par les eaux d'égouttage provenant des collines voisines (Belleville) constituées par les assises éocènes et oligocènes renfermant les gisements de célestite décrits plus haut.

1° *Dans les filons métallifères et les gîtes de substitution.*

Autant la barytine est abondante comme gangue des filons métallifères en général et des filons concrétionnés plombifères en particulier, autant la célestite est rare dans de semblables conditions ; à ce point de vue les gisements suivants sont donc remarquables :

Bassin du Rhône. — *Drôme.* Dans le ravin du Rouet, près Condorcet, il existe au milieu du jurassique, un filon de célestite d'environ 5 mètres d'épaisseur ayant à son mur des marnes oxfordiennes et à son toit, des calcschistes du lias relevés par une fracture. Le filon envoie des ramifications dans le lias jusqu'à près de 300 mètres : celles-ci contiennent parfois des géodes tapissées de cristaux de calcite et de célestite. Le filon par places est séparé des marnes oxfordiennes par un amas de gypse. C'est dans ces marnes que se trouvent les septarias décrits page 116. La célestite du Rouet est laminaire, fibro-laminaire ou fibreuse, d'un beau blanc ; des cristaux nets ont été trouvés dans des fissures ; elle est quelquefois mélangée de sidérite et de dolomite et sert de gangue à un peu de galène et de blende.

J'ai examiné récemment des échantillons venant de Propiac et qui, d'après les renseignements qui m'ont été fournis, paraissent se trouver dans des conditions analogues à celles du gisement du Rouet ; ils sont constitués par de la célestite laminaire servant de gangue à de la blende rouge. Ils constituent dans des cavités de beaux groupements crêtés, avec parfois des cristaux nets du type de ceux représentés par les figures 14 et 15.

Un filon de célestite, ayant plusieurs mètres d'épaisseur, également associé à du gypse, se trouve entre le callovien et le dogger

dans un contact anormal à la butte de Clavellas à 2 km. nord de Montrond près de Nyons (Paquier. *Rech. géol. dans le Diois et les Baronnies*. 1901. 395). On y trouve des géodes : les cristaux que m'a communiqués M. Paquier appartiennent au type V : ils sont représentés par la figure 29 : p et h^1 sont à peu près également développés et associés à e^1, avec parfois de petites facettes a^2 et m. Il existe aussi des cristaux du type III (a^2 e^1, avec allongement suivant a).

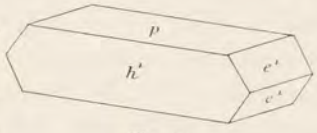


Fig. 29.
Célestite de Montrond (Type V).

Alpes. — *Hautes-Alpes*. Des veines calcaires, riches en beaux cristaux de bournonite, traversent les schistes argileux de Bréziers ; elles contiennent localement, comme gangue de la bournonite, une célestite finement fibreuse ; dans les cavités de celle-ci, apparaissent de longues lames aplaties suivant p et présentant les formes a^2 et m ; elles se groupent par places en palmes ou en éventail, fournissant ainsi des échantillons qui possèdent un faciès très spécial.

Tunisie. — La célestite paraît être très fréquente dans les gîtes calaminaires de la Régence ; tantôt elle accompagne la smithsonite et la calamine et tantôt elle remplit à elle seule des fissures de quelques centimètres de large, qui sillonnent les calcaires et les dolomies au voisinage des amas zincifères.

M. Termier a décrit des cristaux provenant de deux gisements intéressants (*B. S. M.* XXV. 173. 1902) situés sur le versant sud-ouest du Djebel-Kebbouch. A quelques centaines de mètres de la route de Téboursouk au Kef, on exploite des amas de smithsonite et de blende ; au sommet d'une butte, s'observe dans les calcaires grisâtres, un filon de célestite parallèle à la crête, riche en cristaux de 3 à 4 cm. de longueur, qui présentent les formes p, m, a^2. A 2 km. à l'est de ce premier gisement, se trouvent des cristaux plus intéressants du même minéral, ils forment des géodes au milieu de concrétions de smithsonite ou tapissent les fentes des calcaires voisins. Ils atteignent 1 cm. et sont très brillants, à moins qu'ils ne soient saupoudrés de pyrite ; ils sont d'ordinaire pressés les uns contre les autres et il est assez difficile de

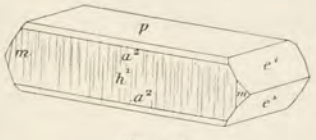


Fig. 30.
Célestite du Djebel Kebbouch
(Type V).

les avoir entiers (analyse *b*). Aplatis suivant *p*, et appartenant au type V, ils sont souvent allongés suivant l'axe *b* et présentent dans la zone prismatique h^1 strié verticalement et de petites facettes *m*; ils sont terminés latéralement par e^1. Quelquefois les cristaux sont lamelleux suivant *p* et courbes dans la zone verticale. M. Termier a interprété ces cristaux autrement, faisant de p, g^1, de a^2, $g^{13/3}$, de $m, a^{4/3}$, et enfin de e^4, $e^{5/3}$. M. Samojloff, se basant sur la similitude des angles donnés par M. Termier et de quelques-uns de ceux de la barytine, a proposé (*Centralblatt Miner.* 33. 1905) de considérer ces cristaux comme des pseudomorphoses en célestite de barytine orientée comme dans le dessin ci-contre. L'homogénéité et la limpidité de ces cristaux ne permettent pas d'accepter l'hypothèse d'une pseudomorphose, qui est d'ailleurs inutile : les différences existant entre les angles mesurés par M. Termier et les angles calculés des formes adoptées plus haut s'expliquent par l'imperfection des faces, ainsi que j'ai pu m'en assurer sur les échantillons que je dois à M. Termier et à M. Coëz : j'ai d'autre part vérifié l'exactitude de l'orientation adoptée ici par la position du plan des axes optiques dans une plaque taillée parallèlement à h^1 (100).

M. Termier a signalé dans les fentes des grès triasiques (*B. S. M.*

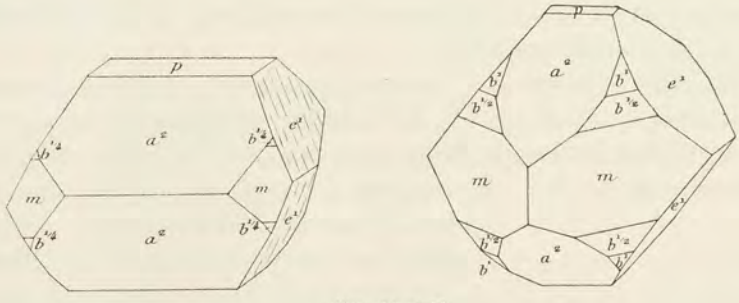


Fig. 31 et 32.
Célestite du Djebel Bezina.

XXV. 179. 1902) un autre gisement de célestite, également en rapport avec des gisements zincifères; le Djebel Bezina, près Mateur : Les cristaux de célestite bleuâtre, qu'il a étudiés (fig. 31), sont caractérisés par un développement presque égal de a^2 et de e^1, avec en outre de petites facettes *p*, *m* et $b^{1/4}$ (221)

M. Cesàro vient de décrire (*Ann. Soc. Géol. Belge*, XXXVII, M. 23.

1910) des cristaux de célestite provenant de la même mine. L'échantillon consiste en une géode recueillie dans des marnes pyriteuses grises. Ces cristaux sont remarquables par l'égal développement des faces m, a^2, e^1, qui leur donne l'aspect d'un dodécaèdre pentagonal (fig. 31) (voir la note 1 de la page 105). La combinaison se complique d'ailleurs par l'adjonction de p, $b^{1/2}$, b^1 (112), h^4 (530), g^3 (120), χ (144) et enfin de deux formes nouvelles $e_{6/5}$ (1.11.10) et s (2.10.9) (fig. 32 à 34).

Je dois à M. Termier la connaissance des gisements suivants de

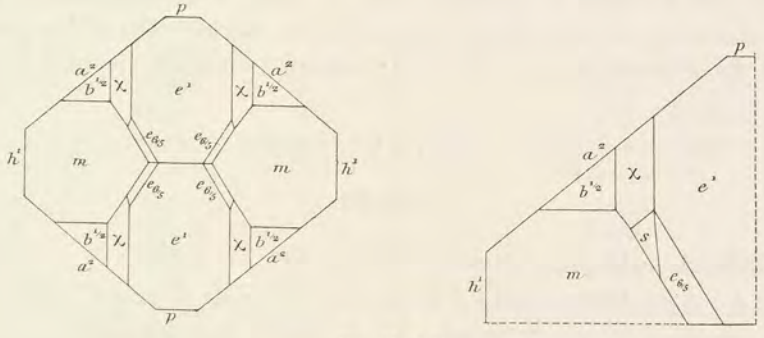


Fig. 33 et 34.
Projections sur g^1 (010) de la célestite du Djebel Bezina.

célestite un peu bleuâtre. A Béchateur, près Bizerte, se trouvent de beaux cristaux de la combinaison $p\ e^1\ a^2\ h^1$; ils sont allongés suivant a et implantés plus ou moins perpendiculairement à leur gangue : ils sont souvent encroûtés de smithsonite.

A Sidi Bou Krim, la célestite forme des masses fibrolamellaires et parfois de petits cristaux ($p\ e^1\ h^1$) avec de petites faces a^2 (type de la figure 29) ; ils sont associés à la strontianite.

3° *Dans les sources thermales.*

Plateau Central. — *Allier*. De Gouvenain a observé (*C. R.* LXXX. 1297, 1875) sur les parois des griffons de la source thermale de Bourbon-l'Archambault, une brèche peu cohérente formée de grains de quartz, d'un peu de minerai de cuivre, de galène et enfin de célestite ; celle-ci était parfois aussi abondante que le quartz. Ces minéraux proviennent du démantellement du filon quartzeux ancien, que suit la source, mais la célestite a été rencontrée comme produit néogène à l'in-

térieur de pièces de monnaies romaines en bronze, transformées en chalcosite, érubescite et chalcopyrite.

4° Dans les roches volcaniques.

La célestite est connue dans les cavités amygdaloïdes de quelques roches volcaniques basiques, dans lesquelles elle accompagne la calcite et des zéolites.

Coirons. — *Ardèche.* Beudant a signalé (*Tr. Minér.* II. 464, 1832) des cristaux de célestite dans le basalte de Chenavari, près Rochemaure. Je n'ai vu personnellement aucun échantillon provenant de ce gisement, qui doit être comparé à ceux du Vicentin.

ANGLÉSITE

$PbSO^4$

Orthorhombique : $mm = 103°43'\ 30''$

$b : h = 1000 : 1014{,}141$ D $= 786{,}531$ $d = 617{,}551$

$[a : b : c : 0{,}78516 : 1 : 1{,}28939$ (Kokscharoff)]

Formes observées : p (001) ; m (110), h^1 (100), g^1 (010), g^3 (120), g^2 (130) ; a^2 (102) ;

e^1 (011), $e^{1/2}$ (021) ; $b^{1/2}$ (111) ;

$\pi = (b^1\ b^{1/5}\ h^{1/4})$ (324) ; $y = (b^1\ b^{1/3}\ g^{1/2})$ (122) ; $\chi = (b^{1/3}\ b^{1/5}\ g^{1/4})$ (144).

Les angles mesurés donnés ci-contre ont été obtenus par moi sur les cristaux de la Nouvelle-Calédonie.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$*mm$	103°43'30"	103°45'
mh^1	141°52'	141°50'
mg^1	128° 8'	128°18'
mg^3	160°38'	160°30'
$h^1\ g^3$	122°29'	
$g^3 g^3$ s. g^1	115° 1'	115°
mg^2	151° 8'	151°
$h^1\ g^2$	113° 0'	
$g^2 g^2$ s. g^1	134° 0'	134° 5'
pa^2	140°37'	140°35'
$a^2\ a^2$ s. p	101°13'	101°19'
ph^1	90°	
pe^1	127°48'	127°47'
$*e^1\ e^1$ s. p	75°35'30"	75°34'
$pe^{1/2}$	111°11'	
$e^{1/2}\ e^{1/2}$	137°38'	
$pb^{1/2}$	115°36'	115°35'
$b^{1/2} m$	154°24'	154°28'
pm	90°	
$p\pi$	125°44'	125°39'
ph^5	90°	
py	123°12'	123° 9'
yy s. g^3	113°36'	113°31'
pg^3	90°	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$p\chi$	126°28′	
$h^1\ b^{1/2}$	135°11′	
$h^1\ y$	116°43′	116°48′
$h^1\ \chi$	104° 7′	
$h^1\ e^1$	90°	
$b^{1/2}\ y$	161°32′	161°29′
$b^{1/2}\ e^1$	134°49′	134°40′
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ côté	89°38′	89°39′
ye^1	153°17′	153°10′
χe^1	168° 1′	
$h^1\ \pi$	135°59′	
$h^1\ b^1$	124°37′	
$g^1\ b^{1/2}$	123°51′	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ av.	112°18′	112°21′
$g^1\ \pi$	112° 7′	
$g^1\ y$	134°54′	134°59′
$g^1\ b^1$	116°29′	
$g^1\ a^2$	90°	
$y\ a^2$	135° 6′	135°
$y\ y$ s. a^2	90°12′	
$g^1\chi$	140° 0′	
$g^1\ a^4$	90°	
me^1 adj.	119°13′	119°10′
$e^1\ b^1$ adj.	140°55′	
my adj.	142° 8′	142°
me^2 adj.	109°33′	
ma^2 post.	60° 3′	
$g^3\ e^1$ adj.	131°48′	
$g^3\ a^2$ post.	70° 4′	
$g^3\ b^{1/2}$ adj.	148°18′	
$g^3\ \pi$ adj.	134°44′	
$g^3\ a^2$ ant.	109°56′	
$a^2\ b^{1/2}$	141°38′	141°30′
$a^2\ e^1$	118°16′	118°10′
$a^2\ \pi$	155°11′	155°20′
$\pi\ b^{1/2}$	166°26′	166°30′
$g^3\ \chi$ adj.	141° 2′	
$g^3\ e^2$	117°12′	
$g^3\ b^3$ post.	91°51′	

Les cristaux d'anglésite présentent les mêmes types que les deux minéraux précédents, mais les cristaux très aplatis suivant la base y sont moins fréquents.

Type I. Les formes p (001) et m (110) prédominent ; les cristaux sont généralement aplatis suivant la base.

Type II. Les cristaux présentent a^2 (102), m (110) comme formes dominantes (fig. 2), la base est fréquente et plus ou moins développée : ils sont souvent allongés suivant l'axe b (fig. 4).

Type III. Les cristaux présentent e^1, a^2 et m, comme formes dominantes [1] ; ils sont fréquemment allongés suivant l'axe a (fig. 5).

Type IV. La forme dominante est une brachypyramide (fig. 1 et 3) ; les cristaux sont parfois alors allongés comme ceux de la célestite apotome (fig. 1).

Les faces de la zone verticale sont quelquefois striées suivant l'axe c.

L'anglésite se trouve souvent en cristaux distincts, mais elle forme

1. L'égal développement de ces trois formes donne une combinaison semblable à celle de la célestite (fig. 32, p. 128). On connaît en outre dans l'anglésite un allongement suivant l'axe vertical comme dans le type II de la barytine, et aussi le cas de la prédominance de y (122). Ces types ne sont pas réalisés dans les gisements français.

aussi des masses compactes, grenues, stalactiformes et concrétionnées autour de fragments de galène.

Clivages. Clivages suivant p (001) et m (110) interrompus, quoique nets, mais bien moins faciles que dans la barytine et la célestite. Cassure conchoïdale.

Dureté. 2, 5 à 3.

Densité. 6, 12 à 6, 39.

Coloration et éclat. L'anglésite est d'ordinaire incolore ou blanche par suite de l'existence d'inclusions, parfois grise ou noire, jaune (Nouvelle-Calédonie), verte ou bleue (variétés cuprifères).

Poussière incolore. Transparente, translucide ou opaque.

Éclat variant suivant les échantillons entre l'adamantin, le résineux ou le vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à h^1 (100).

$$\begin{aligned} \mathbf{n}_g &= 1{,}89365 \text{ (D) (Arzruni)} \\ \mathbf{n}_m &= 1{,}88226 \\ \mathbf{n}_p &= 1{,}87709 \\ \mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p &= 0{,}01659 \\ \text{d'où } 2V &= 68°6' \end{aligned}$$

L'écartement des axes augmente avec la chaleur.

Composition chimique. La formule $PbSO^4$ correspond à la composition suivante :

SO^3	26,4
PbO	73,6
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite, fond à la flamme d'une bougie. Sur le charbon, fond en une perle incolore et limpide, blanche à chaud et opaque à froid ; au feu réducteur, donne un globule de plomb. Avec la soude, est facilement réduite en un globule de plomb.

Peu soluble dans l'acide azotique, soluble dans le citrate d'ammonium.

Altérations. L'altération la plus habituelle de l'anglésite consiste dans sa transformation en cérusite.

Diagnostic. La forte réfringence, la densité et les propriétés pyrognostiques font facilement distinguer l'anglésite des sulfates isomorphes.

La résistance à l'action de l'acide azotique étendu et la faible biréfringence constituent les meilleurs caractères différentiels avec la cérusite. Voir à *lanarkite*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'anglésite se trouve dans les gisements suivants :
1° Dans les gîtes métallifères ;
2° Dans les produits d'oxydation de matériaux plombifères artificiels.

1° *Dans les gîtes métallifères.*

L'anglésite est avec la cérusite, la pyromorphite, la mimétite, un des produits d'altération de la galène dans le chapeau d'oxydation des filons et des amas de ce minéral ; elle est du reste beaucoup moins abondante que les précédents, au moins dans les gisements français. Il n'y pas lieu de considérer séparément les divers types de gisements plombifères, comme je l'ai fait pour la galène, le mécanisme d'oxydation de la galène étant le même dans chacun d'eux. Tous les gisements qui vont être énumérés sont pour la plupart abandonnés.

Bretagne. — *Finistère*. Les mines de Huelgoat et de Poullaouen ont, paraît-il, fourni autrefois en abondance l'anglésite, mais je n'ai observé qu'un petit nombre d'échantillons provenant de ces gisements. Les uns, engagés dans la limonite scoriacée, n'ont pas plus de 2 mm. de longueur ; ils sont incolores, rappellent par le développement de leurs formes ceux de la Nouvelle-Calédonie (m e^1 a^2 h^1 $b^{1/2}$), les autres, implantés sur de la galène, atteignent 1 cm. ; ils ne présentent que les formes a^2, m, e^1, très irrégulièrement développées.

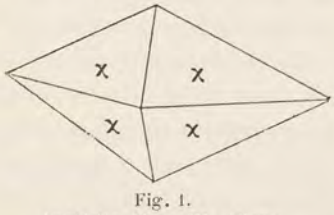


Fig. 1.
Anglésite. Type IV. Alloue.

Poitou. — *Charente*. J'ai observé dans une géode de cérusite de la mine d'Alloue des cristaux d'anglésite, rappelant par leur aspect ceux de la célestite de Paris : la forme dominante est χ (144), avec ou sans e^1 (fig. 1) : plusieurs cristaux sont parfois enfilés le long de leur axe a : ils sont associés à des cristaux de soufre et implantés sur des cubooctaèdres de galène.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Je dois à M. Brongniart un échan-

tillon de galène de la mine d'Ar renfermant de gros cristaux transparents d'anglésite allongés suivant l'axe a et présentant les formes p, e^1, a^2, m, $b^{1/2}$, et y (122) ; cette dernière pyramide est très développée.

Ariège. La mine de Laquorre, près Aulus, a fourni autrefois de l'anglésite. J'en ai examiné quelques cristaux d'une couleur vert clair ; ils sont engagés dans les cavités d'une galène lamellaire, présentant comme formes dominantes a^2(102), m (110) (fig. 2) ; ils sont parfois un peu allongés suivant l'axe b. La plupart des échantillons que renferment quelques vieilles collections, sous le nom d'anglésite de Laquorre, sont constitués par la lanarkite, décrite plus loin.

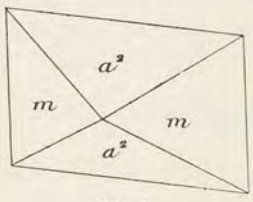


Fig. 2.
Anglésite de Laquorre.
Type II.

Cévennes. — *Gard*. L'anglésite se rencontre avec la cérusite dans le gisement de smithsonite des Malines, la brachypyramide χ (144) domine, avec parfois a^2 (fig. 1 et 3) m. M. L. Michel a observé (*B. S. M.* XIII. 214. 1890) des pseudomorphoses de cérusite en anglésite.

La mine de galène de Saint-Félix-de-Pallières a fourni autrefois une grande quantité d'anglésite. La partie superficielle de ce gisement (voir tome II, p. 500) est constituée par de la pyrite, alors qu'en profondeur, ce sulfure est remplacé par de la galène. La pyrite est en partie oxydée à son contact avec la galène ; celle-ci est transformée en un mélange d'anglésite et de cérusite[1] ; par dissolution de la cérusite dans l'acide azotique, il est possible d'isoler des cristaux microscopiques d'anglésite, allongés suivant l'axe a et ne présentant que des formes communes p, e^1, a^2, m.

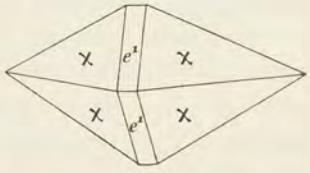


Fig. 3
Anglésite de St-Félix-de-Pallières.

De petits cristaux d'anglésite ont été trouvés dans les géodes de la galène ; M. Groth les a signalés autrefois (*Min. Samml. Strassburg*. 149) : ils appartiennent au type IV, et sont constitués par χ (144) (fig. 1) ; j'ai observé la même forme avec e^1 (011) (fig. 3).

1. Rivot a donné (*Docimasie* IV.731. 1866) les analyses suivantes de ce *minerai*.

$PbSO^4$	71,50	42,65
$PbCO^3$	15,25	45,30
Fe^2O^3	7,30	2,10
Argile et quartz	5,15	9,35
H^2O	0,80	0,60
	100,00	100,00

Plateau Central. — *Tarn*. J'ai trouvé jadis à la mine de Réalmont des cristaux d'anglésite jaune très corrodés, isolés et mesurant 1 cm. 5 de plus grande dimension ; leurs formes dominantes sont p m, avec aplatissement suivant p (fig. 3, page 51) ; il existe aussi de petites faces arrondies de pyramides indéterminables au voisinage de dômes e^x, eux-mêmes non mesurables. Ces cristaux ressemblent à s'y méprendre à ceux de la barytine.

Ardèche. Des cristaux d'anglésite ont, paraît-il, été rencontrés dans les mines de galène de Vialas.

Puy-de-Dôme. L'anglésite a été observée comme grande rareté dans les mines de Pontgibaud, à Rosiers et à Roure ; dans ce dernier gisement, elle constitue de très petits cristaux sur des aiguilles de cérusite.

Algérie. — *Constantine*. Dans un échantillon de galène de la mine de Mesloula, que je dois à M. de Stoutz, j'ai observé une géode de cristaux transparents d'anglésite à faces très brillantes ; ils sont enchevêtrés et seules sont distinctes les faces de la zone d'allongement suivant a, qui appartiennent à $e^{1/2}$ (021).

Nouvelle-Calédonie. — Le gisement d'anglésite le plus remarquable que j'ai à signaler dans ce livre est la mine Mérétrice, dont j'ai déjà sommairement décrit les cristaux (*B. S. M.* XVII. 51. 1894).

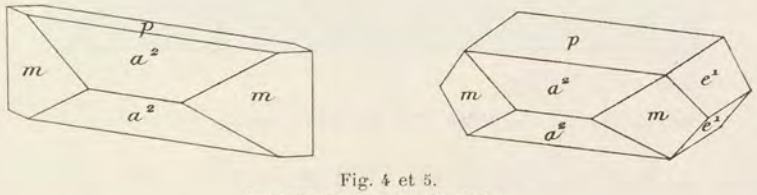


Fig. 4 et 5.
Anglésite de la mine Mérétrice.

L'anglésite y abonde dans une ocre jaune, résultant de l'altération superficielle de la galène et de la pyrite (voir tome III, p. 759). Ses cristaux recouvrent entièrement des surfaces de plusieurs décimètres carrés (fig. 6) et atteignent individuellement plusieurs centimètres ; ils ne sont associés à aucun des autres minéraux oxydés de ce riche gisement. Les très gros cristaux sont souvent irréguliers, ovoïdes, ou forment un simple placage sur la gangue, mais les cristaux de 5 millimètres et les plus petits encore sont remarquablement nets ; leurs faces sont éclatantes. Ils sont rarement incolores, le plus habituellement ils ont

englobé une argile ocreuse qui les rend, en partie au moins, opaques et les colore en jaune plus ou moins foncé. Ce pigment est distribué irrégulièrement et il n'est pas rare d'observer un cristal jaune intense au centre, incolore et transparent à sa surface.

Ces cristaux appartiennent aux types II et III : ils ressemblent comme forme à ceux d'Anglesea. Dans la note précitée, je les ai comparés aux cristaux de barytine d'Auvergne, c'est de Vialas que j'ai voulu dire. Les formes dominantes sont a^2 (102) et m (110) (fig. 2), avec fréquent allon-

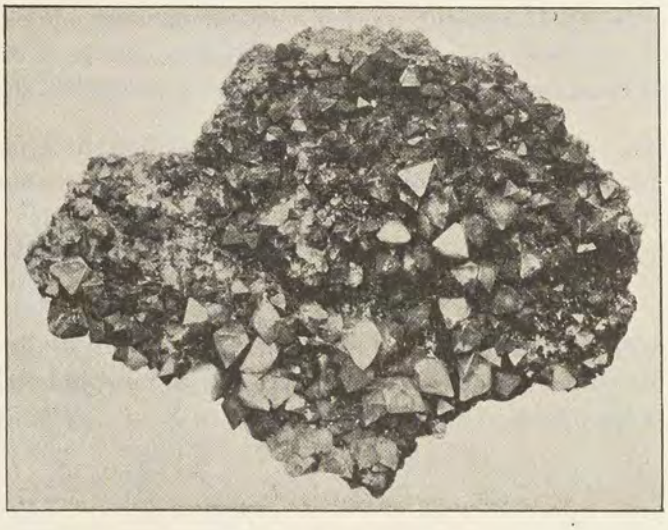


Fig. 6.
Groupe de cristaux d'anglésite. Mine Mérétrice (*Photographie un peu réduite*).

gement suivant l'axe b ; la face p (001) manque rarement, mais elle est souvent plus petite que dans les figures données ci-contre.

Les figures 4, 5 et 7 reproduisent l'aspect des cristaux les plus simples.

Il en est d'autres plus riches en formes, parmi lesquelles j'ai observé par ordre de fréquence e^1 (011), $b^{1/2}$ (111), g^1 (010), y (122), g^3 (120), g^2 (130), π (324) ; j'ai exceptionnellement rencontré des cristaux dans lesquels quelques faces y (122) sont très développées (zone $e^1\ b^{1/2}$) ; d'ordinaire cette forme n'est représentée que par de très petites facettes : il en est de même pour π (324), qui constitue des facettes linéaires entre $b^{1/2}$ et a^2 (fig. 9).

Enfin, dans les cavités d'un échantillon de chalcosite et de chalco-

pyrite du même gisement, j'ai rencontré de gros cristaux incolores et limpides d'anglésite offrant les mêmes formes que les cristaux précédents.

Les cristaux de la mine Mérétrice, malheureusement abandonnée

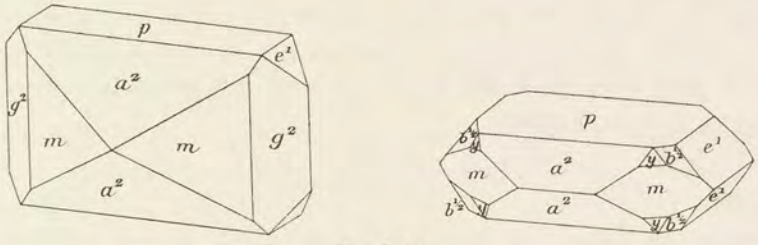


Fig. 7 et 8.
Anglésite de la mine Mérétrice.

depuis plusieurs années, peuvent rivaliser par leur beauté avec ceux des plus riches gisements connus. Pour compléter ce qui les concerne, il me reste à citer une note de M. Anderson (*Rec. Austral. Museum.* VI. 90. 1905), qui ne semble pas avoir eu connaissance de ma note préliminaire ; il n'a signalé d'ailleurs que quelques-unes des formes précitées (p, m, g^1, a^2, e^1, $b^{1/2}$, y).

J'ai observé des cristaux blanc laiteux d'anglésite associés à des cristaux de chessylite et de linarite provenant de la mine Pilou ; ils appartiennent au type I.

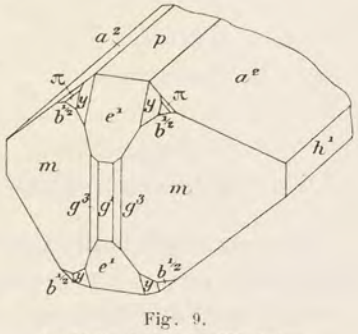


Fig. 9.
Anglésite de la mine Mérétrice.

2° *Dans les produits d'oxydation de matériaux plombifères artificiels.*

Bretagne. — *Finistère.* De jolis petits cristaux d'anglésite ont été trouvés par M. L. Michel dans les vieilles scories plombeuses de Poullaouen décrites tome III, page 760 ; ils sont allongés suivant c et présentent les formes p, m, g^1, a^2 ; ils sont transparents et associés à de la cérusite, de la limonite, etc.

Champagne. — *Haute-Marne.* L'anglésite en petits cristaux peu déterminables au point de vue cristallographique, s'est produite avec cérusite et phosgénite, dans des tuyaux de plomb immergés dans les thermes romains de Bourbonne-les-Bains. (Voir à phosgénite.)

Gisements incertains.

Bourgogne. — *Côte-d'Or*. Naumann a signalé dans le calcaire liasique de Semur, des pseudomorphoses de gryphées en anglésite (*Geol.* I. 792), d'après d'Orbigny, mais ce que celui-ci a signalé (*Cours paléont. géol. stratigr.* I. 50. 1849), ce sont des pseudomorphoses en galène et non en anglésite.

GROUPE DE L'ALUNITE

Ce groupe comprend les espèces suivantes, qui sont rhomboédriques et isomorphes.

Alunite	$K^2[Al(OH)^2]^6(SO^4)^4$
Natroalunite	$(Na,K)^2[Al(OH)^2]^6(SO^4)^4$
Jarosite	$K^2[Fe(OH)^2]^6(SO^4)^4$
Natrojarosite ...	$Na^2[Fe(OH)^2]^6(SO^4)^4$
Plumbojarosite.	$Pb[Fe(OH)^2]^6(SO^4)^4$

La formule habituelle a été doublée, afin de mettre en lumière l'isomorphisme des trois types de jarosite, dont les deux derniers ont été décrits par MM. Hillebrand et Penfield (*Am. J. sc.* XIX. 211. 1902).

La longueur de c est plus petite dans les types sodiques que dans les potassiques; tous ces minéraux se présentent sous la même forme, celle d'un rhomboèdre basé. Les types alumineux sont optiquement positifs et les ferriques négatifs.

ALUNITE

$$K^2[Al\ (OH)^2]^6(SO^4)^4$$

Rhomboédrique ; $pp = 89°10'$.

angle plan de $p = 89°9'$

$[a : c = 1 : 1{,}252$. (Breithaupt)$]$

$p\,a^1 = 124°40'$

Formes observées. L'alunite se trouve surtout en rhomboèdres basés,

voisins du cube ; ils forment fréquemment des groupements crêtés. Les cristaux sont rares dans les gisements français. L'alunite y constitue d'ordinaire des masses lamellaires, fibrolamellaires, compactes, grenues ou bien une poudre cristalline souvent impalpable, ressemblant alors à du kaolin (Madriat).

Clivages. Clivage a^1 (0001) net ; traces de clivages suivant p ($10\bar{1}1$). Cassure inégale, conchoïdale ou terreuse.

Dureté. 3, 5 à 4. Fragile. Certaines variétés ont la consistance du kaolin et, comme lui, sont douces au toucher.

Densité. 2,58 à 2, 752.

Coloration et éclat. Blanc parfois éclatant, gris jaune ou rougeâtre. Poussière blanche. Transparente à opaque.

Les cristaux ont un éclat nacré sur la base, vitreux sur les autres faces.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* ($\mathbf{n}_g$).

$$\mathbf{n}_g = 1{,}592 \text{ (ML. et Lx) (Na)}$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}572$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}020$$

Composition chimique. La formule $K^2\,[Al\,(OH)^2]^6\,(SO^4)^4$ correspond à la composition donnée en *a*. Il existe parfois un petite quantité de sodium, remplaçant du potassium.

Analyses de l'alunite : *b* de Madriat par Amiot (*in Rev. géol.* Delesse et de Lapparent. XII. 38.1876) [1].

c) des environs de Réalmont par M. Pisani (*in* Termier, *op. cit.*)

	a	*b*	*c*
SO^3	38,6	37,4	38,80
Al^2O^3	37,0	36,3	36,36
K^2O	11,4	10,6	10,40
CaO	»	1,9	0,76
SiO^2	»	2,3	2,20
H^2O	13,0	14,4	13,60
	100,0	102,9	102,12

Essais pyrognostiques. L'alunite chauffée dans le tube à une faible température ne subit pas de modifications, mais, au rouge sombre, elle décrépite violemment, et dégage de l'eau acide (SO^2 et SO^3) en se décomposant ; le produit de la calcination traité par l'eau lui cède de l'alun de potassium et laisse un résidu d'alumine ; c'est sur

1. L'analyse d'un échantillon impur a été donnée par von Lasaulx (*N. J.* 144.1875).

cette propriété qu'est basé le traitement industriel de l'alunite. Chauffée au chalumeau avec de l'azotate de cobalt, reste infusible et donne la coloration bleue caractéristique de l'alumine.

Soluble dans l'acide sulfurique.

Diagnostic. Les propriétés optiques et les réactions chimiques constituent le meilleur moyen de diagnostiquer l'alunite dans le cas fréquent où ses cristaux ne sont pas distincts. L'action de la chaleur est particulièrement utile pour distinguer ses variétés à faciès kaolinique des argiles qui les accompagnent parfois et offrent le même aspect extérieur. Il faut tenir compte aussi des réactions microchimiques de l'acide sulfurique, du potassium et de l'aluminium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'alunite résulte de l'action de l'acide sulfurique sur des roches silicatées alumineuses, potassiques, mais l'origine de cet acide peut être diverse, d'où les deux genres de gisements suivants.

1° Dans les produits de fumerolles volcaniques.

3° Dans les gisements pyriteux.

1° *Dans les produits de fumerolles volcaniques.*

L'alunite se forme dans les régions volcaniques sous l'influence des fumerolles sulfhydriques.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Une fumerolle d'une grande intensité s'est fait jour jadis dans la brèche trachytique de la base du pic de Sancy, au fond de la vallée du Mont-Dore et l'a profondément altérée. Celle-ci est devenue blanche, teintée par places de couleurs brillantes, et s'est chargée d'alunite (ravin de la Craie). Le même minéral existe dans les mêmes conditions, mais en petite quantité, au Puy Ferrand, dans la haute vallée de Chaudefour, dans le ravin des Edembouches, etc. Des tentatives d'exploitation ont été faites à diverses reprises sur le gisement du ravin de la Craie, qui a été signalé tout d'abord par Cordier (*A. M.* IV. 205. 1819. V. 303. 1820 et XII. 527. 1826).

L'alunite ne forme pas de masses pures ; elle imprégne la brèche volcanique devenue d'un gris bleuâtre, et souvent très dure. Les feldspaths notamment sont blancs et opaques ; aux affleurements, ils laissent leur place en creux, ils sont parfois remplacés par du soufre natif, de la pyrite, etc.; de petits cristaux d'alunite s'isolent parfois dans de petites

géodes. Je n'ai pu en extraire que des fragments ; ils présentent tous les formes p $(10\bar{1}1)$ a^1 (0001) (fig. 1) et sont très enchevêtrés.

L'examen microscopique de la roche qui les renferme montre qu'ils sont distribués d'une façon très irrégulière au milieu d'opale, ce qui explique les teneurs variables en alunite (en moyenne 4 à 6 % de K^2O dans le minerai brut) des échantillons du minerai qui ont été étudiés par Cordier (*op. cit.*) et par Gautier-Lacroze (*C. R.* LVII. 362. 1863) ; les analyses publiées par ces derniers n'ont qu'un intérêt industriel. Ce gisement n'est plus exploité depuis longtemps.

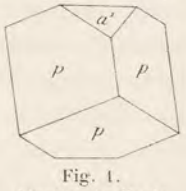


Fig. 1.
Alunite du Ravin de la Craie.

Un important gisement d'alunite a été exploité autrefois à l'intérieur de l'amphithéâtre du Lembron, que traverse la Couse d'Ardes. Ce minerai était connu dans le commerce sous le nom d'alunite du Breuil, du nom de la station de chemin de fer desservant Saint-Germain-Lembron. Les arkoses oligocènes de cette région reposent sur les gneiss : elles sont recouvertes par une argile rouge, ayant de 30 à 35 mètres de puissance ; celle-ci est surmontée par une épaisseur de 150 mètres environ d'argile sableuse rougeâtre, alternant avec des grès et passant vers le haut à des marnes. Localement, le basalte s'est épanché sur cette formation. L'alunite constitue dans l'argile sang de bœuf, des ellipsoïdes, dont le grand axe est vertical et atteint 2 à 3 m., alors que leur diamètre horizontal n'a guère que 1 m. 50. Ces ellipsoïdes se trouvent au même niveau et constituent environ la moitié d'une assise, qui a de 4 à 5 mètres et a été reconnue sur plusieurs kilomètres à Madriat et au village de la Brugères ; un autre niveau alunifère se trouve plus bas (Amiot, in *Revue géol.*, de Delesse et de Lapparent, XII. 38. 1876).

L'alunite de Madriat possède un aspect très différent de celui des autres gisements auvergnats. Dans les échantillons que j'ai examinés, il existe deux types : l'un est blanc, l'autre jaune rougeâtre ; le minéral est onctueux au toucher et ressemble à du kaolin ; la couleur jaune rouge est due à une altération et ne s'observe souvent qu'à la périphérie des blocs. L'analyse donnée plus haut montre que l'alunite de Madriat est relativement homogène et pure. Il est difficile de préciser la nature de la roche, dont l'altération a donné naissance à ce minéral.

2° *Dans les gisements pyriteux.*

Bretagne. — *Morbihan*. Les argiles superficielles résultant de la

décomposition des micaschistes de la vallée de l'Arz, renferment localement des amas de limonite, qui ont été autrefois exploités dans de nombreuses petites carrières sur les communes de Brévannes, Saint-Jacut, Rochefort-en-Terre, etc. C'est de l'une de ces carrières, à Saint-Jacut, que proviennent les échantillons de la collection du Muséum, recueillis en 1864 par M. de Limur et considérés alors comme une sorte de bauxite. J'ai mentionné récemment (*B. S. M.* XXXI. 353.1908) leur identité avec l'alunite. Ils sont constitués par une substance d'un blanc grisâtre, à cassure esquilleuse, happant légèrement à la langue. La structure microscopique est cristalline et le minéral possède toutes les propriétés données plus haut.

Plateau Central. — *Tarn*. M. Burford a découvert dans le ravin de Bordeneuve, affluent du Siex (lui-même affluent de droite du Dadou), entre les hameaux de Chamayou et de Verdasse, près de Réalmont, un petit lit d'alunite compacte, rose ou grise (2 à 20 cm. d'épaisseur) intercalé entre des schistes postdamiens et une rhyolite ancienne, dont il est séparé par 1 m. 50 de kaolin. M. Termier, qui a décrit ce gisement (*B. S. M.* XXXI. 215. 1908, et *B. S. G.* VIII. 265. 1908), considère cette alunite comme due à l'action sur la rhyolite des eaux sulfuriques résultant de la décomposition de la pyrite des schistes.

NATROALUNITE

$$(Na,K)^2[Al(OH)^2]^6(SO^4)^4$$

L'alunite exclusivement sodique n'a pas encore été trouvée dans la nature ; M. W. Cross a décrit une alunite de Rosita Hills (Colorado) et M. Harlburt une autre de Red Mountains (Colorado), dans lesquelles le potassium et le sodium se trouvent dans rapport de 4 à 7, c'est-à-dire à peu près en égale quantité en poids ($K^2O = 4{,}21$, $Na^2O = 4{,}83$). Les caractères de ce minéral sont identiques à ceux de l'alunite normale ; sa densité varie de 2,826 à 2,843.

Antilles. — *Martinique*. J'ai étudié un échantillon de tuf andésitique recueilli en 1852 à la Montagne Pelée dans le cratère de l'Étang Sec, aujourd'hui comblé par le dôme d'andésite, qu'a édifié l'éruption de 1902-1903.

Ce tuf est blanc, sa surface est comme concrétionnée ; toutes ses

cavités sont tapissées par une croûte hérissée de petits pointements cristallins. L'examen microscopique fait voir qu'ils sont constitués par des rhomboèdres uniaxes et optiquement positifs d'un minéral du groupe de l'alunite. Les essais chimiques, effectués sur le produit de l'attaque par l'eau de la roche calcinée, montrent qu'il existe une proportion peu différente de sodium et de potassium. L'assimilation de ce minéral à la natroalunite est donc justifiée.

JAROSITE

$$K^2\,[Fe(OH)^2]^6(SO^4)^4$$

Rhomboédrique : $pp = 89°15'$.

Angle plan de $p = 89°14'30''$

$a : c = 1 : 1{,}2492$ (König)

$p\,a^1 = 124°44'$

Formes et faciès. La jarosite se trouve en petits rhomboèdres basés p $(10\bar{1}1)$ et a^1 (0001), rappelant les cristaux de pharmacosidérite (cube avec tétraèdre), quand ils ne sont pas aplatis suivant la base, particularité qui est d'ailleurs fréquente ; dans d'autres cas, l'aplatissement est tel que les cristaux ont l'aspect de lamelles à contour hexagonal. Le plus souvent, les cristaux sont peu distincts. La jarosite forme aussi des masses fibreuses, concrétionnées, des masses compactes (*pastréite*).

Clivages. Clivage a^1 (0001) distinct.

Dureté. 2, 5 à 3,5.

Densité. 3,15 à 3,29. Un peu plus faible dans les variétés compactes et dans les types alumineux, 2.95 (Saint-Léger).

Coloration et éclat. Jaune d'or à jaune brunâtre. Transparente en lames minces. Poussière jaune clair.

Éclat vitreux et adamantin dans les cristaux. Aspect terne ou terreux dans les variétés compactes.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$) ; assez biréfringente.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net, mais peu intense dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g$ = jaune d'or à jaune-paille.
$\mathbf{n}_p$ = jaune d'or très pâle à incolore.

Composition chimique. La formule $K^2[Fe(OH)^2]^6(SO^4)^4$ ou K^2O, $3\,Fe^2O^3, 4\,SO^3$, $6\,H^2O$ correspond à la composition théorique donnée en *a*).

b) Analyse de la jarosite (*pastréite*) de Saint-Félix-de-Pallières, par M. Azéma (*B. S. M.* XXXIII. 1910), *c*) de Saint-Léger en Charnay, par M. Pisani ; cette analyse montre qu'une petite quantité du potassium peut être remplacée par de l'hydrogène et une portion plus importante de fer par de l'aluminium, 11 % d'eau part au rouge et le reste à une température plus élevée.

	a	*b*	*c*
SO^3	31,9	32,02	28,66
Fe^2O^3	47,9	48,63	39,60
Al^2O^3	»	»	9,40
K^2O	9,4	7,75	5,90
Na^2O	»	0,55	0,99
H^2O	10,8	10,61	16,30
Argile	»	0,29	»
	100,0	99,85	100,85

Essais pyrognostiques. Comme la copiapite, mais ne perd son eau qu'à plus haute température ; en outre, le minéral calciné, puis repris par l'eau, cède à celle-ci du sulfate de potassium.

Insoluble dans l'eau ; soluble dans les acides.

Diagnostic. La jarosite se distingue des sulfates basiques de fer de même couleur (carphosidérite, apatélite, etc.), en ce que sa solution dans un acide donne les réactions du potassium. Elle se différencie de la métavoltite par sa complète insolubilité dans l'eau.

Altérations. Le minéral se ternit par altération, change de couleur en perdant une partie de son acide et de ses alcalis et se transforme peu à peu en limonite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La jarosite est un résultat de la réaction des produits sur des gangues contenant des alcalis résultant de l'oxydation de la pyrite.

Cévennes. — *Gard.* La mine de pyrite et de galène de Saint-Félix-de-Pallières a fourni autrefois en abondance des rognons d'une substance jaune, compacte, parfois mamelonnée à l'extérieur et atteignant plus d'un décimètre de diamètre. Elle est souvent homogène ou mélangée aux autres minéraux (fibroferrite, cérusite, anglésite, limonite, gypse) du même gisement ; parfois elle repose sur la galène.

Ce minéral a été décrit par Bergmann (*Verhandl. Ver. Rheinl.* 1866. 17) sous le nom de *pastréite* (Nordmann) à la suite des deux analyses suivantes :

	SO^3	Fe^2O^3	PbO	As^2O^5	Al^2O^3 (1)	H^2O	quartz	
a	30,47	46,50	1.25	1,86	0,89	16,04	2,40	= 99,41
b	30,55	52,80	»	2,05	0,63	13,95	»	= 99,98

L'examen microscopique m'ayant permis de constater l'homogénéité de ce minéral, sa cristallinité, et l'identité de ses propriétés optiques avec celles de la jarosite, j'ai prié M. Azéma de bien vouloir en faire l'analyse (*B. S. M.* XXXIII. 130. 1910) ; les résultats donnés plus haut démontrent l'inexactitude des analyses de Bergmann, faites d'ailleurs sur des substances impures, et ne laissent aucun doute sur l'identité de la pastréite et de la jarosite ; la pastréite constitue une variété compacte, qui peut être comparée à la moronolite du Comté d'Orange (New-York).

Bourgogne. — *Saône-et-Loire*. J'ai trouvé autrefois en grande abondance dans une petite carrière de grès triasique, exploitée pour l'empierrement sous le château de Saint-Léger en Charnay près Mâcon, un minéral que j'ai décrit à tort (*C. R.* CIII. 1037. 1886 et *B. S. M.* IX. 192. 1887) sous le nom de *carphosidérite*. Un examen qualitatif nouveau, puis l'analyse *c*, qu'a bien voulu en faire M. Pisani, montrent en effet que ce minéral doit être, lui aussi, rapproché de la jarosite, dont il possède les propriétés optiques. Il en constitue une variété alumineuse, qui en outre contient peut-être un peu d'eau d'hydratation : certains échantillons renferment, à l'état de mélange, une petite quantité de phosphate ferrique.

Le minéral le plus pur forme de petites lames à contour hexagonal, d'un jaune foncé, dans les cavités du grès. Le plus souvent, il constitue des masses à structure fibrolamellaire, d'un jaune beaucoup plus pâle, à éclat soyeux : elles atteignent plusieurs kilogrammes. Elles sont moulées sur les parois des fentes du grès, dont elles reproduisent tous les accidents.

Au bout de quelques mois d'exposition à l'air, le minéral devient terne ; il perd de l'acide sulfurique et ses alcalis, et se transforme peu à peu en limonite terreuse, d'un jaune plus foncé, un peu rougeâtre.

1. Avec MnO et CaO.
2. Avec CaO et sable.

LANARKITE

$(Pb^2O)SO^4$.

Monoclinique : $mm = 98°6'$.

$b : h = 1000 : 1045{,}01$ $\quad D = 755{,}14$ $\quad d = 655{,}54$.

Angle plan de $p = 98°4'40''$

— $\quad m = 111°11'$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}86811 : 1 : 1{,}38363. \text{ (Schrauf).} \\ zx = 88°11' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001) ; h^1 (100), o^3 (103) et une pyramide indéterminable.

Macles. Macle polysynthétique suivant une face de la zone ph^1.

	Angles calculés.	mesurés.	
ph^1	91°49′	91°41′	(Jannettaz) (cliv.)
po^3	152°26′		

Faciès des cristaux. Les cristaux de lanarkite sont allongés suivant l'axe b. Ceux de l'unique gisement français décrit plus loin constituent des masses aciculaires, dont les formes ne peuvent être déterminées avec précision.

Clivages. Clivages, parfait suivant p (001), assez facile suivant g^1 (010) (Laquorre) ; traces suivant h^1 (100) et o^3 (103). Les lames de clivages sont flexibles.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 6,3 à 6,8.

Coloration et éclat. Blanche, blanc verdâtre, jaune gris. Poussière blanche. Transparente à translucide.

Éclat nacré sur les lames de clivage ; dans les autres directions, éclat adamantin et résineux.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèle à g^1 (010). La bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) fait dans g^1 (010) un angle d'environ 28° avec la trace de la macle polysynthétique.

On voit en lumière convergente la figure d'un axe optique sur le bord du clivage p (001).

$2\,Hr = 62°38'$ (rouge), $64°28'$ (vert), Jannettaz (Laquorre).

Composition chimique. La formule $(Pb^2O)SO^4$ ou $PbSO^4$, PbO correspond à la composition suivante :

SO^3	15,2
PbO	84,8
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond facilement et recristallise par refroidissement. En partie dissoute par l'acide azotique étendu, avec résidu de sulfate de plomb.

Altérations. La lanarkite se transforme en anglésite, en cérusite, en leadhillite ; c'est ce mode de décomposition qui avait fait prendre à l'origine ce minéral pour un sulfocarbonate de plomb.

Diagnostic. La lanarkite se distingue de l'anglésite par la facilité de son clivage *p* et les propriétés optiques de celui-ci, ainsi que par son attaquabilité partielle par l'acide azotique ; de la leadhillite par sa forme, les propriétés optiques du clivage le plus facile et par son attaquabilité par l'acide azotique sans dégagement gazeux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Pyrénées. — *Ariège.* La lanarkite est un minéral très rare du cha-

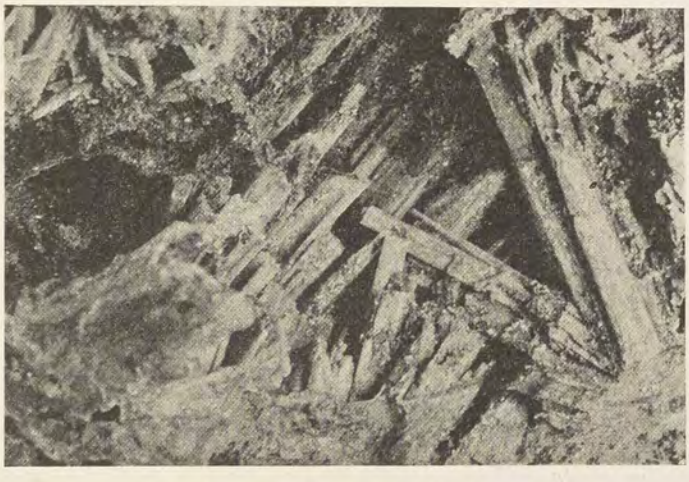


Fig. 1.
Lanarkite de Laquorre (*Ariège*). (*Grossissement de trois diamètres.*)

peau d'oxydation des filons plombifères ; on ne l'a guère trouvée en

cristaux qu'à Leadhills en Écosse et à l'ancienne mine de Laquorre près Aulus, où elle a été signalée par M. Jannettaz (*C. R.* LXXVI. 1420.1873) d'après des échantillons de la collection du Muséum (il a dosé $SO^3 = 14\%$).

Ce sont eux que j'ai examinés ; leur gangue est constituée par du quartz, de la cérusite compacte d'un blanc jaunâtre, associée à de la barytine crêtée, supportant parfois de petits cristaux de calamine dans des géodes distinctes de celles qui contiennent la lanarkite. Celle-ci offre le même aspect que le minéral de Leadhills ; les cristaux présentant dans la zone d'allongement p, h^1, o^3, sont terminés par une pyramide aiguë indéterminable (fig. 1 et figure 2, page 160) ; ils sont d'un gris jaune, blancs, verdâtres, ou superficiellement noirs.

J'ai constaté que dans ceux que j'ai moi-même étudiés, la lanarkite est superficiellement transformée en cérusite, et en leadhillite, qui existe aussi en petits cristaux indépendants.

Les haldes de la mine de Laquorre, que j'ai explorées avec soin, ne renferment plus trace de ces minéraux.

BROCHANTITE

$(Cu\,OH)^2\,SO^4.\ 2\ Cu(OH)^2$

Orthorhombique : $mm = 104°32'$.

$b : h = 1000 : 355{,}21 \qquad D = 790{,}81 \qquad d = 612{,}01$

$[a : b : c = 0{,}7739 : 1 : 0{,}4871.$ (Kokscharoff)].

Formes observées. p (001) ; m (110), g^1 (010), g^3 (120) ; a^1 (101), $a^{1/2}$ (201) ; e^2 (012).

	Angles calculés.		Angles calculés.
mm	104°32′	pa^1	147°49′
$g^3\,g^3$ s. h^1	65°46′	$pa^{1/2}$	128°28′
mg^1	127°44′	pe^2	166°19′

Faciès des cristaux. Les cristaux de brochantite appartiennent à trois types principaux :

Type I. Le plus fréquent est caractérisé par l'allongement suivant l'axe c, avec souvent aplatissement suivant g^1 (010) (fig. 2).

Type II. Ce type est allongé suivant l'axe b et présente l'aspect de la célestite apotome, grâce au grand développement de la pyramide $k = (b^{1/11}\ b^{1/13}\ h^{1/4})$ (12.1.4) à faces courbes.

Type III. Les cristaux sont allongés suivant l'axe a (fig. 3). Les faces de la zone verticale sont cannelées parallèlement à l'axe c.

Le plus souvent, la brochantite forme des cristaux aciculaires, des croûtes creusées de cavités, et plus rarement des masses compactes ou stalactiformes avec une surface extérieure lisse et brillante et une structure interne très cristalline (Arrigas).

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait ; traces suivant m (110). Cassure inégale.

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3, 91.

Coloration et éclat. Vert variant du vert-émeraude au vert noirâtre. Poussière vert pâle. Transparente à translucide. Éclat un peu nacré sur les faces du clivage g^1 (010) ; éclat vitreux sur les autres faces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), normale à g^1 (010).

$2\,H = 95$ à $98°$ (Dx)

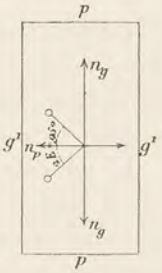


Fig 1.
Brochantite. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100).

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est distinct dans les teintes vertes, avec maximun d'absorption suivant $\mathbf{n}_g$.

Composition chimique. La formule $(CuOH)^2SO^4$, $2Cu(OH)^2$ ou $4CuO.SO^3 + 3H^2O$ correspond à la composition suivante :

SO^3	17.7
CuO	70.3
H^2O	12.0
	100.0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, donne de l'eau, puis, à haute température, de l'acide sulfurique, et noircit. Fusible au chalumeau en colorant la flamme en bleu. Sur le charbon, est réduite en un globule de cuivre.

Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Le minéral avec lequel peut être confondue la bro-

chantite[1], est la malachite, qui se présente souvent avec la même couleur verte ; elle s'en distingue aisément en ce qu'elle se dissout sans effervescence dans les acides et que la solution donne les réactions de l'acide sulfurique. La coloration donnée à la flamme constitue un diagnostic immédiat d'avec l'atacamite. Pour le diagnostic optique avec la *malachite* et l'*atacamite*, voir tome III, p. 744.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La brochantite se rencontre dans la zone d'oxydation de certains filons essentiellement ou accidentellement cuprifères. Elle y accompagne fréquemment la malachite, l'olivénite, la lettsomite, etc.

Cévennes. — *Gard*. J'ai trouvé un magnifique échantillon de brochantite dans une collection de minéraux de la mine de smithsonite d'Arrigas, que je dois à l'obligeance de M. de Brun ; celui-ci l'a signalée dans son Essai de Minéralogie du Gard (p. 77, 1902).

Ce minéral y forme des stalactites vertes à la surface de la limonite : il est parfois associé à de l'allophane et à du chrysocole, leur surface est unie et vernissée ; la cassure montre une structure très cristalline avec de nombreuses cavités, d'où je n'ai pu extraire aucun cristal distinct.

Maures. — *Var*. La brochantite a été rencontrée autrefois à la mine de la Garonne (voir chessylite). Elle y forme des croûtes cristallines avec pointements rarement distincts se rapportant au type I (fig. 2).



Fig. 2.
Brochantite.
Type I.

Elle est généralement associée à de la malachite mamelonnée, à l'adamite, à la lettsomite.

Algérie. — *Constantine*. En étudiant une série de minéraux des filons cuprifères et zincifères d'Aïn-Barbar, j'ai trouvé de jolis cristaux de brochantite, très brillants, d'un vert foncé, recouvrant des cristaux de chessylite ou engagés dans une halloysite grisâtre sur une gangue de cuprite ; il est difficile de les isoler : ils sont à rapporter au type III.

Madagascar. — J'ai observé la brochantite sur des échantillons de minerai de cuivre d'Ambatofangehana (*Bull. Muséum* 318. 1899).

1. D'après Schrauf, la brochantite serait triclinique ou monoclinique et alors isomorphe avec la malachite. Les propriétés optiques sont celles d'un minéral orthorhombique.

Aux affleurements de ce gisement, l'érubescite est traversée de filonnets verts ayant souvent moins de 1 millimètre d'épaisseur. Quand l'altération est plus complète, le minerai se transforme peu à peu en une masse caverneuse, dans laquelle les veinules vertes, enchevêtrées, limitent de nombreuses cavités que tapisse ou remplit de l'oxyde de fer terreux rouge. La substance verte est généralement constituée par de la malachite fibreuse et plus souvent terreuse, de la *chrysocole*, mais dans quelques échantillons, elle est sulfatée et formée par de la *brochantite*. Celle-ci constitue des croûtes cristallines qui, au premier abord, ne se distinguent pas de la malachite ; un examen plus attentif fait voir que le minéral possède un éclat vitreux très vif ; ses cristaux sont d'un vert plus ou moins foncé, parfois presque noir. Tandis que les aiguilles de la malachite (il en existe quelquefois qui possèdent des terminaisons p (001) distinctes, comme dans les cristaux d'Horhausen) sont généralement implantées perpendiculairement ou obliquement à leur gangue, les cristaux de brochantite, au contraire, sont couchés à plat sur celle-ci, formant à sa surface une sorte de vernis cristallin, qui empêche de les isoler ; ils n'atteignent guère plus d'un millimètre. Le quartz, englobé dans l'érubescite, est très fissuré : ses fentes sont remplies par des cristaux de brochantite, faciles à détacher. Ce sont eux que j'ai pu examiner au microscope ; ils appartiennent au type I, ils sont allongés suivant l'axe vertical, très cannelés et terminés par un pointement aigu [probablement $a^{1/2}(201)$] ; ils rappellent les formes des cristaux de l'Utah décrits par M. Washington (fig. 2).

On trouve dans le même gisement, de la chalcopyrite, de la chessylite, de la cérusite, de l'asbolite, de l'opale, etc.

Nouvelle-Calédonie. — La brochantite a été observée à la mine de Balade, où elle forme des houppes de petits cristaux et des enduits verts associés à la malachite, à la chessylite, etc.

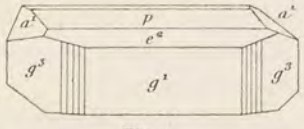


Fig. 3.
Brochantite de la Mine Pilou.
Type III.

Je viens de recevoir de beaux échantillons du même minéral provenant des gisements du nord de l'île (Mine Pilou ou mine Ao) ; dans une gangue ferrugineuse (altération de pyrite cuivreuse englobée dans phyllade), se trouvent de grandes cavités que tapissent des cristaux de brochantite ou de malachite et quelquefois des deux espèces réunies.

Les cristaux de brochantite appartiennent au type III ; ils sont très enchevêtrés et constitués par des lames aplaties suivant g^1, allongées suivant l'axe a : elles sont empilées en décroissant de taille des bords au milieu du groupement ; il en résulte une zone verticale extrêmement cannelée avec g^3 (120). Les cristaux portent en outre p (001), un clinodôme arrondi, qui paraît être e^2 (012), et fréquemment a^1 (101) (fig. 3).

LINARITE

$PbCu(OH)^2SO^4$

Monoclinique : $mm = 61°41'$

$b : h = 1000 : 417{,}71$. $D = 503{,}49$. $d = 864{,}01$.

angle plan de $p = 60°27'44''$

— $m = 100°33'$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 1{,}71613 : 1 : 0{,}82962 \text{ (Kokscharoff)} \\ zx = 77°22'40'' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100), a^1 ($\bar{1}01$).

$*mm$	61°41′	$*ph^1$ ant.	102°37′
mh^1	120°51′	pa^1	152°11′
		$*h^1\,a^{1/2}$	127°29′

Macles. Macle suivant h^1 (100).

Faciès des cristaux. Ce minéral n'existe qu'à l'état cristallisé. Les cristaux sont allongés suivant b et souvent aplatis parallèlement à p ou a^1 ($\bar{1}01$). Ils sont parfois lamelleux et, dans ce cas, les faces qui les bordent ne sont pas toujours distinctes.

Clivages. Clivages, parfait suivant h^1 (100), facile suivant p (001). Cassure conchoïdale.

Dureté. 2. 5. Fragile.

Densité. 5. 3 à 5.45.

Coloration et éclat. Bleu azur foncé ; bleu pâle dans les cristaux très minces. Poussière bleu pâle. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux ou adamantin.

Propriétés optiques. Plan des axes perpendiculaire à g^1 (010). La bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) fait dans g^1 (010), un angle d'environ 10° avec l'axe vertical, dans l'angle aigu de ph^4 (001) (100) ; elle est donc presque perpendiculaire à a^1 (101), face d'aplatissement assez fréquente.

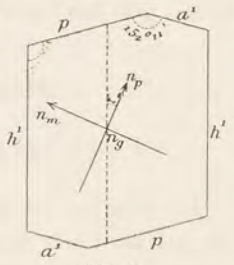


Fig. 1.
Linarite. Face g^1 (010) perpendiculaire à la bissectrice obtuse **ng**.

$\mathbf{n}_g = 1{,}8593$ (Na) (Brugnatelli)
$\mathbf{n}_m = 1{,}8380$
$\mathbf{n}_p = 1{,}8090$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0503$
$2V = 79°53'$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g$ = bleu de Prusse.
$\mathbf{n}_m$ = bleu un peu plus clair.
$\mathbf{n}_p$ = bleu pâle.

Composition chimique. La formule $PbCu(OH)^2SO^4$, ou $PbO,CuO\ SO^3 + H^2O$ correspond à la composition suivante :

SO^3	20.0
PbO	55.7
CuO	19.8
H^2O	4.5
	100.0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, décrépite et noircit.

Sur le charbon, fond facilement pour donner, au feu réducteur, un globule métallique et un enduit de plomb. L'addition de borax permet d'obtenir aisément un globule de cuivre pur.

Soluble dans l'acide azotique avec résidu de sulfate de plomb ; l'attaque doit être faite à l'aide d'acide étendu sur le minéral finement pulvérisé.

Altérations. Des pseudomorphoses de linarite en cérusite ont été signalées.

Diagnostic. La linarite, grâce à sa couleur bleue intense, ne peut guère être confondue qu'avec la chessylite, monoclinique comme elle et à laquelle elle est parfois associée. Les propriétés optiques d'une part (la bissectrice aiguë est de signe contraire dans ces deux minéraux). les essais chimiques d'une autre, rendent le diagnostic facile. La ches-

sylite se dissout avec effervescence dans les acides sans résidu et ne donne pas les réactions du plomb comme la linarite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

1° *Dans les gisements métallifères.*

La linarite est un minéral rare du chapeau d'oxydation des filons de galène, contenant des minéraux cuprifères ; elle est souvent associée à la calédonite, la lanarkite, la chessylite, la cérusite, l'anglésite, etc.

Plateau Central. — *Allier*. La collection du Muséum possède un échantillon de quartz du filon de la Prugne, dans lequel se trouvent des lames de linarite, très aplaties, suivant $a^1(\bar{1}01)$; elles sont bordées par m et h^1 ; l'allongement suivant l'axe b est très accentué. Cette linarite est associée à des cubes de galène, tous en voie de transformation en cérusite.

Nouvelle-Calédonie. — J'ai décrit déjà (*B. S. M.* XVII. 56. 1894) la linarite, que j'ai observée dans des échantillons de la mine Pilou. Elle recouvre de ses cristaux bleu clair transparents et très minces des géodes de chessylite ; elle se trouve aussi dans les cavités de la limonite ou tapisse des géodes quartzeuses, dans lesquelles elle est intimement mélangée à des cristaux d'anglésite.

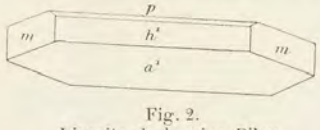


Fig. 2.
Linarite de la mine Pilou.

La figure 2 représente la forme de ces cristaux, aplatis suivant a^1 $(\bar{1}01)$ et limités par des faces h^1 et m (ou des pyramides de la zone $p\,m$).

2° *Dans les produits oxydés de l'industrie cuprifère.*

Bretagne. — *Finistère*. M. L. Michel a trouvé dans les scories plombifères et cuprifères des vieilles fonderies de Poullaouen, décrites tome III, page 750, de jolis cristaux bleus de linarite, semblables aux cristaux naturels : $p\,m\,h^1\,a^1$, avec aplatissement suivant l'axe b ; ils sont accompagnés de chessylite, de malachite, d'aurichalcite, d'anglésite, de cérusite et de gypse.

COMBINAISONS
DE SULFATES ET DE CARBONATES

CALÉDONITE

$[(Pb.Cu)CO^3.\ (Pb.Cu)(OH)^2]\ [(Pb.Cu)SO^4.\ (Pb.Cu)(OH)^2]$

Orthorhombique : $mm = 95°0'$

$b : h = 1000 = 1033{,}53 \qquad D = 736{,}52 \qquad d = 676{,}37$

$[a : b : c = 0{,}9163 : 1 : 1{,}4032$ (Brooke-Miller)].

Faciès des cristaux. — La calédonite constitue des cristaux de petite taille, allongés suivant l'axe a ; souvent elle forme des groupements de petites aiguilles divergentes.

Clivages. Clivages, parfait suivant p (001) ; assez facile suivant h^1 (100). Cassure inégale.

Dureté. 2,5 à 3. Fragile.

Densité. 6, 4.

Coloration et éclat. Vert-de-gris, vert bleuâtre. Poussière d'un blanc verdâtre. Transparente à translucide.

Éclat résineux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100), bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) perpendiculaire à g^1 (010). Dispersion faible $\rho < v$.

	rouge	bleu
$2V =$	82°37′	83°3′
$\mathbf{n}_m =$	1,846	1,864 (Dx.)

Pléochroïsme. La calédonite est nettement pléochroïque dans les teintes bleues, avec minimum d'absorption suivant $\mathbf{n}_m$.

Composition chimique. Les analyses anciennes indiquent de l'anhydride carbonique, qui a été regardé par Maskelyne et Flight comme

dû à un mélange mécanique de cérusite, mais des analyses plus récentes ont mis en évidence la présence réelle de CO^2 : le rapport des deux termes de la formule donnée plus haut est souvent 4 : 3.

Essais pyrognostiques. Comme linarite.

Diagnostic. La réaction par l'acide azotique, jointe à la couleur et aux propriétés du clivage facile, permet de distinguer la calédonite de la linarite, à laquelle elle est fréquemment associée.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Rhône.* La calédonite est un minéral peu fréquent du chapeau d'oxydation des filons plombifères.

Je l'ai signalée (*B. S. M.* VII. 462.1884.) en fort petits cristaux bleus, peu nets, dans une cérusite compacte, associée à du massicot et provenant des haldes de la mine de la Nuissière à Chenelette.

LEADHILLITE

$$Pb^2[Pb.OH]^2[CO^3]^2[SO^4]$$

Monoclinique : $mm = 59°26'$

$$b : h = 1000 : 1103{,}75 \quad D = 495{,}82 \quad d = 868{,}45$$

$$\text{angle plan de } p = 59°27'$$

$$\text{— } \quad m = 89°53''$$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 1{,}75152 : 1 : 2{,}22608 \text{ (Artini)} \\ zx = 89°32' \end{array} \right]$$

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100), o^1 (101), $o^{1/2}$ (201), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) ; d^1 (112), $d^{1/2}$ (111), b^1 ($\bar{1}12$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ; $\hat{e}$ (418).

Macles. — Il existe deux macles : 1° macle suivant m (110), microscopique, présentant diverses modalités, analogues à celles décrites dans l'aragonite ;

2° Macle polysynthétique suivant h^2 (310), développée par l'action de la chaleur.

J'ai mesuré les angles suivants sur des cristaux du Djebel Ressas.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	59°26′	
mh^1	119°43′	
mg^1	150°17′	
po^1	128°29′	128°10′
h^1o^1	141°59′	
$po^{1/2}$	111°53′	111°45′
$o^{1/2}h^1$	158°35′	
ph^1 ant.	90°28′	
h^1a^1	141°38′	
pa^1	127°54′	128°13′
$h^1a^{1/2}$	158°28′	
$pa^{1/2}$	111° 4′	112°
pd^1	128° 7′	127°40′
d^1m	142° 7′	
$pd^{1/2}$	111°31′	

	Angles calculés.	
$d^{1/2}m$	158°43′	
pm ant.	90°14′	90°30′
$pb^{1/2}$	111°7′	
$b^{1/2}m$	158°39′	
pb^1	127°49′	
b^1m	141°57′	
$p\delta$	145°23′	146° 1′
d^1h^1 adj.	112°58′	
b^1h^1 adj.	112°45′	
$d^{1/2}h^1$ adj.	117°40′	
$b^{1/2}h^1$ adj.	117°33′	
$d^{1/2}g^1$	143°54′	
$b^{1/2}g^1$	144° 7′	
$\delta\delta$ ant.	153°39′	

Faciès des cristaux. Les cristaux sont généralement tabulaires suivant p (001) et ont un aspect hexagonal; le minéral ne se présente qu'en cristaux ou en masses lamelleuses de petites dimensions.

Clivages. Clivage parfait suivant p (001), donnant des lames très minces; traces suivant h^1 (100).

Dureté. 2,5. Un peu sectile.

Densité. 6,25 à 6,44.

Coloration et éclat. Blanche, jaune, grise ou verdâtre. Poussière incolore. Translucide, transparente en lames minces.

Éclat nacré extrêmement vif sur p ; dans les autres directions, éclat vitreux ou adamantin.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) sensiblement normale à p ; dispersion notable, avec $\rho < v$. L'angle des axes optiques diminue avec la température, puis devient nul à une température qui paraît varier dans les divers échantillons ; c'est ainsi que Des Cloizeaux a trouvé pour le rouge dans les diverses plaques d'une même lame 20°54′ à 12° C. et 0° à 146°5 C., puis 23°16′ à 12° C. et 8°26′ à 175°C. M. Hintze donne 125° C. pour la température à laquelle le minéral devient uniaxe et M. Mügge 300° C. pour celle à laquelle disparaissent complètement les macles microscopiques.

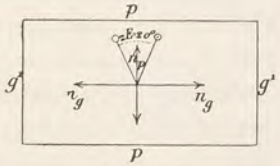


Fig. 4.
Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100).

La *susannite*, qui a été longtemps considérée comme un minéral distinct, cristallisant en rhomboèdres de 72°30′, est une variété de leadhil-

lite, normalement uniaxe. Dans la leadhillite, l'uniaxie est fréquente à la température ordinaire, grâce à des superpositions de lames minces résultant de macles : tel est en particulier le cas de certaines plages des cristaux de Tunisie, décrits plus loin.

Composition chimique. La formule $Pb^2[Pb.OH]^2[CO^3]^2[SO^4]$, ou 4 PbO SO^3, 2 CO^3, H^2O, correspond à la composition centésimale suivante :

SO^3.....	7,4
CO^2.....	8,2
PbO.....	82,7
H^2O.....	1,7
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Donne un peu d'eau dans le tube. Au chalumeau, se gonfle et fond en une masse jaune, qui devient blanche par refroidissement. Donne un globule de plomb sur le charbon et avec la soude un hépar.

Attaquée par l'acide azotique avec effervescence, en laissant un résidu blanc de sulfate de plomb.

Diagnostic. Son éclat nacré, extrêmement vif, sur le clivage facile et les propriétés optiques de celui-ci sont caractéristiques de la leadhillite, qui ne peut être confondue avec aucun des minéraux plombifères. Les essais pyrognostiques complètent le diagnostic.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La leadhillite est un minéral rare du chapeau de fer des filons plombifères et elle y est d'ordinaire associée à la lanarkite, à la cérusite et à l'anglésite. On la rencontre aussi dans quelques gîtes de substitution zincifères contenant du plomb.

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai rencontré la leadhillite associée à la lanarkite de l'ancienne mine de Laquorre, près Aulus. Elle y forme de très petites lamelles hexagonales ($p\ m\ h^1$), brunâtres fort nettes ; elle est postérieure à la lanarkite, aux dépens de laquelle et sur les cristaux de laquelle elle s'est parfois produite (fig. 2), mais elle est plus ancienne que la cérusite.

Elle existe aussi en cristaux indépendants implantés directement sur la gangue ; ils sont de plus grande taille et parfois de couleur plus foncée.

Tunisie. — M. Jecker a signalé (*C. R.* CXL. 1410. 1905) l'existence dans les mines du Djebel Ressas de fort beaux cristaux de leadhillite blanche ou jaune d'or, atteignant 2 cm. de plus grande dimension. Ils ont été trouvés, il y a quelques années, dans une géode tapissée

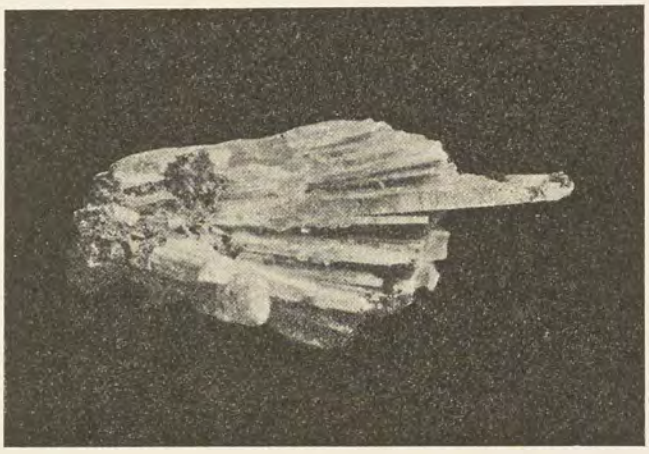


Fig. 2.
Lamelles de leadhillite appliquées sur cristaux de lanarkite. Mine de Laquorre.
(*Grossissement de cinq diamètres.*)

d'hydrozincite, qui a fourni aussi les cristaux de cérusite décrits et figurés tome III, page 724 et suivantes.

Les échantillons qu'il m'a communiqués sont comme ceux de cérusite, isolés de toute gangue ; ils sont riches en faces, mais difficiles à étudier parce qu'ils sont constitués par le groupement à axes imparfaitement parallèles d'un grand nombre d'individus, impossibles à isoler à cause de l'extrême facilité du clivage basique.

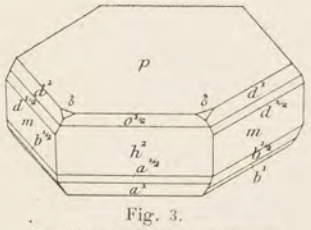


Fig. 3.
Leadhillite du Djebel Ressas.

La figure 3 représente toutes les formes que j'ai observées ; parmi celles-ci, p, m, h^1 ne manquent jamais ; il en est de même de $o^{1/2}$ (201) et de a^1 ($\bar{1}01$) et des quatre pyramides d^1 (112), $d^{1/2}$ (111), b^1 ($\bar{1}12$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ; o^1 (101) et $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) se trouvent moins souvent. Le développement de ces diverses formes est très inégal suivant les cristaux ; certaines d'entre elles peuvent même devenir très larges ; la pyramide $\hat{z}$ (418) ne constitue que de très petites facettes ; enfin, il

existe plusieurs autres pyramides antérieures avoisinant $\hat{e}$, que je n'ai pu préciser à cause de leur petitesse et de la complexité du groupement en éventail de l'échantillon sur lequel je les ai observées.

Je signalerai en terminant un cristal à faces ternes, réduit aux formes p, m, h^1, sur lequel sont groupés en grand nombre des cristaux plus récents, riches en faces brillantes.

Les cristaux de leadhillite du Djebel Ressas peuvent rivaliser avec les plus beaux connus, grâce à leurs grandes dimensions et ils présentent en outre la particularité d'être isolés.

SULFATES HYDRATÉS

MIRABILITE

$$Na^2SO^4 + 10\ H^2O$$

Monoclinique : $mm = 86°31'$

$b : h = 1000 : 825,70 \quad D = 667,40 \quad d = 744,68$

angle plan de $p = 83°44'10''$

— $m = 103°7'22''$

$a : b : c = 1,1158 : 1 : 1,2372$ (Haidinger)

$zx = 72°15'$

Macles. Macle rare suivant h^1 (100).

Faciès des cristaux. Les cristaux de mirabilite rappellent comme formes et comme angles ceux des pyroxènes monocliniques ; ils sont parfois un peu allongés suivant l'axe vertical. Ils peuvent surtout être observés en dissolvant dans l'eau et en faisant recristalliser le minéral naturel, qui se présente généralement en efflorescences, en petites aiguilles ou en masses cristallines.

Clivages. Clivage parfait suivant h^1 (100) ; traces suivant p (100) et g^1 (010).

Dureté. 1,5 à 2.

Densité. 1,481.

Coloration et éclat. Incolore. Transparente à opaque. Éclat vitreux.

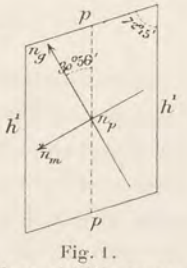


Fig. 1.
Face g^1 (010) perpendiculaire à la bissectrice aiguë $\mathbf{n}_p$.

Propriétés optiques. Plan des axes et bissectrice aiguë, *négative* ($\mathbf{n}_p$), perpendiculaires à g^1 (010). Dans g^1, $\mathbf{n}_g$ fait avec h^1, dans l'angle obtus de ph^1 (001) (100), un angle d'environ 31° pour les rayons rouges et de 26°31 pour les rayons bleus (Dx). Forte dispersion tournante, avec en outre $\rho > v$ faible.

$2E = 122°48'$ (rouge) (Dx).

$\mathbf{n}_m = 1,44$ environ (Miller).

Composition chimique. La formule $Na^2SO^4 + 10\ H^2O$ correspond à la composition suivante :

SO^3.....	24,8
Na^2O.....	19,3
H^2O.....	55,9
	100.0

Saveur. Saveur fraîche, légèrement saline et amère.

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube fermé, donne beaucoup d'eau ; colore la flamme en jaune d'une façon intense. Très soluble dans l'eau.

Par exposition à l'air sec, perd une partie de son eau et se transforme en une poudre blanche, l'*exanthalose* de Beudant (*Traité Minéralogie.* II. 475. 1832), qui est un hydrate à deux molécules d'eau.

Diagnostic. Sa grande solubilité dans l'eau, la facilité avec laquelle il se déshydrate à l'air, jointes à ses propriétés chimiques, permettent de distinguer facilement ce minéral des autres sulfates solubles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La mirabilite se rencontre dans les gisements gypsifères, dans les régions désertiques, aux griffons de certaines sources thermales et plus rarement comme produit secondaire parmi les minéraux des fumerolles volcaniques.

1° Dans les gisements gypsifères et salifères.

La mirabilite forme souvent des efflorescences dans les terrains gypsifères ou salifères ; on peut citer comme exemple les carrières de gypse de Malvézy près Narbonne (*Aude*) et les marnes gypseuses salifères du *Jura* (Laffenet, Salins, Montmorot) : dans cette dernière localité, la mirabilite se trouve sous forme de croûtes jaunâtres, le long des tuyaux de conduite de l'eau salée de la mine (Ogérien. *Hist. Nat. du Jura.* I. 284.1875). Un autre gisement mérite une mention spéciale.

Pyrénées.— *Ariège.* La mirabilite a été souvent trouvée sous forme d'efflorescences dans la mine souterraine de gypse de Lacourt. Dans le courant de l'année 1902, une recherche, faite dans une galerie abandonnée depuis deux ans, permit de constater des efflorescences de sa variété capillaire particulièrement abondantes. Quelques coups de mine mirent

à découvert deux amas de mirabilite en masses incolores et transparentes, formées par l'enchevêtrement de gros cristaux, présentant un clivage très facile. Je n'y ai pas vu de formes géométriquement déterminables (*B. S. M.* XXXI. 351. 1908). Le minéral, s'efflorissant rapidement à l'air, renferme 56 % d'eau.

L'un des amas était constitué par une lentille du minéral pur, mesurant 6 m. × 0 m. 20 × 0 m. 40; renflé à sa partie médiane, il s'amincissait peu à peu sur ses bords. Le second, mesurant 4 m. de plus grande dimension, était formé par un réseau de fissures s'anastomosant au milieu du gypse.

2° *Dans les sources thermales.*

Le sulfate de sodium est l'un des éléments principaux de certaines eaux chlorurées sodiques ; les sources thermales françaises, qui en renferment le plus, sont celles de Saint-Gervais (*Haute-Savoie*), 1 gr. par litre, et celles d'Uriage (Isère), 1 gr. 53 par litre.

Les eaux sulfurées sodiques affleurant aux alentours des griffons de Saint-Gervais en contiennent une quantité beaucoup plus faible.

La mirabilite forme quelquefois des efflorescences aux alentours de ces sources ; tel est le cas de celles qui se rencontrent au ravin de Graüs d'Olette (*Pyrénées-Orientales*).

3° *Dans les régions désertiques.*

Soudan. — *Région du Tchad.* La mission Chari-Tchad (1902-1903) a rapporté à mon laboratoire des efflorescences formées par un mélange de trona et de thénardite (voir page 32), placées humides dans un barillet ; au cours du voyage, de la mirabilite a cristallisé au fond de celui-ci sous forme de masses transparentes à grands éléments.

GYPSE

$CaSO^4 + 2\,H^2O$

Monoclinique : $mm = 111°22'$ [1]

$b : h = 1000 : 330{,}502 \quad D = 801{,}444 \quad d = 598{,}069$

angle plan de $p = 106°32'11''$

— $m = 103°59'15''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}74624 : 1 : 0{,}41238 \ (Dx^1) \\ zx = 66°10' \end{array}\right]$$

Formes observées. m (110), h^1 (100), g^1 (010), g^2 (130) ; $a^{9/4}$ ($\bar{4}09$), $a^{3/2}$ ($\bar{2}03$) ; e^1 (011), $e^{1/3}$ (031) ; $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ;

$a_{2/9} = (b^{1/2}\, b^{1/9}\, h^{1/9})$ ($\bar{11}.7.18$), $a_3 = (b^1\, b^{1/3} h^1)$ ($\bar{2}11$) ; $u = (b^1\, d^{1/5}\, g^{1/3})$ ($\bar{2}33$) ; $\sigma = (b^1\, d^{1/5}\, g^{1/4})$ ($\bar{2}34$) ; $\delta = (b^{1/3}\, d^{1/18}\, g^{1/13})$ ($\bar{15}.21.26$).

Macles. Les macles du gypse sont très fréquentes. Il en existe deux, qui s'observent d'ordinaire dans des cristaux présentant des formes distinctes.

1° Macle suivant h^1 (100). Cette macle, la plus commune dans les gisements de gypse considérés dans leur ensemble, est susceptible de plusieurs modalités : elle peut se produire : 1° par accolement suivant h^1 (100) (fig. 23 à 26 et 36) ; 2° par pénétration à la façon de la macle de Carlsbad et de l'orthose (fig. 37) ; ou 3° par entrecroisement (fig. 27).

Contrairement à ce qui a lieu si souvent dans tant de minéraux,

1. Beaucoup d'auteurs adoptent, à la suite de Miller, une forme différente de celle-ci. Voici la correspondance des deux orientations :

Dx		Miller	Dx		Miller
h^1 (100)	=	h^1 (100)	$a^{1/2}$ (201)	=	o^1 (101)
m (110)	=	m (110)	e^1 (011)	=	$b^{1/2}$ ($\bar{1}11$)
g^1 (010)	=	g^1 (010)	$e^{1/3}$ (031)	=	($\bar{1}31$)
p (001)	=	a^1 ($\bar{1}01$)	$b^{1/2}$ ($\bar{1}11$)	=	e^1 (011)
a^3 ($\bar{1}03$)	=	$a^{3/2}$ ($\bar{2}03$)	a_3 ($\bar{2}11$)	=	$d^{1/2}$ (111)
$a^{9/4}$ ($\bar{4}09$)	=	$a^{9/5}$ ($\bar{5}09$)	$a_{2/9}$ ($\bar{11}.7.18$)	=	w ($\bar{7}.7.18$)
$a^{3/2}$ ($\bar{2}03$)	=	a^3 ($\bar{1}03$)	u ($\bar{2}33$)	=	u ($\bar{1}33$)
$a^{3/4}$ ($4\bar{0}3$)	=	o^3 (103)	δ ($\bar{15}.21.26$)	=	($\bar{11}.21.26$)

quand les macles sont aplaties, l'aplatissement a lieu, non pas parallèlement, mais perpendiculairement au plan d'association.

2° Macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{1}02$). Les cristaux, qui présentent cette macle, ont généralement la forme de lentilles, le clivage g^1 est commun aux deux individus maclés ; les lames de clivage ont des formes variées, suivant la nature des faces qui limitent les lentilles ; celles-ci (a_3) sont parfois comprises dans la zone $g^1\, a^{1/2}$ (fig. 8 et 15) (Type I) ; quand elles ne le sont pas, la forme des clivages rappelle souvent celle d'un *fer de lance* (type II). Tantôt il existe des angles rentrants (fig. 8 à 14), tantôt seulement des angles saillants (fig. 15 et 39). Ces macles, qui sont très caractéristiques du gypse des environs de Paris, seront étudiées en détail plus loin.

La figure 35 (A) représente un groupement régulier, fréquent dans le gypse de l'argile plastique de la région parisienne.

	Angles calculés.
$^*mm$	111°30′
mh^1	145°45′
mg^1	124°15′
mg^2	150°20′
ph^1	113°50′
$pa^{9/4}$	165°57′30″
$pa^{3/2}$	158°20′
$pa^{1/2}$	118°35′
$a^{9/4}\, h^1$	80°12′
$a^{3/2}\, h^1$	87°49′
$a^{1/2}\, h^1$	127°34′
macles suivant h^1	
$a^{9/4} a^{9/4}$	160°24′
$a^{3/2} \bar{a}^{3/2}$	175°38′
$a^{1/2} \bar{a}^{1/2}$	104°52′
$^*e^1\, \bar{e^1}$ s. p	138°40′
$e^{1/3}\, e^{1/3}$	82°56′
$e^1\, h^1$ ant.	112°14′
ue^1 adj.	159°47′
$b^{1/2}\, u$	169°23′
$b^{1/2}\, e^1$	149°10′
macle h^1	
$e^1\, \bar{e^1}$	135°32′

	Angles calculés.
$g^1\, \sigma$	107° 2′
$\sigma\sigma$ adj.	145°56′
$g^1\, \delta$	108°18′
$\delta\delta$ adj.	143°24′
$g^1\, a_{2/9}$	99° 5′
$a_{2/9}\, a_{2/9}$	161°50′
$g^1\, u$	112°24′
$ua^{3/2}$	157°36′
uu s. $a^{3/2}$	135°12′
$g^1\, b^{1/2}$	112° 9′
$b^{1/2}\, b^{1/2}$ adj.	135°42′
$^*e^1\, m$ ant.	120°45′
$a_{2/9}\, m$	98°28′
$a^{3/2}\, m$	91°48′30″
$a_{2/9}\, a^{3/2}$ adj.	170°31′
macle $a^{1/2}$	
mm	119°28′
$a^{9/4} a^{9/4}$	94°44′
$a^{3/2} a^{3/2}$	79°30′
$a^{3/4}\, \bar{a}^{3/4}$	34°58′
$\mathfrak{x}^6$	95°50′
$b^{1/2}\, b^{1/2}$	70°42′

Faciès des cristaux. Les cristaux de gypse se rapportent à trois types principaux.

Type I. Ils sont aplatis suivant g^1 (010) et les faces dominantes sont m (110) et a_3 ($\bar{2}11$). Quand l'allongement est à peu près le même suivant l'axe c et l'arête $a_3\ a_3$, on a la variété désignée par Haüy sous le nom de gypse *trapézien* (fig. 28).

Dans d'autres cas, les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical (fig. 29, 33 et 34) ou suivant une arête $a_3\ a_3$ (fig. 4 et 30).

La macle suivant h^1 (100) est la seule qui se présente dans les cristaux de ce type.

Type II. Le second type est caractérisé par les mêmes formes que le type I, mais avec addition de clinodômes ou de pyramides arrondies ; g^1 (010) est développé, mais n'est pas un plan d'aplatissement ; les cristaux sont parfois allongés suivant une arête $a_3\ a_3$ (fig. 21) et conduisent souvent (fig. 20) au type suivant.

Les cristaux de ce type présentent plus fréquemment la macle $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) (fig. 14) que celle suivant h^1 (100).

Type III. Les cristaux ne possèdent pas de faces de la zone prismatique ; ils sont constitués par des pyramides ou des hémi-orthodomes arrondis ; les lentilles ainsi formées sont parfois régulièrement coniques (fig. 7), et dans d'autres cas plus ou moins allongées suivant une arête $a_3\ a_3$ (fig. 6). Les cristaux de ce type présentent exclusivement la macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) (fig. 12 et 13).

Les faces de la zone verticale sont souvent striées parallèlement à l'axe c. Les ortho-pyramides postérieures, ainsi que les pyramides des zones $g^1\ a^{1/x}$ ($010 : h\bar{o}\ l$), sont généralement arrondies : seul a_3 fait parfois exception.

Le gypse se présente aussi en larges masses laminaires, fréquemment incolores et limpides, en masses fibrolamellaires, fibreuses (les fibres sont allongées suivant c), grenues ou en poudre cristalline impalpable (*gypse niviforme*). Le gypse grenu très pur et un peu translucide constitue l'*albâtre gypseux*. Le gypse cristallise parfois, dans des cavités, en rosettes et en fibres courbes fort curieuses (fig. 38).

Clivages. Clivage g^1 (010), parfait, donnant des lames extrêmement minces et brillantes, plus ou moins flexibles suivant les échantillons et les gisements ; à cet égard, les cristaux du gypse parisien sont remarquables par leur peu de flexibilité.

Clivages, facile suivant h^1 (100), donnant des lames à éclat vitreux, moins faciles suivant e^1 (011), à aspect fibreux ; les fibres sont parallèles à l'arête $e^1 g^1$. Quelques auteurs admettent que ce clivage a

lieu suivant p (001). M. G. Friedel n'admet que des clivages cylindriques suivant les axes de zones $h^1 g^1$ et $p g^1$.

Des plans de séparation peuvent être obtenus artificiellement par pression ; ils sont parallèles à $a^{3/2}$ ($\bar{2}03$) et à $a^{9/4}$ ($\bar{4}09$).

Dureté. 1, 5 à 2.

Densité. 2, 314 à 2,328.

Coloration et éclat. Incolore, gris, jaune. Le gypse peut prendre les couleurs les plus variées : rouge, vert, bleu, noir, etc., par suite de la facilité avec laquelle il enveloppe des impuretés de diverse nature.

Poussière blanche ; transparent à opaque. Les variétés grenues en roche sont parfois translucides et constituent alors l'*albâtre gypseux*.

Éclat souvent nacré sur g^1 (010) ; éclat plus ou moins vitreux suivant les autres faces.

Les variétés compactes sont quelquefois ternes, les fibreuses ont souvent un bel éclat soyeux. Certaines variétés à fibres très fines sont en outre translucides, opalescentes, soyeuses, et rappellent, une fois taillée, les chatoiements de la pierre de lune.

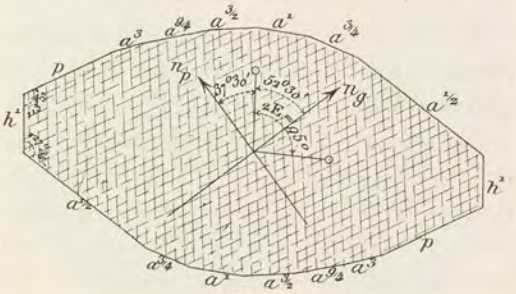


Fig. 1.
Face g^1 (010) parallèle au plan des axes optiques.

Propriétés optiques. A la température ordinaire, plan des axes optiques parallèle à g^1 (010) : la bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) fait avec h^1 (100) un angle de 52°30′, dans l'angle aigu de ph^1 (001) (100) (fig. 1) [1].

1. Les faces des cristaux de gypse étant souvent courbes, il est parfois impossible de les mesurer exactement. Dans mon étude du gypse parisien, je me suis servi, pour les déterminer, de l'angle d'extinction dans g^1 rapporté à l'arête d'intersection avec g^1 des faces courbes qui les limitent. Voici ces angles (fig. 1).

	$\mathbf{n}_g$	$\mathbf{n}_p$
h^1	52°30′	37°30′
p	13°39′	76°21′
$a^{9/4}$	27°42′	62°18′
$a^{3/2}$	35°19′	54°41′
a^1	46°48′	43°12′
$a^{3/4}$	57°32′	32°25′
$a^{1/2}$	75° 4′	14°56′

La pyramide $a_{2/3}$ est très voisine de la zone $a^{3/2} g^1$ et δ se trouve presque dans la même zone ; σ est voisin de la zone $a^{9/2} g^1$.

Dispersion inclinée forte et dispersion ordinaire avec $\rho < v$.

20°C	47°C	71°30′C	95°30′C	116°C
95°14′	75°58′	59°19′	39°1′	0° (rouge Dx)

A 120° C., les axes optiques s'orientent dans un plan perpendiculaire à g^1 (010), avec une faible dispersion horizontale.

L'étude des constantes optiques du gypse de Montmartre a été faite d'une façon très complète par Dufet (*B. S. M.* XI. 123. 1888) (*a*) à 19° C. et par J. Danker (*N. J.* 1885. Beil. Bd. IV. 241) (*b*).

	a	*b*	
n_g	= 1,52962	1,52941	
n_m	= 1,52260	1,52241	
n_p	= 1,52046	1,52033	
$n_g - n_p$	= 0,00916	0,00909	
2V	= 58°1′30″	57°24′20″	58°3′ obs.

Pléochroïsme. Le gypse de Montmartre est jaune et légèrement pléochroïque en lames de quelques millimètres d'épaisseur; le maximum d'absorption a lieu suivant .

Inclusions. Le gypse renferme fréquemment des inclusions liquides ou gazeuses ; elles ont la forme de cristaux négatifs ou sont irrégulières. Il contient souvent aussi des inclusions bitumineuses, noires, argileuses, rouges ou noires, qui sont parfois disposées d'une façon régulière suivant les zones d'accroissement du cristal (fig. 32).

Le gypse du Souf (*Constantine*) possède une structure identique à celle de la calcite de Fontainebleau ; ses grands cristaux englobent en très grande abondance des grains de quartz et de calcite (structure poecilitique), qui se voient nettement à l'œil nu sur les lames brillantes du clivage g^1 (010), au milieu desquelles ils constituent des ponctuations ternes.

Composition chimique. La formule $CaSO^4 + 2\ H^2O$ correspond à la composition suivante :

SO^3.....	46,6
CaO.....	32,5
H^2O.....	20,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, le gypse donne de l'eau, puis devient opaque. Il fond au chalumeau, en colorant la flamme en rouge jaunâtre. Pour les autres réactions, voir à l'anhydrite.

Facilement soluble dans l'eau (1 partie de gypse se dissout dans 400 parties d'eau et dans 122 parties d'eau saturée de NaCl. Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Altérations. En raison de sa facile solubilité, le gypse est souvent dissous dans la nature et sa substance remplacée par divers minéraux : calcite, quartz, lutécite, quartzine, opale, pyrite (voir page 186) : il est plus rarement transformé en anhydrite.

Par réduction, le gypse donne fréquemment naissance à du soufre [gisements triasiques, gisements récents de Paris (place de la République), où le soufre s'est formé par réduction de platras sous l'influence de matière organique en fermentation putride.]

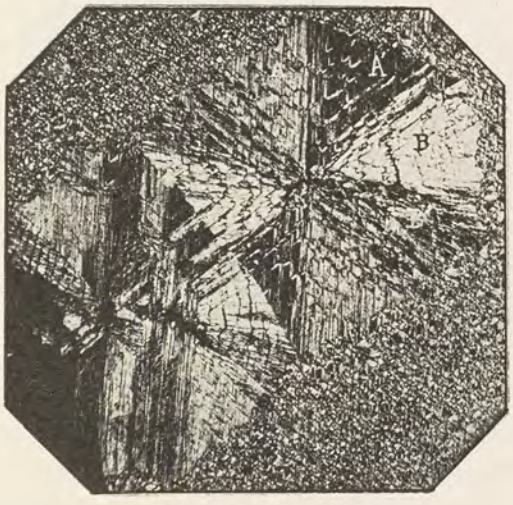


Fig. 2.
Lame de gypse déshydraté, taillée parallèlement à g^1 (010). (*Lumière polarisée parallèle*).

Propriétés des produits de la déshydratation du gypse. J'ai montré (*C.R.* CXXVI. 360 et 553. 1898) que lorsqu'on déshydrate du gypse (à partir de 80° C.), celui-ci se transforme en deux produits différents de l'anhydrite ; l'un est probablement triclinique, avec groupements intimes conduisant à un édifice de symétrie supérieure ; sa réfringence et sa biréfringence sont un peu plus grandes que celles du gypse ; l'autre est probablement hexagonal. Ces deux formes de sulfate de calcium sont géométriquement orientées sur le gypse.

Une lame g^1(010) de gypse en voie de déshydratation ou entièrement déshydratée montre le corps triclinique sous forme de minces bandelettes rappelant les macles polysynthétiques des plagioclases ; leur allongement est parallèle à l'axe c du gypse ; il est de signe positif ; l'extinction est notablement oblique. En même temps, ou exclusivement, il se produit des rosettes à contour octogonal représentées par la figure 2. Si on place ces rosettes entre les nicols croisés, de telle sorte que les sections prin-

cipales de ceux-ci soient parallèles ou perpendiculaires à l'axe vertical, on voit apparaître huit secteurs. Les secteurs A sont constitués par les lames hémitropes dont il vient d'être question, les secteurs B sont formés par des fibres moins rectilignes et généralement enchevêtrées, à allongement positif.

Dans les sections h^1 (fig. 3), les secteurs A se montrent maclés parallèlement à g^1, avec extinction symétrique d'environ 20°; les sections des rosettes ont la forme de parallélogrammes très aigus, dont la grande diagonale coïncide avec l'axe vertical du gypse. Les secteurs B, qui sont coupés perpendiculairement à l'allongement de leurs fibres, sont presque monoréfringents, mais parsemés de fibrilles biréfringentes. En lumière convergente on constate une croix noire, plus ou moins oblique au plan de la lame, avec faible dislocation et signe optique positif.

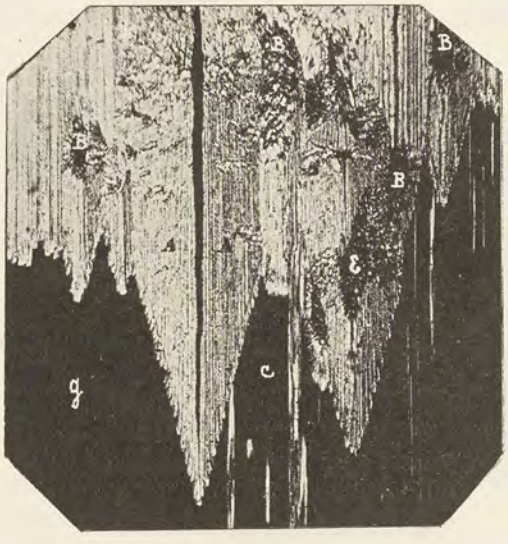


Fig. 3.
Lame de gypse en voie de déshydratation, taillée parallèlement à h^1 (100) du gypse : g représente le gypse non encore altéré.

Le corps hexagonal forme de longues aiguilles disposées parallèlement à l'axe vertical du gypse; elles sont uniaxes, optiquement positives et assez biréfringentes.

Si l'on chauffe ces deux produits, ils ne se modifient pas au rouge naissant[1], mais, à partir du rouge-cerise, les lames de clivage du gypse déshydraté se transforment en anhydrite grenue.

Ces produits de déshydratation du gypse sont ceux qui se forment pendant la cuisson du plâtre; leur connaissance a un grand intérêt pour les minéralogistes, car si l'on ne prend pas de précautions spéciales, ils se forment très fréquemment au cours de la préparation des

1. Ils ne sont donc pas constitués par l'hydrate $CaSO^4.+{}^1/_2H^2O$.

lames minces des roches renfermant du gypse et ils pourraient être pris au premier abord pour un minéral existant naturellement dans la roche.

Placés dans l'eau, ces minéraux s'hydratent beaucoup plus facilement que l'anhydrite ; le gypse ainsi formé n'est pas orienté sur le cristal ancien.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le gypse se rencontre dans un grand nombre de gisements en apparence très variés, mais qui doivent leur origine à un petit nombre de causes faciles à préciser. Je le considérerai successivement dans les conditions suivantes :

1° dans les formations sédimentaires d'origine lagunaire ;
2° dans les mares salées des régions désertiques ;
3° dans les gisements d'origine épigénique ;
4° dans les sources, thermales ou non ;
5° dans les fumerolles volcaniques ;
6° comme produit de recristallisation, dans des gisements autres que les précédents.

Ces conditions sont celles qui ont présidé à la constitution originelle des gisements, mais dans chacun d'eux, le gypse, grâce à sa solubilité dans l'eau, a été fréquemment en partie dissous et a pu postérieurement recristalliser avec des formes géométriques autres que celles qu'il possédait originellement. Je ne ferai pas de distinction dans un même gisement entre ce gypse de cristallisation primaire et celui de formation secondaire, me contentant de signaler, lorsque cela me sera possible, les particularités propres à chacun d'entre eux.

1° *Dans les formations sédimentaires d'origine lagunaire.*

Dans ce genre de gisement, le gypse résulte de l'évaporation directe de l'eau de mer, soit que la concentration de celle-ci ait permis le dépôt des sels alcalins, soit que le gypse ait seul pu cristalliser.

a) *Dans les assises paléozoïques.*

Rouergue. — *Tarn et Tarn-et-Garonne.* Des bancs de gypse grenu, atteignant jusqu'à 4 m. d'épaisseur, se trouvent à Merlins près Larroque, à Roquereyne près Marnaves, Succaliac ; ils appartiennent d'après M. Caraven Cachin, au permien.

b) *Dans les assises secondaires.*

Trias

A l'exception de quelques gisements lorrains, tous les gisements triasiques français d'origine lagunaire appartiennent au keuper ; quelques-uns d'entre eux sont accompagnés de sel gemme, presque tous contiennent de l'anhydrite, qui semble avoir été le plus souvent la forme originelle sous laquelle s'est déposé le sulfate de calcium.

Le gypse triasique est souvent compact, formé d'éléments très fins ; il est blanc ou rosé, plus rarement porphyroïde par suite de l'existence de grands cristaux du même minéral. Dans ces gisements, la variété fibreuse à éclat soyeux est fréquente dans les argiles ; enfin, on y trouve parfois de grandes lames spathiques, transparentes, ou des cristaux distincts, qui, eux aussi, sont toujours d'origine secondaire. L'examen microscopique montre qu'à l'inverse du gypse éocène parisien, les plages cristallines, qui le constituent, sont xénomorphes.

Je citerai un certain nombre de gisements dans chaque région ; beaucoup sont exploités pour l'extraction de la pierre à plâtre.

Pyrénées. — Je renvoie à la page 756 du tome II pour ce qui a été dit sur les gisements salifères des Pyrénées et qui s'applique à ceux de gypse. Les gisements pyrénéens sont ceux parmi lesquels l'anhydrite est le plus fréquente ; très souvent les marnes qui accompagnent le gypse renferment des cristaux bipyramidés de quartz, des nodules de dolomie ou des cristaux de dolomite. Enfin, ce gypse est fréquemment accompagné d'ophites, au contact desquelles se sont souvent produits les mêmes minéraux métamorphiques (tourmaline, amphiboles, phlogopite, pyrite, etc.) que dans les calcaires voisins.

Landes. Dans la Chalosse ; Gaujac, Caupenne, Tuco de Tercis, Bastennes et les gisements salifères des environs de Dax, Saint-Pandelon : dans ce dernier gisement, il est possible de suivre les étapes de la transformation en gypse de l'anhydrite finement grenue, servant de gangue aux cristaux de giobertite. A Bastennes, on rencontre dans les argiles gypseuses de beaux cristaux d'aragonite ayant parfois cristallisé en même temps que du gypse fibrolamellaire (tome III, page 671). A citer encore Montpeyroux, Cauquerot, Papelèbe, près Minbaste, Lajuzère près Sainte-Marie, etc.

Basses-Pyrénées. Les gisements salifères des environs de Bayonne (Villefranque, Briscous, Brindos, etc.) ; le col de Lurdé sur le versant du vallon de Sousouéou.

Les gisements gypsifères de Carresse, de Pontacq et de Lys ont fourni de magnifiques lames transparentes, incolores, de gypse, de plusieurs décimètres présentant des faces nettes m et a_3 ($\bar{2}11$) ; à Lys, elles renferment parfois des cristaux de soufre natif. Le gypse de ce gisement enveloppe de beaux cristaux de tourmaline, magnétite, pyrite, rutile, des lames de phlogopite et leuchtenbergite, etc. Dans les carrières des environs d'Itsatsou (Haindérénia), de grandes lames de gypse englobent des rhomboèdres de dolomite.

Ariège. Salies-du-Salat, Betchat près Marsoulas (*Haute-Garonne*) avec beaux cristaux de pyrite, de dolomite, etc. A Lacourt, les carrières souterraines de gypse renferment des amas de mirabilite. Nombreux gisements (avec quartz bipyramidé) de gypse blanc ou rouge le long de la route de Saint-Girons à Foix (Rimont, Castelnau-Durban, Labastide-de-Sérou, Cadarcet), le Mas d'Azil. La collection du Muséum possède un groupe de cristaux de Rimont qui atteignent 5 cm. suivant l'axe vertical, et présentent les formes g^1 m a_3 ; ils sont maclés suivant h^1.

Dans la vallée de l'Ariège, je signalerai Bedeillat et Arignac, Arnave (avec anhydrite et nombreux minéraux métamorphiques : tourmaline, dipyre, actinote, au contact d'ophites, etc.). Cette carrière a fourni de beaux cristaux ; j'ai observé une macle suivant h^1, mesurant 11 cm. $\times$ 6 cm. dans le clivage g^1. Les faces a_3 raboteuses sont seules distinctes.

Pyrénées-Orientales. Dans les plâtreries de Montbolo et de Palalda, près d'Amélie-les-Bains, les masses gypseuses renferment de gros cristaux transparents de gypse, maclés suivant h^1 (100) et présentant parfois la forme h^1 nette : il existe de l'epsomite dans ce gisement.

Corbières. — *Aude*. Sougraignes (source thermale chlorurée sodique). A Fitou, les carrières de gypse grenu renferment des masses fibrolamellaires ; des veinules d'*epsomite* ont été trouvées dans ce gypse, qui est en contact avec une syénite néphélinique. Près de Narbonne, on peut citer Sainte-Eugénie, Montredon, Ornaisons, Bize, etc.

Hérault. Cazouls-les-Béziers (avec quartz bipyramidé), Lodève, Lamalou, Villeuvette près Clermont-l'Hérault.

Cévennes. — *Gard*. Arrigas, Saint-Bonnet et Monoblet (avec anhydrite), Vabres, Saint-Félix-de-Pallières, Saint-Jean-du-Gard, envi-

rons d'Anduze les Salles, du Gardon, Molières près Saint-Ambroix, Saint-Hyppolite-du-Fort (avec cristaux de célestite), Lasalle.

Plateau Central. — Le Plateau Central est entouré d'une ceinture d'affleurements triasiques, parmi lesquels les gisements gypseux sont assez abondants; l'anhydrite y est peu fréquente.

Aveyron. Lagrange et Montaigut-en-Camarès, La Pize, Les Pascals, Vandeloves, Saint-Caprazy, Gissac, Vareilles, Saint-Amans, Saint-Félix-de-Sorgues, Saint-Georges-de-Lusançon (Lavenças), etc.

Cher. Il existe parfois des lentilles de gypse sans intérêt économique dans les marnes irisées du sud du département.

Nièvre. Exploitations aux environs de Decize.

Allier. Lurcy-Lévy (au lieu dit Granvaux). Challignat en Naves.

Saône-et-Loire. D'importants gisements sont exploités dans la vallée de la Dheune, aux environs de Couches-les-Mines, à Saint-Léger-sur-Dheune, Marcilly-lès-Buxy ; Saint-Clément près Joncy. Dans le Mâconnais, je citerai Berzé-la-Ville (belles variétés soyeuses dans les marnes).

Côte-d'Or. Mesmont, Mâlain, Ivry-en-Montagne, Baulme-la-Roche.

Champagne. — *Haute-Marne*. Bourbonne-les-Bains, Pressigny.

Vosges. — *Vosges*. Le gypse est abondant dans le keuper vosgien, (Norroy, Domjulien, Rancourt, Vittel, Gemmelaincourt, Remoncourt), où il est souvent associé au sel gemme; le muschelkalk renferme aussi quelques minces filons de gypse, qui sont dépourvus de sel gemme, sauf dans la Moselle.

Haute-Saône. De nombreux gisements sont à signaler. Corcelles, Gouhenans (avec sel gemme), Palante, Chalonvillars, Villechevreux, Génevreuille, Dambenoit, Brotte, Bithaine, Meurcourt), etc.

[*Alsace*]. Kochersberg, Avenheim, Kienheim, Neugartheim, Fessenheim, Flexbourg, Weltenheim.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. Les gisements des environs de Lunéville (avec quartz bipyramidé et très rarement rosettes d'*ulexite*) fournissent, en outre du gypse grenu (renfermant parfois des cristaux porphyroïdes du même minéral), des variétés fibreuses et laminaires. Le gypse accompagne le sel gemme dans les gisements des vallées de la Meurthe et du Sanon, situés depuis Nancy jusqu'à Rozières-sur-Salines et Einville, notamment à Varangéville (voir page

760 du tome II pour l'énumération des principaux gisements); ce gypse, accompagné d'anhydrite et de quartz bipyramidé, forme, avec des marnes, des lits séparant les couches de sel. Il constitue aussi de nombreux amas plus petits que ceux de sel gemme, souvent irréguliers, et autour desquels les marnes sont plissées. A Einville, de beaux cristaux limpides de recristallisation ont été trouvés au-dessus du premier amas de sel gemme ; ils présentent la particularité d'avoir parfois des faces g^2 (130) nettes, accompagnant g^1 et a_3.

[*Lorraine*]. Les mêmes observations s'appliquent au gypse des gisements salifères de la vallée de la Seille (Vic, Moyenvic, Château-Salin, Dieuze). La collection du Muséum possède des cristaux lenticulaires de gypse de Vic, rappelant ceux des environs de Paris.

Dans la région de la Moselle (Sarralbe, etc.) ; à l'inverse de ce qui se passe dans les gisements précédents, c'est dans le muschelklak que se rencontre le gypse, comme dans le Würtemberg.

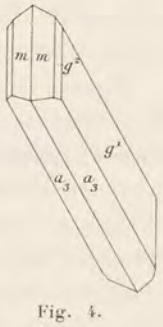


Fig. 4.
Gypse : forme commune.

Jura. — *Doubs*. Champvans, Verne, les Fins, etc. *Jura*. Arbois et la région salifère : Salins (gypse argileux avec cristaux porphyroïdes rouges du même minéral). Pyrmont, Grozon, Maranoz, Lons-le-Saulnier (Montmorot).

Alpes. — *Haute-Savoie*. Dans le Chablais : Lally, Draversa près d'Abondance. Sur la bordure sud-ouest du massif du Mont Blanc, dans la vallée de Chamonix, se trouvent de nombreux gisements triasiques [le Mont près du glacier de Taconnaz, le Planet, le Nant de la Gria (avec anhydrite), vallon de la Jat près de Nant-Borrant, au sommet du Col Joly, etc.]; il en existe d'autres à Saint-Gervais, Domancy, ainsi qu'à la Montagne de Sulens, au château du Marais à Serraval, dans les environs de Samoëns près du col de Golèze.

Savoie. De nombreux gisements gypseux, riches en anhydrite, sont à signaler dans la Tarentaise: Moustiers, Bois Champion, Bourg-Saint-Maurice, les Chapours près Saint-Avre; ces gisements fournissent des lames transparentes, remarquablement belles.

Dans la Maurienne, il faut citer les environs de Saint-Jean-de-Maurienne, de Modane, de Bramans, de Termignon. Dans le massif de la Vanoise, le gypse est surtout développé à l'ouest du méridien du Col de Chavières [Glacier de Gébroulaz (avec anhydrite, soufre, giobertite,

dolomite, sellaïte, célestite), Dent de Villard]; d'après M. Termier, les gypses de cette région appartiennent à divers niveaux du trias.

Isère. A Champ, près Vizille, se trouvent du gypse saccharoïde et de grandes lames transparentes (avec anhydrite); à citer encore : Cognet près Lamure, Montouvrard près Allevard.

Hautes et Basses-Alpes. Il existe dans ces deux départements de nombreux gisements de gypse souvent en contact mécanique, par charriage avec divers terrains : lias, bathonien, callovien, éocène, auquel M. Haug les a jadis rapportés (*B.C.F.* III. 1891). Ce savant les a récemment restitués au trias, voici d'après lui les principaux :

Hautes-Alpes. Le Plan de Vitrolles; Rochebrune; Bréziers; Remollon; Théus; Espinasse; Boscodon et Bragous ; Bois des Crottes; les Orres; Saint-Apollinaire; le Plan de Phazy; Réotier, etc., et dans la zone du Briançonnais : vallée du Guil, en amont de Guillestre ; col d'Izouard ; bois de Péméaut, près Cervières ; Val-des-Prés ; col des Thures ; col du Vallon.

Basses-Alpes. Gévaudan, près Barrême; Aillaud et Champorcin, près Digne; Tanaron; Lambert; Barles; col du Labouret, près Beaujeu; Bayons; Astoin ; les Traverses, près Saint-Geniez; Entraix; le Bas-Plan, près Clamensane; le Caire; Faucon; Bellaffaire; Rousset, près Curbans; Méolans; les Thuiles; Terres-Plaines, près Jausiers; Uvernet; Hubac de Jausiers; Petite Séolane, etc.

Alpes-Maritimes. La Roquebillière, La Bollène, Lantosque, le Suchet, Daluis, Cimiers près Nice, Saint-Étienne, etc.

Provence. — *Var.* Les gisements de gypse sont nombreux ; Grasse, Bargemont, Varages, Cuers, Solliès-Toucas, la Bastide près de Mons. Les carrières de la Cadière ont fourni des cristaux de gypse secondaire, allongés suivant l'axe vertical, maclés suivant h^1, qui, par leur transparence, peuvent rivaliser avec ceux de Bex; dans les cristaux simples ($mg^1\,a_3$), les faces g^1 sont parfois très étroites.

Algérie. — Le gypse du trias est comparable à celui des Pyrénées; il est parfois associé à des ophites et renferme alors comme lui les mêmes minéraux métamorphiques : quartz bipyramidé, pyrite, dolomite, tourmaline, etc. Le sel gemme abonde dans beaucoup de ces gisements, l'anhydrite dans certains d'entre eux. Enfin, ce gypse est souvent plus ou moins hydraulique. Dans les argiles qui l'accompagnent, il est fréquent de trouver des cristaux lenticulaires

de gypse recristallisé. M. L. Gentil a étudié ces intéressants gisements (*Esquisse strat. et pétr. du Bassin de la Tafna*. Alger, 1902).

Oran. A citer en particulier les gisements déjà indiqués pour le sel gemme (tome II, p. 764) : Ouled Khalfa; Aïn Ouarka; Oued Cheria; Oued Malah; El Zerga; la région de Beni-Saf [Kef el Goléa, la Tafna (avec anhydrite), Oued el Bardji], la chaîne du Tessala (Sidi-Amar et Aïat, crête du Tessala, environs de Sidi Bel Abbès); environs d'Aïn Tellout; le Sahel d'Oran (Mers el Kébir); Noisy-les-Bains (Aïn Nouissy), avec cristaux de tourmaline. Ces gisements fournissent aussi des lames transparentes de gypse, atteignant plus d'un décimètre.

Alger. Les gisements salifères contiennent tous du gypse : Rang-el-Melah, à 27 kilomètres de Djelfa ; région de l'Hammam Melouane, près le Marabout de Sidi Baba Ahmet au bord de l'Oued Bouman (gypse blanc avec tourmaline, pyrite, leuchtenbergite, quartz) ; Oued Malah, affluent de l'O. Harrach, Timegheras (avec pyrite, tourmaline, etc.); Tablat, environs de Médéah ; région de Teniet-el-Hadid, Camp des Scorpions (cristaux de dolomite, anhydrite), Teniet-el-Haad (tourmaline brune), environs de Letourneux (tourmaline).

J'ai observé de beaux cristaux transparents ($m\ g^1\ a_3$) allongés suivant c et provenant des environs de l'Arbâ (Rovigo).

Constantine. Parmi les nombreux affleurements de gypse en grandes masses, souvent accompagnées de sel gemme, il y a lieu de signaler : 1° dans le Tell, les environs de Constantine au Djebel Chettaba, les Ouled Rhamoun ; entre Souk-Arhas (quartz bipyramidé), Zarourla et l'Oued Chouck; le Djebel Tifech et Khamissa ; le Djebel Zouabi et les environs de Sedrata, le Djebel Nador dans les gorges de la Seybouse, entre Duvivier et Nador (grandes lames transparentes) ; entre Laverdure et Medjez-Sfa ; 2° sur les plateaux au sud du Tell ; la Station des Lacs près des Chotts Mzouri, le Djebel Chebka, enfin au sud-ouest de Tébessa, Aïn Babbouch et Aïn Guibeur.

Tunisie. — M. Pervinquière (*Et. géol. Tunisie centrale*, 1903) a signalé un certain nombre d'affleurements de marnes triasiques salifères et gypsifères ; le gypse y est exploité en de nombreux points : Djebels Cherichira, Trozza, Mrhila, Chaambi, Zebbes [1], Zbissa, Bou

1. En arabe, le mot gypse se dit *djibs*, altéré en *zebs* ou *zebbes* ou *zebbeus*, formes sous lesquelles il figure souvent sur les cartes algériennes et tunisiennes en s'appliquant très fréquemment à des affleurements triasiques.

Jabère, Lorbens, Saadine, Debadib, Kebbouch. Depuis lors, il a reconnu les mêmes formations gypseuses au Dj. Ahmar (près de Tunis), au Dj. Ressas, sur les deux rives de la Medjerda, près de Pont de Trajan et de l'Oued Zebbeus. L'affleurement qui commence près du Kef s'étend, presque sans interruption, jusqu'au Dj. Ouenza, en Algérie.

Dans l'extrême sud tunisien, les gypses triasiques (presque purs) forment des collines entières, sur une longueur d'une cinquantaine de kilomètres.

Jurassique.

Plateau Central. — *Aveyron.* Le gypse des gisements jurassiques qui vont être énumérés présente les mêmes caractères que celui du trias et paraît avoir, lui aussi, une origine lagunaire; je ne crois pas que dans ces gisements aient été trouvés ni anhydrite, ni sel gemme.

Saintonge. — *Charente.* Les amas de gypse grenu sont exploités dans le portlandien des alentours de Cognac, appelés le Pays Bas (Montgaud Saint-Même, Les Cherves, Croix de Pic, les Molidards, Mons) ; le gypse se trouve dans la partie moyenne de l'étage et surtout à son sommet (purbeckien) : des variétés fibreuses ou laminaires (grandes lames transparentes) sont associées au gypse grenu, notamment aux Molidars.

Charente-Inférieure. C'est au même niveau que le gypse se trouve près de Saint-Jean-d'Angély, au Pin de Nantillé, à Aumage et à Seurre (gypse saccharoïde, fibreux ou lamellaire). Il a été rencontré aussi en masses fibrolamellaires dans des puits foncés à Saint-Froult, près Rochefort.

Jura. — *Jura. Doubs.* A citer quelques gisements de gypse purbeckien à Foncine (*Jura*), à La Rivière et Renaud-du-Mont (avec marnes verdâtres à quartz bipyramidé et soufre) (*Doubs*).

Alpes. — *Hautes-Alpes. Basses-Alpes.* Les gypses de Lazer et de Montrond (*Hautes-Alpes*), associés à des dolomies et à des filons de célestite, de même que ceux de Bas-Plan près Clamensane (*Basses-Alpes*), sont intercalés dans le callovien, mais ils ne sont pas d'origine lagunaire (voir plus loin).

Tunisie. — Il existe des lits de gypse lamelleux dans les dolomies jurassiques de l'extrême sud tunisien (Pervinquière, *B.S.G.* VIII. 1908).

Crétacé.

Le crétacé de la plus grande partie de l'Europe occidentale étant constitué par des dépôts marins, il ne s'y rencontre pas de dépôts de gypse lagunaire.

Algérie. — *Alger*. Par contre, il en existe d'importants dans le cénomanien de l'Atlas saharien. Ils se retrouvent à El Goléa et plus au sud, à Tadémaït.

Tunisie. — Dans le sud et l'extrême sud de la Tunisie, le cénomanien renferme fréquemment des lits de gypse lamelleux ou grenu.

Dans l'extrême sud, on trouve des lits analogues, mais plus minces, dans le sénonien.

c) *Dans les assises tertiaires.*

Éocène et oligocène.

Bassin de Paris. — *Seine-et-Oise*, *Seine*, *Seine-et-Marne*. Dès le lutétien supérieur, la région parisienne était constituée par des lagunes, ne communiquant que difficilement avec la mer, de telle sorte que leurs eaux pouvaient se concentrer et donnaient par évaporation des dépôts de gypse, très rarement accompagnés de quelques cristaux de sel marin, dont on ne trouve plus trace aujourd'hui que sous forme de remplissage de trémies par des marnes calcaires (T. II, p. 765, fig. 15). Des oscillations du sol permirent le retour des eaux de la mer attesté par la faune laguno-marine des marnes et des calcaires, alternant avec



Fig. 5.
Gypse lenticulaire en groupes arborescents du lutétien supérieur de Gentilly. (*Réduction de moitié environ.*)

le gypse, alors que d'autre part des afflux d'eau douce rendaient possible par place l'établissement de faunes lagunolacustres (lymnées, planorbes, etc.).

Des bancs de gypse se rencontrent déjà dans le lutétien supérieur

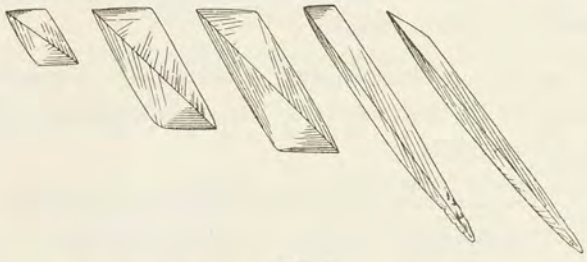


Fig. 6.
Lentilles de gypse ludien des environs de Paris.

(caillasses), dans le bartonien (sables de Beauchamp, calcaire de Saint-Ouen) ; mais en général, ils ont été dissous le long de la vallée de la Seine, et ils ont été remplacés par les pseudomorphoses, dont il va être question plus loin ; on les retrouve intacts dans les sondages faits à quelque distance des vallées quaternaires et un banc de 4 mètres d'épaisseur est même exploité à Bagneux dans le bartonien.

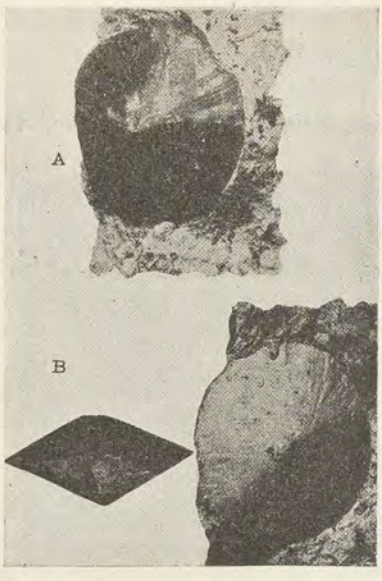


Fig. 7.
Lentille régulièrement conique de gypse dans marne ludienne. Paris (hôpital Saint-Louis). (*Grandeur naturelle.*)

Mais c'est dans le ludien, que les formations gypseuses parisiennes atteignent toute leur ampleur ; elles sont constituées par des bancs homogènes de gypse, ne provenant pas d'anhydrite, ou par des superpositions de lits minces de gypse, variés de structure, alternant avec des marnes plus ou moins calcaires. Les géologues parisiens distinguent dans le gypse quatre masses, la plus inférieure est rarement visible (Argenteuil, près la Seine) ; la masse supérieure ou haute masse (Hauts Piliers) atteint près de 19 mètres d'épais-

seur ; c'est au milieu d'elle surtout qu'ont été trouvés les ossements rendus célèbres par les travaux de Cuvier (*Paloeotherium*, *Anaplotherium*, etc.). A l'est du Bassin de Paris, les assises gypseuses sont remplacées par les couches calcaires du travertin de Champigny.

Des lits gypseux se trouvent aussi dans les assises sannoisiennes (*oligocène*), qui surmontent le gypse (marnes bleues et blanches, et enfin marnes vertes) et que recouvre le calcaire de Brie.

Il y a lieu de distinguer dans l'étude du gypse de Paris, dont j'ai publié une monographie, à laquelle je renvoie pour plus de détails (*Nouvelles Archives Muséum*, IX. 201. 296 pl. 8 à 16. 1897) : 1° le gypse en cristaux distincts, qui se trouve dans les marnes, 2° le gypse en roche, formant les bancs exploités, 3° les pseudomorphoses de gypse.

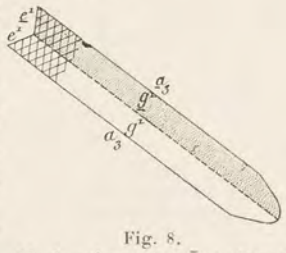


Fig. 8.
Macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$). Type I.
Clivage g^1 (010).

Dans les assises éocènes, la forme des cristaux est à peu près exclusivement lenticulaire ; elle est caractérisée par l'absence presque générale de toute face prismatique. Les figures 14 et 15 montrent des cas exceptionnels, dans lesquels existe le prisme m (110) ; je n'ai observé celui-ci que dans des macles. Les faces sont

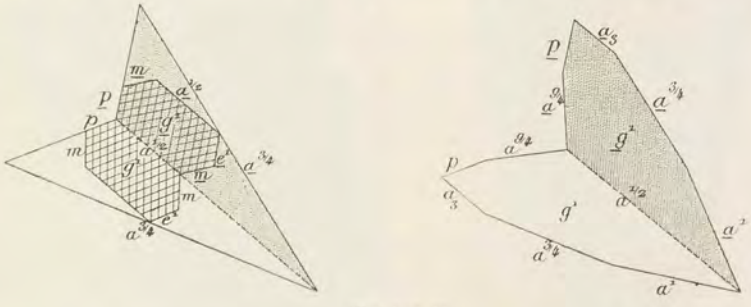


Fig. 9 et 10.
Macle suivant $a^{1}/_{2}$ ($\bar{2}01$). Type II, dit *en fer de lance*. Clivage g^1.

généralement arrondies et non mesurables ; c'est çà et là seulement qu'il est possible de trouver une forme déterminable. Celles que j'ai pu distinguer par le moyen indiqué page 167 (en note), sont e^1 (011), $e^{1/3}$ (031), u ($\bar{2}33$), $a_{2/9}$ ($\bar{1}\bar{1}.7.18$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), a_3 ($\bar{2}11$) et enfin probablement σ ($\bar{2}34$) et δ ($\bar{1}\bar{5}.21.26$).

Quelquefois ces lentilles sont régulièrement coniques (fig. 7) (les très petits cristaux des marnes intragypseuses sont dans ce cas), mais

plus souvent, elles sont allongées (fig. 6) et parfois suivant une arête $g^1\ a_3$. Elles sont soit libres, soit groupées en rosettes (fig. 16 et 17), en associations arborescentes (fig. 5) ; ces cristaux atteignent souvent plus d'un décimètre.

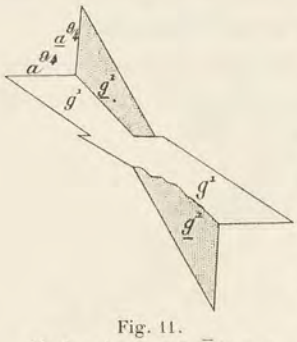


Fig. 11.
Macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), par entrecroisement.

L'une des caractéristiques de ces cristaux lenticulaires réside dans la fréquence de la macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) (fig. 12 et 13), qui ne se présente guère que dans les cristaux ayant plus de 1 cm. de plus grande dimension. Cette macle présente des aspects divers suivant les faces qui la limitent ; dans le cas où a_3 prédomine, la macle a la forme allongée représentée par les figures 8 et 15 (Type I), puisque $a^{1/2}$ se trouve dans la zone $g^1\ a_3$; si, au contraire, ce sont



Fig. 12.
Macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), vue suivant un plan perpendiculaire à $a^{1/2}$. Montmartre. (*Réduction au* $^1/_3$.)



Fig. 13.
Macle suivant $a^{1/2}$. Même cristal que dans la fig. 12, vu parallèlement à une face $a^{3/4}$. Une seconde macle accolée à la première est vue parallèlement à g^1 (010).

d'autres faces (zones $g^1\ a^{3/4}$; $g^1\ a^1$, etc.) qui sont les plus développées, le clivage g^1 offre l'aspect caractéristique, qui a fait donner à cette

macle le nom de macle en *fer de lance* (Type II, fig. 9 et 10, 12 à 14) ; la macle se fait aussi parfois, non plus par accolement, mais par entrecroisement (fig. 11). Ces macles présentent d'ordinaire un angle

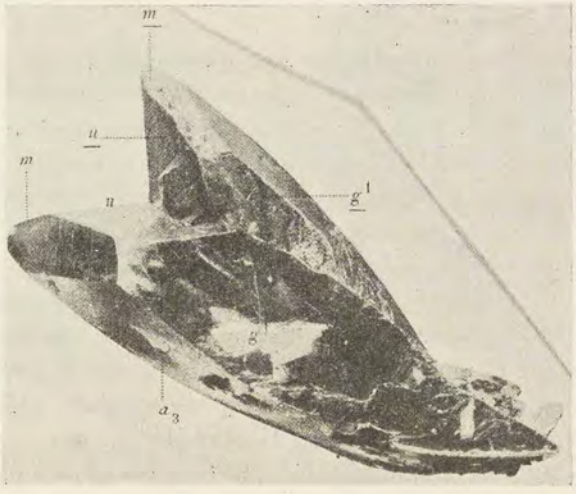


Fig. 14.
Macle suivant $a^{1}/_{2}$ ($2\bar{0}1$) du Type II. Montmartre. (*Photographie grandeur naturelle.*)

rentrant, il est beaucoup plus rare de rencontrer des cristaux offrant des faces g^1 bien développées, ainsi que des faces m (110), qui font parfois disparaître l'angle rentrant (fig. 15).

Les cristaux de gypse ludien, dès qu'ils mesurent 1 centimètre, sont jaunes, et parfois d'un jaune de miel très foncé.

Les petits individus sont régulièrement distribués dans les marnes intragypseuses, mais les lentilles de plus grande taille sont fréquemment réunies en cordons réguliers à des niveaux distincts, caractéristiques de certains gisements des environs de Paris. C'est ainsi que les énormes cristaux, dits *fer de lance*, ne se trouvent que dans quelques localités (Montmartre, Romainville, Noisy-le-Sec, Neuilly-Plaisance (*Seine*), Anet (*Seine-et-Marne*), près Lagny, etc.), dans les marnes sous-jacentes à la grande masse supérieure du gypse. Ils sont généralement implantés par leurs angles saillants, perpendiculairement à la stratification. La collection du Muséum possède une

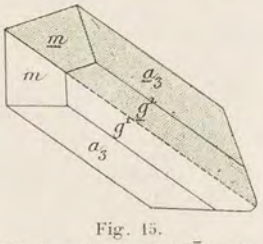


Fig. 15.
Macle suivant $a^{1}/_{2}$ ($2\bar{0}1$) du type. I, sans angle rentrant. Projection sur g^1 (010). Pantin.

macle provenant de Neuilly-Plaisance, mesurant 0 m. 62 $\times$ 0 m. 33 $\times$ 0 m. 15 de plus grande dimension. Dans d'autres cas (Argenteuil, Noisy-le-Sec), on rencontre des lits de cristaux semblablement disposés (souvent zonés) mais dépourvus de formes nettes par suite de leur enchevêtrement.

Les petits cristaux maclés en lits, caractéristiques de certains niveaux, sont désignés par les carriers sous le nom de *pieds d'alouette*.

Gypse en roche. — Le gypse parisien possède un aspect saccharoïde caractéristique ; il est blanc jaunâtre, souvent friable, tantôt à grain fin uniforme, tantôt au contraire porphyroïde par suite de l'abondance de lentilles de gypse, pouvant dépasser un centimètre de diamètre et disséminées au milieu de cristaux plus petits. Dans les lits minces, il y a tous les passages possibles entre ce gypse saccharoïde et les lentilles libres au milieu de l'argile. Le gypse est souvent associé à de la calcite, et Delamétherie avait même cru que la roche résultant de cette association constituait une espèce spéciale, qu'il a appelée la *montmartrite* (*Leçons de minér.* II. 380. 1812).

L'examen microscopique montre que tous les gypses parisiens sont constitués par des lentilles automorphes, identiques à celles qui ont été étudiées plus haut (fig. 4, p. 334 du tome III), mais ils sont d'ordinaire régulièrement coniques ; les macles y sont très rares. Ces lentilles sont pressées les unes contre les autres sans ciment ou sont réunies par de l'argile ou de la calcite ; celle-ci est parfois aussi englobée par le gypse, ce qui démontre la cristallisation simultanée des deux minéraux (petits globules de la 2e masse, Argenteuil).

Il existe parfois en outre dans le gypse des cristaux microscopiques de célestite et des agrégats quartzeux (quartzine, calcédonite) ; ces derniers se concentrent çà et là sous forme de gros nodules.

A Thorigny, près Lagny (*Seine-et-Marne*), le gypse ne présente pas la structure qui vient d'être décrite ; il se trouve sous la forme d'albâtre blanc, rappelant certains gypses triasiques ; on n'y trouve plus de calcite, mais des cristaux de quartz hyalin ; la structure des cristaux de gypse constituant la roche est xénomorphe. Au milieu de cet albâtre gypseux, et surtout au voisinage de masses d'argile, se rencontrent de grands cristaux laminaires de gypse blancs et opaques, dans lesquels j'ai observé des cristaux microscopiques de célestite et d'anhydrite. Le gypse de Lagny renferme des géodes de dissolution, tapissées de magnifiques cristaux lenticulaires, transparents, tantôt jaunes et de grande taille, tantôt incolores et hyalins.

Ils se groupent fréquemment à axes parallèles en s'orientant sur les cristaux laminaires opaques. Leurs formes sont les mêmes que

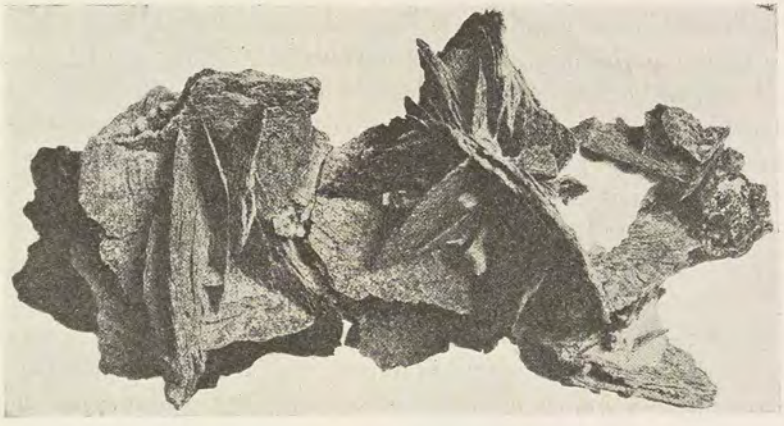


Fig. 16.
Lentilles de gypse pseudomorphisées en quartz. Abattoirs de Vaugirard (Paris).
(*Photographie réduite de moitié.*)

celles des cristaux des marnes ludiennes, mais quelques-unes de leurs faces sont parfois assez planes pour pouvoir être mesurées. Ce gisement d'albâtre est longtemps resté unique dans le Bassin de Paris ; les travaux du collecteur des Coteaux en ont fait découvrir un autre à Paris même, dans la butte Montmartre (rue Victor-Massé et place Lafayette) ; d'après M. Dollot, qui m'en a remis des échantillons, cet albâtre constitue des lits et des nodules intercalés dans le niveau des sables de Beauchamp (bartonien).



Fig. 17.
Lentilles de gypse pseudomorphisées en quartz.
Abattoirs de Vaugirard.
(*Photographie réduite d'un tiers.*)

Pour terminer l'étude des formes que le gypse prend dans les environs de Paris, il faut signaler le gypse fibrolamellaire des argiles, le gypse niviforme, constituant de

masses légères, poreuses, qui s'écrasent sous la pression du doigt et qui remplissent des cavités (principalement dans des nodules calcaires) ; enfin les cristaux de recristallisation actuelle, qui se produisent dans les fentes des carrières et qui ont la forme de ceux décrits page 199.

La région parisienne mérite de devenir classique pour l'étude des pseudomorphoses du gypse. Elles s'y rencontrent en grande abondance et sont constantes à certains niveaux. On peut distinguer les pseudomorphes en produits siliceux (quartz, quartzine, lutécite, opale) et celles en calcite, ou en pyrite. Je les ai longuement décrites dans mon mémoire sur le gypse parisien.

Les pseudomorphoses quartzeuses (quartz, lutécite, etc.) ont été découvertes au château de la Muette, à Passy, par Pasumot (*J. P.* XVI. 155.1780) ; cet auteur a montré l'analogie de leur forme avec celle du gypse lenticulaire et leur véritable nature ; il les a désignées sous le nom de *quartz grenu en cristaux lenticulaires*, nom sous lequel Romé de l'Isle les signala dans sa *Cristallographie*. Haüy (*op. cit.*, I. 437) les a décrites comme pseudomorphoses de gypse et depuis lors, elles ont été maintes fois citées, notamment par Cuvier et Brongniart.

Les plus beaux échantillons de ces pseudomorphoses se trouvent dans le lutétien supérieur (caillasses) : Paris (abattoirs de Vaugirard), Issy, Clamart, Passy (*Seine*), puis Herblay (*Seine-et-Oise*), etc. Elles sont généralement encroûtées de calcite, dont il est facile de les débarrasser par l'action d'un acide ; on les trouve, moins abondantes et moins belles, dans les sables de Beauchamp : Paris (Arc de Triomphe de l'Étoile), Bicêtre, Bois-Colombes, etc., dans les marnes accompagnant le calcaire de Saint-Ouen [Venteuil (*Seine-et-Marne*), etc.].

M. Munier-Chalmas (*C. R.* CX. 663. 1890) a montré la localisation de ces pseudomorphoses sur les bords de la vallée quaternaire de la Seine. Non seulement des cristaux isolés, mais encore des couches entières de gypse ont disparu et ont été remplacées par des produits siliceux ou calcaires. Ces derniers sont remarquables par leur cristallinité ; ce sont souvent des agrégats miarolitiques de calcite jaune (rhomboèdres inverses), de quartz hyalin, avec plus rarement des cristaux de *fluorine* jaune et de *célestite*.

Suivant les gisements, le gypse est remplacé seulement par du quartz ou bien par du quartz et de la quartzine, avec ou sans lutécite ; je rappellerai que ce dernier minéral n'a été trouvé encore que dans ces pseudomorphoses. Après traitement par l'acide chlorhydrique, qui dissout la calcite, imprégnant toujours ces pseudomorphoses, celles-ci

apparaissent avec la texture poreuse bien visible sur les figures 16 et 17.



Fig. 18.
Pseudomorphose de gypse en opale et lutécite dans rognon de ménilite.

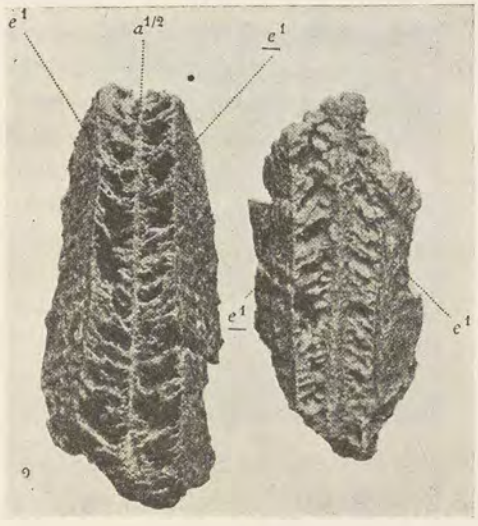


Fig. 19.
Pseudomorphoses de gypse en calcite. Abattoirs de Vaugirard. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Généralement il n'existe aucune relation géométrique entre les minéraux néogènes et le gypse. Parfois seulement les cristaux de quartz sont implantés sur celui-ci par une face p ou $e^{1/2}$ (*babelquartz*).

Des pseudomorphoses de ce genre en voie de production se trouvent dans le gypse ludien un peu partout, etc.

Les pseudomorphoses renfermant à la fois des produits siliceux cristallins et de l'opale, se rencontrent dans le bartonien (calcaire de Saint-Ouen) ; elles occupent le centre de rognons d'opale ménilite (Plaine Montceau à Paris, Tunnel de Saint-Cloud, Grignon, Forêt de St-Germain, Pontoise). Ce sont des moules en creux de cristaux de gypse, avec parfois de grandes lames parallèles (fig. 18) représentant la place des



Fig. 20.
Gypse des marnes oligocènes.

plans g^1 du gypse disparu, le long desquels s'est propagée la silicification. Ces lames sont formées par un mélange translucide d'opale, de calcédonite et de lutécite ou seulement par de l'opale et l'un de ces deux derniers minéraux. Je renvoie à mon mémoire précité pour l'étude des cas dans lesquels la lutécite est orientée de façon à ce que son axe vertical coïncide avec celui du gypse.

C'est au même niveau que l'on trouve les rognons légers constituant

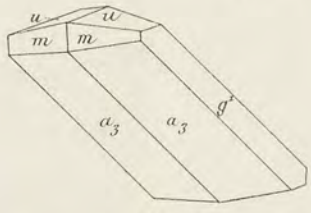


Fig. 21.
Gypse des marnes oligocènes.

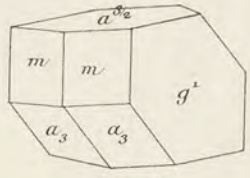


Fig. 22.
Gypse forme commune.

l'*opale nectique* du calcaire de Saint-Ouen (fig. 4, p. 334 du tome III) (Plaine Saint-Denis et Paris, rue de Rome) et qui ne sont autre chose que des pseudomorphoses en opale de gypse en roche.

Les pseudomorphoses calcaires sont plus fréquentes encore que les précédentes; elles se trouvent surtout dans le lutétien supérieur [Paris (boulevard Montparnasse), Vaugirard, Bicêtre, Vanves] ; dans

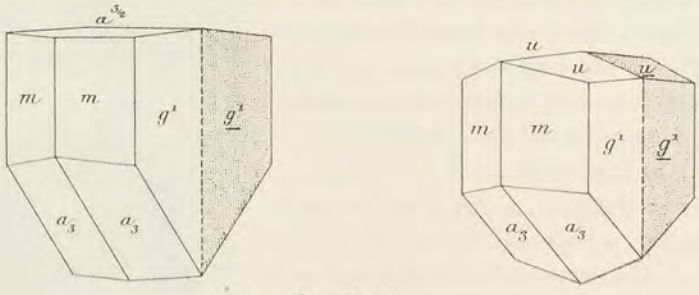


Fig. 23 et 24.
Gypse des marnes oligocènes. Macle suivant h^1 (100).

le bartonien (Puteaux, Gentilly, Venteuil, etc.), le ludien (marnes à *Pholadomya ludensis*) (pseudomorphoses calcaires remplies de gypse niviforme d'Argenteuil). La figure 19 montre que là encore la transformation se propage le long de certains clivages : la calcite n'est pas orientée sur le gypse.

Quant aux pseudomorphoses partielles en pyrite, je les ai rencontrées dans les marnes ludiennes de Noisy-le-Sec.

Il me reste à étudier le gypse des assises *oligocènes*. Les bancs gypseux du sannoisien (marnes bleues et marnes vertes) ont la même structure que ceux du ludien, mais les cristaux qui se trouvent isolés au milieu des argiles ont souvent des formes différentes. [Paris (Belleville, Montmartre, Buttes-Chaumont), Pantin, Argenteuil]. Ils présentent deux types principaux. Le premier consiste en formes lenticulaires, analogues à celles du gypse ludien, mais avec en outre (d'une façon constante) g^1 et m, plus ou moins développés (fig. 20). Les formes $b^{1/2}$, $a_{2/9}$ $(\bar{1}\bar{1}.7.18)$, $a^{3/2}(\bar{2}03)$, $a_3(\bar{2}11)$ sont parfois nettes. Les faces de a_3 sont fréquemment unies et planes (fig. 21). Ces cristaux, atteignant fréquemment 5 à 6 cm., sont assez souvent incolores et remarquablement limpides.



Fig. 25.
Gypse des marnes oligocènes.
Macle suivant h^1 (100). Montmartre.

Ils présentent parfois la macle suivant $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$ qui correspond

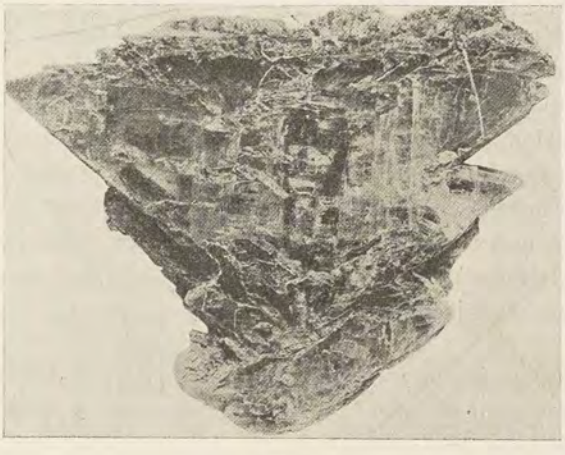


Fig. 26.
Gypse des marnes oligocènes. Macle suivant h^1 (100). Argenteuil.
(Photographie réduite de moitié.)

d'ordinaire au type le moins fréquent dans le gypse ludien, celui où il n'existe pas d'angles rentrants et où les formes dominantes sont m, g^1,

a_3 (Pantin, Belleville, Ménilmontant) (fig. 15). Ces macles se rencontrent plus souvent en groupements de plusieurs individus qu'en individus isolés.

Le second type est caractérisé par le plus grand développement et parfois par la prédominance de m et de g^1 (fig. 22) avec parfois allongement suivant c (avec $b^{1/2}$, $a_{2/9}$, u, $a^{3/2}$, etc.). Ces cristaux se groupent fréquemment en rosettes, atteignant 10 cm. de diamètre [Pantin, Montmartre, Argenteuil (dans marnes d'Argenteuil supérieures aux marnes vertes)].

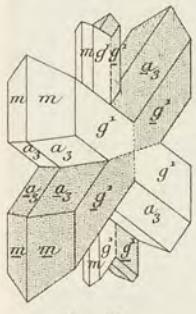


Fig. 27.
Macle suivant h^1 (100) par entrecroisement. Montmartre.

La macle présentée par ce type est celle suivant h^1 (100); elle offre des aspects très variés, suivant que, dans les cristaux élémentaires, ce sont les formes m (110) (fig. 23, 24 et 27) ou a_3 ($\bar{2}11$) (fig. 26) qui dominent. Ces macles sont souvent très aplaties suivant g^1.

La figure 27 représente un cristal de Montmartre, dans lequel cette macle s'est produite par entrecroisement; les cristaux composants y ont une forme peu habituelle dans ce genre de gisement, qui est celle dominant dans le gypse épigène. Les macles du type de la figure 25 se groupent parfois en grand nombre par enfilement suivant c et entrecroisement; deux cristaux semblables à ceux de la figure 26 sont parfois réunis bout à bout par leur pointe.

J'ai rencontré à la Butte d'Orgemont, à Argenteuil, au sommet de marnes vertes, d'énormes lentilles de gypse, souvent maclées suivant $a^{1/2}$, et rappelant celles du ludien; leurs faces sont irrégulières, raboteuses, creusées de cavités. Ces cristaux sont zonés par suite de l'existence de nombreuses inclusions argileuses, régulièrement distribuées. Les transformations incomplètes de gypse en calcite sont fréquentes dans ce gisement.

Aquitaine. — *Dordogne*. Le gisement de gypse de Sainte-Sabine est particulièrement à citer; en outre du gypse grenu, il fournit d'énormes cristaux transparents lenticulaires, parfois maclés suivant $a^{1/2}$; j'ai observé de curieuses lames transparentes provenant de ce gisement; elles sont recouvertes de fibres soyeuses du même minéral, implantées normalement à g^1.

Lot-et-Garonne. Le gypse en roche de Monflanquin renferme des

poches contenant de grandes lames transparentes de gypse, qui dépassent un décimètre de plus grande dimension.

Tarn-et-Garonne. Des lames semblables se rencontrent dans le gypse exploité près de Moissac et de Varen (gypse rosé). La macle suivant $a^{1/2}$ m'y a été signalée, mais je ne l'ai pas vue moi-même.

Sainte-Foy et Larrazet (stampien d'après Caraven-Cachin).

Tarn. Sarelaise près Castres (dans le grès du Castrais à *Palœotherium*).

Plateau Central. — *Haute-Loire.* De petits gisements gypseux ont été autrefois exploités aux environs du Puy-en-Velay (Cormail, Estrouilhas et Mont-Anis dans des marnes tongriennes (M. Boule). Ces gypses, aujourd'hui difficilement visibles et en partie dissous aux affleurements, ont fourni une faune assez riche (*Palœotherium*, œufs d'oiseaux, etc.) ; on y a trouvé aussi de beaux échantillons fibrolamellaires et (Cormail) de très grandes lames transparentes, que l'on ne voit guère que dans les vieilles collections.

Cantal. Les argiles de la base de l'oligocène des environs de Mauriac (notamment à Salins) renferment des lits gypseux et aussi de gros cristaux lenticulaires maclés suivant $a^{1/2}$, qui, par leur taille, sinon par leurs formes extérieures, rappellent les cristaux en fer de lance des environs de Paris.

Puy-de-Dôme. Un niveau gypseux se trouve dans quelques localités de la Limagne à la base du stampien (Puy Corent, Puy de Bane, Puy Saint-Romain, Gignat, Sainte-Marguerite), ainsi qu'à la Butte de Montpensier près Aigueperse. Il a été exploité dans plusieurs de ces gisements, qui renferment aussi des cristaux lenticulaires ou trapéziens. On y trouve des veinules de gypse fibreux ; j'ai observé un échantillon de ce genre provenant du Puy Corent, qui présente la particularité de se terminer par une grande lentille jaunâtre, disposée de telle sorte que son clivage g^1 fait partie de la zone d'allongement des fibres ; c'est la disposition inverse de celle réalisée dans l'échantillon de Sainte-Sabine décrit plus haut.

Allier. Les marnes avec gypse de Naves appartiennent au stampien supérieur.

Alsace. — [*Alsace*]. Gypse albâtreux à Zimmersheim près Mulhouse.

Bassin du Rhône. — *Basses-Alpes.* Dans le bassin de Manosque, les gypses de Dauphin et du Bois d'Asson se trouvent à la base du tongrien ;

ces gisements ont fourni des cristaux lenticulaires d'assez grande taille.

Drôme. L'oligocène d'Eygalayes renferme un niveau gypsifère et lignifère contenant des nodules de célestite.

Hérault. Le gypse de Saint-Gely, près Montpellier est sannoisien.

Aude. Dans la molasse des environs de Castelnaudary, se trouvent des horizons gypseux à Mas-Sainte-Puelles et à Villeneuve-la-Comptal.

Gard. Les assises gypseuses se rencontrent dans le bartonien à Laval-Saint-Roman, Galès, etc. et dans le ludien (avec lignite) à Barjac, Saint-Jean-de Marvéjols, Cervas, Célas, Les Fumades, etc., ainsi que dans l'oligocène de la région d'Alais.

Vaucluse. Des sables gypsifères ludiens se trouvent à la Débruge, près de Gargas. Ils fournissent de gros cristaux lenticulaires enchevêtrés de gypse, rappelant ceux des caillasses de Paris; on peut citer encore Mallemort.

On a vu à la page 374 du tome II que dans le gisement tongrien des Tapets près Apt, le soufre est associé à du gypse ; il y existe aussi du gypse fibrolamelleux et les géodes tapissées de cristaux de soufre et de célestite renferment parfois de jolis cristaux limpides néogènes de gypse (allongés suivant c et maclés suivant h^1). Il y a lieu de citer aussi à ce point de vue les marnes gypsifères et les gypses de Gargas (Sainte-Radegonde), etc., qui sont du même âge que ceux d'Aix. Des cristaux isolés lenticulaires de gypse se trouvent à la base de cette formation dans les marnes à *Cyrena semistriata*.

Bouches-du-Rhône. Le bassin d'Aix en Provence renferme de nombreux bancs de gypse, depuis longtemps célèbres par la richesse de leur flore; ils appartiennent au tongrien ; le gypse y est saccharoïde. Dans les lits de marnes associées se trouvent en abondance soit de véritables bancs de cristaux agglomérés, soit des cristaux lenticulaires, offrant la plus grande analogie avec ceux du gypse ludien de Paris et présentant comme eux la macle suivant $a^{1/2}$. Ceux de ces cristaux que j'ai vus ne dépassent pas 4 cm. de plus grande dimension.

J'ai décrit et figuré, page 766 du tome II, les curieuses pseudomorphoses de sel gemme en lentilles de gypse agglomérées, qui se rencontrent particulièrement à Saint-Mitre, entre Aix et Eguillet.

Le gypse de Saint-Jean-de-Garguier appartient à l'aquitanien.

Algérie. — *Constantine.* M. Blayac m'a signalé dans l'oligocène

laguno-lacustre, des bancs de gypse de 1 à 2 m. d'épaisseur dans les localités suivantes.

Le gypse des environs de Guelma sur les berges de la Seybouse renferme de belles lames transparentes. Aux environs d'Héliopolis, un gîte de soufre natif, rappelant ceux de Sicile et des Tapets, est associé aux assises gypseuses ; les géodes de soufre contiennent quelquefois des cristaux néogènes, transparents de gypse, allongés suivant l'axe vertical, avec la macle h^1.

A citer encore : Nador (près des mines de calamine) ; Djebel Chebka, près le chott Mzouri et près Constantine, entre Aïn Kerma et Rouffach.

Tunisie. — Dans l'éocène moyen, M. Pervinquière (*Et. géol. Tunisie centrale*, p. 189) a signalé des bancs de gypse grenu et lamelleux assez importants pour être exploités (Sidi Chadah, Chouchet es Sid).

Soudan. — *Adar-Doutchi.* De belles lames de gypse incolore se trouvent à l'est de Bouza, à 2 km. au sud-est de Tamaské. M. Garde, qui a visité récemment ce gisement, l'attribue à la base de l'éocène.

Dans le miocène.

Aquitaine. — *Tarn-et-Garonne.* L'helvétien de la Lomagne renferme un niveau gypseux (gypse grenu, lamelleux, fibreux), alternant avec des marnes et exploité pour l'agriculture à Arrats, Auvillar, Broca près Mansonville, Castérat-Bouzet, Lavit-de-Lomagne, etc.

Algérie. — *Oran.* Les calcaires à nullipores du miocène supérieur renferment dans le Sahel d'Oran, à Bou-Thélis, des amas lenticulaires de gypse exploités ; ceux-ci contiennent, notamment à 3 kilomètres au nord de cette localité (route d'El Ançon), des cristaux lenticulaires de plusieurs décimètres, présentant la macle suivant $a^{1/2}$.

Tunisie. — Les assises du miocène moyen et supérieur de la région du Kef renferment du gypse, soit en lits interstratifiés, soit en lames.

Dans le pliocène.

Tunisie. — Le pliocène du Lorbeus contient des lits interstratifiés de gypse.

d) *Dans les assises quaternaires.*

Algérie. — *Oran.* Les dépôts salins quaternaires et actuels de la plaine de la Sebkha d'Oran renferment des cristaux de gypse de la forme $m\,g^1\,a_3$.

Tunisie. — Voir p. 197.

Mauritanie. — M. Chudeau m'a remis de grandes lentilles de gypse jaunâtre, atteignant 20 cm. de plus grande dimension, qu'il a recueillies dans la lagune quaternaire d'El Mounek, au Nord du Cap Mirik. Les cristaux ramassés à la surface du sol ont leur périphérie curieusement corrodée par le sable, sous l'influence du vent. Ces cavités de corrosion n'ont aucune forme géométrique.

Sur tout le littoral de la Mauritanie, surtout de Boguent à Marsa, dans le sud de l'Agneitir et aussi dans l'Azoufal, se rencontrent des sebkha à fond salé, sortes d'étangs littoraux séparés de la mer par des dunes. La sécheresse du climat explique la fréquence de la cristallisation du sel et du gypse. A Timardine, celui-ci est en partie réduit en soufre.

Nouvelle-Calédonie. — Il existe sur la côte Ouest de l'île, depuis la pointe Chaleix jusqu'à Gomen, et en particulier dans la presqu'île de Uitoé et auprès du cap Goulvain, à Beaupré, des argiles bariolées, tout à fait récentes, sinon contemporaines, à faciès lagunaire. (Glasser, *A. M.* IV. 334, 1903.) Elles contiennent de gros cristaux lenticulaires de gypse, souvent enchevêtrés, qui sont très abondants et ont été exploités pour les besoins de la métallurgie locale.

e) *Formation actuelle dans les marais salants et dans les lagunes.*

Bords de l'Atlantique. — *Loire-Inférieure.* La connaissance du gypse se formant actuellement dans les marais salants a une grande importance pour l'interprétation de la genèse des gisements sédimentaires étudiés plus haut. J'ai décrit en grand détail (*Nouv. Arch. Muséum.* IX. 221. 1897) un gisement remarquable, situé au Bourg-de-Batz et qui a été cité pour la première fois par M. Baret (*B. S. M.* IX. 294. 1888).

Les marais salants du Bourg-de-Batz, comme tous ceux de la presqu'île guérandaise, présentent la disposition suivante : l'eau est amenée de la mer par de grands canaux (*étiers*), conduite dans de larges réservoirs (*vasières*), où elle se clarifie, puis dans des compartiments plus petits et moins profonds (*cobiers*). De là, de petites rigoles la distribuent dans une série de divisions rectangulaires, de moins en moins profondes (*fares*, *adernes*), dans lesquelles l'eau s'échauffe sous les rayons

du soleil et se concentre avant d'arriver aux derniers compartiments ou *oeillets*, dans lesquels s'effectue la cristallisation du sel. C'est uniquement dans les fares et dans les adernes que le gypse cristallise ; l'eau y possède une concentration de 13 à 20° Baumé. C'est bien ce que prévoit la théorie, puisque dans les concentrations artificielles d'eau de mer, le gypse se dépose entre 14 et 30° B., le sel marin cristallisant à partir de 26°B.

Les cristaux appartiennent à deux types : 1° égal développement de g^1 et de a_3, avec allongement suivant leur arête d'intersection ; les faces m et g^1 sont larges, brillantes et striées parallèlement à leur intersection mutuelle, alors que a_3 est toujours courbe ; les autres formes, que l'on rencontre souvent, sont e^1, u ($\bar{2}33$), z ($\bar{1}\bar{5}.21.26$), $a^{9/4}$ ($\bar{4}09$), plus rarement $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) et aussi une forme de la zone $a^{3/2}\ g^1$, faisant des angles d'environ 140° avec g^1 et 114° avec m. Fréquemment toutes ces formes sont courbes et leurs arêtes d'intersection mutuelle sont arrondies ; elles constituent alors avec a_3 des pointements régulièrement coniques, semblables à quelques-uns de ceux du gypse parisien ; certains cristaux atteignent 3 cm. 5.

Le second type est lenticulaire, il ne présente ni m, ni g^1 ; les cristaux sont constitués par a_3, à faces parfois très brillantes, auxquelles sont associées toutes les formes signalées plus haut et surtout u ($\bar{2}33$) ; tantôt a_3 et u sont également développés ; tantôt et plus souvent, les cristaux sont allongés suivant une arête $a_3\ a_3$; des groupements à axes parallèles de lentilles entièrement courbes sont fréquents. Tandis que les cristaux du premier type sont généralement isolés, les types lenticulaires forment des masses enchevêtrées d'un grand nombre de kilogrammes. Tous ces cristaux atteignent individuellement 2 centimètres.

Les macles ne sont pas rares ; dans le premier type, elles ont lieu suivant h^1, avec aplatissement suivant g^1, allongement ou raccourcissement suivant l'axe vertical. Elles sont uniformément terminées à l'extrémité supérieure par u ($\bar{2}33$) et $a^{9/4}$ ($\bar{4}09$) arrondies, et à la partie inférieure par a_3 ; un grand nombre de macles de ce genre s'enfilent suivant l'axe vertical ; des cristaux simples interviennent dans ces groupements et il n'est pas rare d'y rencontrer deux macles réunies bout à bout par celle de leurs extrémités qui est constituée par les faces a_3. Toutes ces particularités se retrouvent dans les macles similaires des marnes vertes des environs de Paris.

Les cristaux lenticulaires sont beaucoup moins souvent maclés que les précédents ; ils présentent uniquement la macle suivant $a^{1/2}(\bar{2}01)$: c'est encore une analogie avec le gypse parisien.

Je me suis attaché à voir quelle est la distribution relative de ces cristaux dans trois fares successifs, dans lesquels la concentration de l'eau varie. Les cristaux sont d'autant plus gros, d'autant plus nets et d'autant moins lenticulaires qu'ils se produisent dans une solution plus étendue. Dans les eaux les plus concentrées, les formes lenticulaires se produisent seules ; ces faits expliquent sans doute pourquoi dans les marnes vertes parisiennes, où les cristaux de gypse sont peu nombreux, les formes nettes sont constantes, alors que dans les lits continus de gypse, dans les marnes du gypse ludien, et dans les marnes qui les accompagnent, les cristaux sont lenticulaires, la concentration de la lagune ayant été dans ces derniers cas poussée plus loin.

Les cristaux sont surtout abondants dans une vase noire, qui recouvre le sol granitique ; ils se forment là, grâce à la saturation du sous-sol, en des points assez éloignés de la surface liquide pour n'être pas influencés par les changements de la concentration, qui y varie nécessairement avec la température et l'arrivée de l'eau nouvelle déterminée par l'exploitation du marais salant. Les cristaux se forment aussi dans le gravier granitique et alors ils englobent poecilitiquement une très grande quantité de débris de feldspaths, de quartz et de mica et possèdent ainsi la structure des cristaux de gypse du Souf, dont il est question plus loin.

Bords de la Méditerranée. — *Bouches-du-Rhône*. J'ai examiné une série d'échantillons du gypse, qui se dépose dans les *parténements* des salins d'Aigues-Mortes, équivalents des fares et des adernes des marais salants de Batz. L'aspect de ces cristaux est un peu différent des précédents et cela tient peut-être aux conditions particulières de l'évaporation de l'eau, qui est plus rapide dans la Méditerranée que sur les bords de l'Atlantique.

Le gypse forme dans les bassins, dont l'eau a une densité de 14 à 16° Baumé, des croûtes gondolées, reposant directement sur le sol. Elles sont constituées par de petits cristaux d'un blanc jaunâtre présentant m, $a^{3/2}$, u, ou $a_{2/9}$; ils sont allongés suivant une arête $g^1\ a^{1/2}$ et aplatis parallèlement à $a^{1/2}(\bar{2}01)$. Les faces a_3 sont courbes et généralement non mesurables ; ils présentent des zones d'accroissement diversement colorées, dues à la présence d'argile noire.

Cette observation est conforme à une plus ancienne de Dieulafait (*A. C. P.* XIV. 383. 1878), qui a signalé, en outre, des cristaux isolés au milieu de la boue noire sous-jacente à la croûte gypseuse superficielle. Dans les marais, qui ne sont plus exploités, on trouve des masses miarolitiques de gypse, dans lesquelles s'observent parfois de très beaux cristaux lenticulaires.

Algérie et Mauritanie. — Voir pages 193 et 194.

2° *Formation actuelle dans les régions désertiques.*

Dans les régions désertiques du Sahara et du Soudan, il se produit actuellement des cristaux de gypse, soit par évaporation directe de mares salées, renfermant divers sels alcalins associés au sulfate de calcium, soit par recristallisation du gypse se trouvant en profondeur dans des formations d'âge varié et venant se concentrer à la surface par l'évaporation de l'eau montée dans le sol par capillarité. Cette formation, qui se poursuit encore actuellement, est la prolongation d'un phénomène plus ancien (quaternaire). Voici quelques gisements caractéristiques de ces deux modalités de mode de formation.

Algérie. — *Sahara*. Le sable du désert, recouvrant les assises gypseuses d'âges divers (trias, crétacé, éocène, etc.) renferme localement, notamment dans la région du Souf, à l'Est-Nord-Est de Touggourt et à El-Goléa, un enchevêtrement de très gros cristaux de gypse (debdeb) (voir Flamand *C. R. campagne* 1907-08. *Service géol. Territ. du Sud*), qui se forment encore actuellement et se produisent vraisemblablement depuis l'oligocène aux dépens du gypse sous-jacent. Ce gypse constitue des dépôts horizontaux épais de 0 m. 20 à 0 m. 50 et même 1 m. d'épaisseur, séparés par des lits légèrement argileux ; il sert à la construction, car il est la seule pierre de la région. Les cristaux sont quelquefois lenticulaires et groupés (*roses du désert*) et alors, identiques aux groupements des environs de Paris représentés par les figures 16 et 17 ; d'autres fois, ils sont caractérisés par le grand développement de a_3 avec g^1 : les cristaux sont allongés suivant une arête $a_3\, g^1$ et rarement terminés par des faces m bien définies. Enfin il existe des cristaux identiques à ceux de la figure 28, avec parfois des macles suivant h^1 (100) produites par entrecroisement (fig. 27).

Ces cristaux atteignent fréquemment plusieurs décimètres de plus grande dimension. De couleur jaune, ils sont limités par des faces rugueuses et ont englobé au cours de leur cristallisation des grains de sable, à la façon des cristaux de calcite de Fontainebleau.

Dans cette même région, M. Le Chatelier a rencontré de fréquentes pseudomorphoses de racines en gypse : elles sont tout d'abord épigénisées par du gypse farineux, au milieu duquel se voient des restes ligneux, puis ce gypse recristallise et les racines sont alors remplacées par des baguettes flexueuses, constituées par un enchevêtrement de cristaux lenticulaires.

Tunisie. — Dans la région sableuse de l'Extrême-Sud tunisien, le gypse, par son mélange au sable, forme une carapace superficielle, dont l'épaisseur peut atteindre 1 mètre, d'après les renseignements que m'a donnés M. Pervinquière. Un peu plus au sud, sur le bord de l'Erg, dans les régions de Kébili et de Douz, il existe des roses du désert analogues à celles du Souf.

Soudan. — *Eguéï. Bahr-el-Ghazal.* M. Garde a trouvé (*C. R.* CXLVIII. 1616. 1909) dans les argiles récentes, natronées, de Hangara, au Nord de l'Eguéï (à environ 450 km. au Nord-Est du Tchad), des cristaux lenticulaires de gypse, souvent maclés suivant $a^{1/2}$; ceux qu'il m'a remis mesurent 1 cm. 5. Le gypse existe aussi à Bir Kiat dans la partie supérieure du sillon du Bahr-el-Ghazal.

Gisements d'âge indéterminé.

Antilles. — C'est peut-être à un gisement oligocène qu'il faut rapporter le gypse laminaire transparent des Anses d'Arlet (*Martinique*) et des *Saintes*, que j'ai examiné, sans l'avoir recueilli moi-même.

Tonkin. — M. Dupouy m'a remis du gypse fibreux de Long Po (fleuve Rouge), dont la nature du gisement est inconnue.

Soudan. — Je dois au sergent Lacombe de grandes lames transparentes de gypse provenant d'Agadem et qui se trouvent peut-être dans des conditions analogues à celles d'Eguéï, à moins qu'elles ne proviennent d'assises tertiaires comme celles citées page 193.

3° *Dans les gisements d'origine épigénique.*

a) *Par décomposition de la pyrite.*

Le gypse est un produit secondaire très fréquent dans tous les gise-

ments qui renferment à la fois des sulfures et en particulier de la pyrite et des minéraux ou des roches calciques. La décomposition de la pyrite se fait d'après l'équation suivante :

$$FeS^2 + O^7 + 8\ H^2O = FeSO^4, 7\ H^2O + H^2SO^4$$

L'acide sulfurique attaque les roches voisines, donnant naissance, suivant leur constitution chimique, aux nombreux sulfates, qui seront décrits plus loin et en particulier à du gypse si ces roches sont calciques. Quant à la mélantérite, elle peut être, elle aussi, une source de gypse, soit à l'état intact, soit après oxydation ; elle est facilement soluble dans l'eau et sa dissolution, au contact du calcaire, donne naissance par suite de réactions plus ou moins complexes à des cristaux de sulfate de calcium. Le cycle de ces transformations peut être facilement étudié, comme je l'ai fait (*Nouv. Arch. Muséum*, *op. cit.*), dans l'argile plastique des environs de Paris.

Suivant les conditions dans lesquelles se trouvait originellement la pyrite, le gypse néogène se présente avec des particularités spéciales ; c'est pourquoi je considérerai dans des paragraphes distincts diverses catégories de gisement, malgré l'identité des réactions, qui y ont donné naissance au minéral qui nous occupe.

α. Cristaux distincts dans des argiles.

Le gypse, qui se trouve dans ces conditions, forme souvent de très beaux cristaux, généralement isolés et présentant des formes toujours très simples, qui, sauf exception, se réduisent à g^1, m et a_3. Ces diverses formes peuvent être également développées (fig. 28) ; c'est le gypse trapézien d'Hauy. D'autres fois, ils sont allongés suivant une arête $g^1\ a_3$ (fig. 30) ou suivant l'axe vertical (fig. 29) ; dans ce dernier cas, les macles suivant h^1 sont plus fréquentes que dans le précédent.

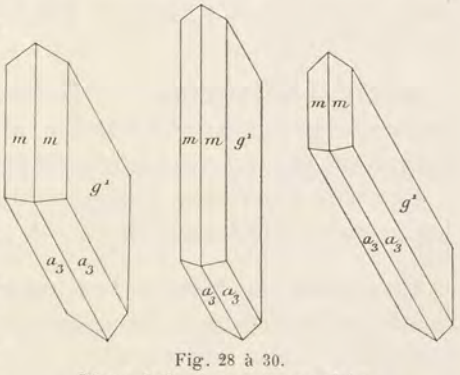


Fig. 28 à 30.
Divers faciès de gypse secondaire.

Voici quelques gisements dont j'ai étudié des échantillons ; on pour-

rait multiplier à l'infini les citations de ce genre. Pour la commodité des recherches, je les classerai par ordre géologique.

Dans les assises jurassiques.

Flandre. — *Pas-de-Calais*. Dans les marnes portlandiennes de la Pointe d'Alpreck près Boulogne-sur-Mer, les cristaux sont quelquefois aplatis suivant une face a_3.

Dans les marnes kimeridgiennes de Châtillon, près Boulogne, le gypse se présente en lentilles, quelquefois maclées suivant $a^{1/2}$ et rappelant alors davantage les cristaux des marnes parisiennes que ceux des autres gisements étudiés dans ce paragraphe.

Normandie. — *Calvados*. Beaux cristaux, quelquefois maclés, dans les marnes oxfordiennes des falaises de Bénerville ; les cristaux atteignant plusieurs centimètres de longueur présentent quelquefois des faces arrondies entre g^1 et a_3 ; des macles en cœur suivant h^1 (fig. 31) ne sont pas rares. Aux Vaches Noires, on trouve dans les argiles de Dives, des cristaux analogues.

Le gypse existe aussi au centre de nodules de pyrite en voie de transformation en limonite (Morière. *Bull. Soc. lin. Normandie*. VIII. 1849).

Maine. — *Sarthe*. Dans les marnes oxfordiennes de Coulangé près Aubigné, cristaux enchevêtrés et entrecroisés formant des boules.

Poitou. — *Vienne*. Je dois à l'obligeance de M. Welsch, des cristaux trapéziens de gypse du lias supérieur de Smarves, à 8 km. au sud de Poitiers.

Aunis et Saintonge. — *Charente*. Cristaux de la même forme dans les marnes liasiques de Chantrezac, Montbron, Nanteuil-en-Vallée, dans les marnes purbéckiennes de Saint-Même, des Molidards, de Montgaud.

Charente-Inférieure. Beaux cristaux trapéziens atteignant 4 cm. dans les marnes oxfordiennes de Magon près La Rochelle.

Chalosse. — *Landes*. Les argiles de la métairie de Lacausse à Saint-Lon renferment en très grande abondance des cristaux de gypse trapézien, jaunes très réguliers (3 à 4 cm.) (fig. 28).

Corbières. — *Hérault*. Cristaux nets, avec macles suivant h^1, dans les marnes toarciennes entre Magalas et Fouzilhon.

Bourgogne. — *Saône-et-Loire*. Dans le toarcien et l'oxfordien des environs de Mâcon, jolis cristaux, en particulier à Davayé ; macles en cœur suivant h^1 quand a_3 est très développé (fig. 31).

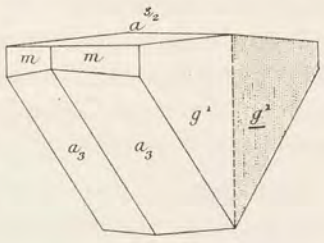


Fig. 31.
Macle suivant h^1. Forme commune.

Vosges. — *Haute-Saône*. Jolis cristaux dans les marnes inférieures de l'oxfordien : Quénoche, Presles, Fontenois-les-Montbozon, Breurey-les-Sorans, Fouvent-le-Bas, etc.

Alpes. — *Isère*. Dans le callovien de Mens, de Trièves, gros cristaux (10 c.) trapéziens.

Madagascar. — De beaux cristaux de gypse transparents se rencontrent dans les marnes jurassiques au Nord d'Andranosamonte (côte Nord-Ouest).

Dans les assises crétacées.

Les argiles et marnes renferment souvent des cristaux trapéziens. Les nodules de pyrite et de marcasite du crétacé supérieur en voie d'altération ou transformés en limonite montrent assez fréquemment, à leur partie centrale, du gypse en lames transparentes formant généralement un seul cristal dans un même nodule. *Yonne* : Mont-Tholon au sud de Joigny. *Aube* : Montgeux, Towilliers, Laisnes-aux-Bois, Boulages. Je ne m'occuperai ci-contre que des cristaux géométriquement distincts.



Fig. 32.
Gypse de Maupas. (*Photographie réduite de moitié environ.*)

Flandre.— *Nord*. Beaux cristaux dans les argiles de Bailleul.

Bassin de Paris. — *Oise*. Des cristaux ont été signalés dans les argiles violacées néocomiennes du Courtil Leuillier en Saint-Paul.

Champagne. — *Haute-Marne*. M. de Mauroy m'a signalé de magnifiques cristaux (11 cm.) provenant des minières de Maupas près Wassy, de Bettancourt près Saint-Dizier. La figure 32 représente l'un d'eux, qui possède

des zones d'accroissement dues à l'existence d'inclusions argileuses : on voit qu'au début de la cristallisation, le cristal initial a subi une dissolution irrégulière.

Aube. Dans les marnes néocomiennes de Fouchères (lentilles), de Vendeuvre, Amance (cristaux groupés autour d'un centre) ; dans les argiles albiennes de Courcelles et des Plessis (ammonites transformées en cristaux de gypse).

Ardenne. — *Ardennes.* Beaux cristaux trapéziens à la ferme de la Sartelle entre Mouzon et Beaumont-en-Argonne.

Bourgogne. — *Yonne.* Gros cristaux trapéziens atteignant 5 cm. de plus grande dimension dans les marnes néocomiennes (Venoy, près Auxerre), aptiennes (Seignelay, Rouvray, et au S.-E. de Venoy), albiennes (Flogny, Beugnon, Dignes).

Touraine. — *Indre-et-Loire.* De très beaux cristaux trapéziens se rencontrent aux environs de Chinon (macles h^1 par entrecroisement).

Saintonge. Angoumois. — *Charente-Inférieure.* Dans les argiles schisteuses des grès verts des pointes de Fouras et de Piedemont près Rochefort.

Charente. Cristaux trapéziens dans les marnes cénomaniennes d'Angoulême, Châteauneuf et Garat, dans les argiles ligniteuses des Cherves et de Pont-de-Basseau.

Périgord. — *Dordogne.* Des cristaux (trapéziens) atteignant plusieurs centimètres se rencontrent fréquemment dans les argiles ligniteuses cénomaniennes et angoumiennes de ce département et en particulier à la Chapelle-Péchaud.

Dans les assises tertiaires.

Bassin de Paris. — *Seine et Seine-et-Oise.* L'argile plastique sparnacienne de Paris et de ses environs immédiats est extrêmement riche en cristaux de gypse, souvent limpides et d'une grande beauté. Ils se rencontrent à tous ses niveaux pyriteux, mais particulièrement dans les fausses glaises, qui en occupent le sommet. Leur liaison avec la pyrite n'est pas douteuse et souvent on les trouve implantés sur les rognons de ce minéral (fig. 35 C.). Les gisements les plus remarquables sont à Paris, dans le quartier d'Auteuil (notamment près de l'usine à gaz, dans la rue Mozart où les fondations des maisons des numéros

66 à 76 ont fourni d'admirables échantillons), les carrières d'Issy près a porte de Versailles, Meudon, Bougival (*Seine*), Saint-Germain-en-Laye (*Seine-et-Oise*), etc.

Ces cristaux sont à rapporter à trois types ; le plus commun est le trapézien, avec toutes ses modalités (fig. 28 à 30) et la macle h^1. En outre des formes constantes g^1, m, a_3, il existe souvent e^1 (fig. 33) et parfois $e^{1/3}$ (031) (fig. 34) à faces creuses et inégalement développées. Quand les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical, ils dépassent parfois 15 cm. de plus grande dimension, et sont parfois plus ou moins cristallitiques et entrecroisés (fig. 35 B).

Il n'est pas rare de rencontrer de

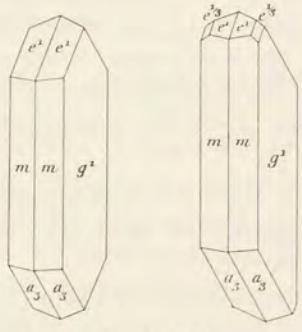


Fig. 33 et 34.
Gypse de l'argile plastique de Paris.

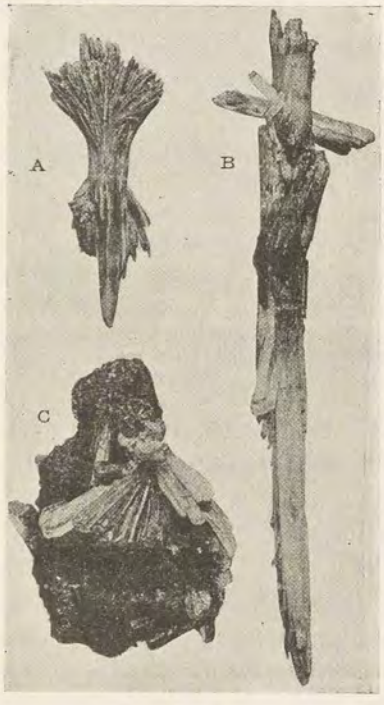


Fig. 35.
Gypse de l'argile plastique de Paris.
(*Photographie un peu réduite.*)

singuliers groupements (fig. 35 A) : Un gros cristal, allongé suivant l'axe vertical, supporte dans l'angle obtus $a_3 m$, un éventail formé par des cristaux très aplatis suivant g^1, groupés comme les feuillets d'un livre autour d'une parallèle à l'arête a_3 a_3. L'angle postérieur a_3 m supporte un éventail, dont les constituants ont leurs parallèles dans l'éventail antérieur, mais ne se trouvent pas sur leur prolongement. Il y a là une tendance à la formation d'une macle et ces cristaux d'Auteuil sont à comparer à ceux du Papelsberg (Siebengebirge), décrits par M. Laspeyres.

Le second type est moins fréquent ; il se trouve notamment à Meu-

don dans une argile rouge très ferrugineuse ; il présente les formes m et g^1 très développées ; a_3 manque ou est souvent très réduit : les cristaux sont raccourcis suivant l'axe vertical (type de la fig. 22) et parfois un peu allongés parallèlement à une normale à h^1. Ils sont terminés par une surface arrondie, dont l'intersection avec g^1 fait avec l'axe vertical un angle voisin de 88° ; suivant les individus, elle correspond à a^3 ($\bar{1}03$) ou à $a_{2/9}$ ($\bar{1}\bar{1}.7.18$). Ces cristaux, identiques à quelques-uns de ceux des marnes vertes des environs de Paris (page 188), s'empilent souvent suivant l'axe vertical pour donner un grand individu, qui présente des angles rentrants sur les faces m. Enfin, à Meudon, il existe quelquefois des cristaux lenticulaires, comparables à ceux du gypse ludien.

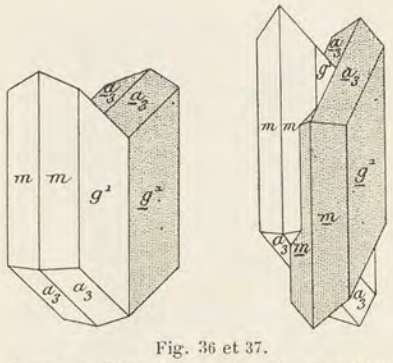


Fig. 36 et 37.
Deux modalités de la macle suivant h^1 (100).
Argile plastique de Paris.

La macle du gypse secondaire est celle suivant h^1, elle se fait parfois, non par accolement, comme dans la figure 36, mais par interpénétration à la façon de la macle de Carlsbad de l'orthose (fig. 37). Pour plus de détails, je renvoie à mon mémoire sur le gypse de Paris (*op. cit.*, p. 263).

Oise. Les cendrières, jadis exploitées dans les lignites sparnaciens, ont fourni de jolis cristaux de gypse ; on peut citer comme exemple la butte du mont Soufflard en Broyes.

Marne. De magnifiques cristaux limpides, atteignant 15 cm., et souvent groupés en gerbes, se trouvent dans l'argile réfractaire d'Onrézy en Bouilly, près Reims.

Flandre. — *Nord.* Les cristaux de gypse sont fréquents dans la partie inférieure de l'argile yprésienne.

Dans le glaciaire.

Alpes. — *Isère.* — Je dois à M. Kilian communication de jolis cristaux de gypse, trouvés dans la boue glaciaire de divers gisements : Le Monetier-de-Clermont, Lavars, Maire, Vaujany ; ils atteignent 12 cm., sont transparents et appartiennent au type de la figure 28 ; de petits cristaux provenant de Lavars sont allongés suivant l'axe vertical.

β. Dans les gisements métallifères et les mines de houille.

En cristaux distincts.

L'existence de pyrite dans la plupart des gîtes métallifères et dans les mines de houille y explique la fréquence du gypse qui cristallise souvent même dans les galeries de mines ; il y est par suite de formation tout à fait actuelle. Ces cristaux de gypse sont naturellement surtout fréquents dans les gisements où la gangue est calcaire ; je n'en citerai que quelques exemples [1].

Anjou. — *Maine-et-Loire*. Dans les fentes des schistes ardoisiers des exploitations de Trélazé.

Cévennes. — Jolis cristaux (g^1 g^2 m a_3) dans le gisement calaminaire des Malines : on y rencontre des pseudomorphoses d'aragonite en gypse et hydrozincite.

Gard. Ardèche. Les gîtes de pyrite se trouvant au milieu des calcaires secondaires et qui ont été étudiés dans le tome II, sont riches en cristaux et en masses laminaires de gypse.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Jolis cristaux, allongés suivant c, dans les fentes du houiller de Grosménil.

Loire. Des cristaux de gypse se trouvent dans les mêmes conditions à Rive-de-Gier, Saint-Étienne, etc.

Tarn. J'ai rencontré de jolis cristaux de gypse dans la mine de galène de Peyrebrune près Réalmont.

Rhône. Les anciennes galeries de la mine de Chessy et de Sain-Bel ont fourni de magnifiques cristaux groupés de gypse qui, par leur netteté et leur limpidité, faisaient l'admiration des visiteurs. Romé de l'Isle a signalé déjà ceux de Sain-Bel (*Cristall.* I. 323. 1783).

Alpes. — *Savoie*. Les filons de galène de Pesey renferment de belles masses laminaires transparentes de gypse enveloppant l'anhydrite, la galène, la proustite et, d'une façon générale, tous les minéraux du gisement. Ce gypse a sans doute une origine complexe, il doit provenir en partie de l'hydratation de l'anhydrite.

1. C'est à un mode de formation identique qu'il y a lieu de rattacher les jolis cristaux (m g^1 a_3), trouvés par M. L. Michel dans les vieilles scories plombeuses et cuprifères des fonderies de Poullaouen (*Finistère*), décrites tome III (p. 750).

Isère. Le gypse, tantôt coloré en vert par du cuivre, tantôt en rose par du cobalt, a été jadis trouvé en très beaux cristaux, implantés sur l'asbeste, qui était l'une des gangues des minerais cobaltifères des Chalanches.

Algérie. — *Alger*. La collection du Muséum renferme de jolis cristaux transparents de gypse implantés sur la sidérite des mines de Mouzaïa (fig. 28, avec parfois g^2).

Tunisie. — Je dois à M. Coez des cristaux de gypse (quelquefois rougeâtres) provenant des mines du Djebel-Kebbouch ; ils atteignent 10 cm. suivant l'axe vertical et sont fréquemment maclés suivant h^1.

Masses cristallines.

Le gypse se rencontre dans un petit nombre de gisements des terrains paléozoïques, non plus en cristaux distincts, mais en masses cristallines plus ou moins importantes. Le gypse des gisements suivants présente le même aspect que le gypse triasique.

Corbières. — *Hérault*. Combe d'Ysarne près Cabrières (dans schistes siluriens).

Cévennes. — *Gard*. Salles de Gagnières ; bassin de Cavaillac (dans le carbonifère).

Plateau Central. — *Ardèche*. A la Chastagnère près de Prades, gypse fibrolamellaire (dans le carbonifère).

Saône-et-Loire. Perrecy-les-Forges. Rognons rosés fibreux, avec parfois grandes lames transparentes.

Vosges. — *Haute-Saône*. Ronchamp, masses grenues.

γ. Dans les houillères embrasées.

Le gypse est fréquent comme minéral néogène des houillères embrasées, riches en sulfates solubles. Il y forme de petits cristaux ($g^1\, m\, a_3$), généralement très aplatis suivant g^1, qui recouvrent ou imprègnent les roches fondues ou simplement calcinées (tranchée Saint-Edmond à Commentry par exemple).

Mais parfois, on l'observe en cristaux de très grande taille dans des travaux souterrains, où il a pu cristalliser lentement ; les cristaux

sont encore lamellaires suivant g^1, souvent très allongés suivant l'axe c, et maclés suivant h^1.

Plateau Central. — *Aveyron*. Cransac et Lasalle près Decazeville (cristaux non allongés sur houille transformée en coke).

Loire. La-Roche-Molière près Firminy. Kenngott a décrit (*N. J.* 1888. I. 179) des cristaux provenant de Rive-de-Gier et ayant 6 cm. de longueur.

Allier. Bézenet, etc.

γ. Dans les fentes de roches diverses.

Le gypse accompagne les autres sulfates solubles dans les fentes de toutes les roches pyriteuses n'appartenant pas aux catégories étudiées plus haut ; il n'y forme d'ordinaire que de très petits cristaux sans intérêt. Il faut excepter cependant le gisement suivant.

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. M. Besnard du Temple m'a communiqué des cristaux incolores de gypse, rappelant ceux des argiles, avec cette réserve qu'ils sont beaucoup plus limpides et qu'ils sont incomplets ; ils sont implantés sur un micaschiste altéré. Ils atteignent 4 cm. de plus grande dimension, et sont parfois groupés à axes parallèles ou maclés suivant h^1 (100). J'y ai observé en outre de p, g^1 et a_3, le prisme g^2 (130).

b) *Par action de sulfates sur des calcaires.*

α. Dans des assises sédimentaires.

Alpes. — Il existe dans les Alpes un assez grand nombre de gisements de gypse, que les géologues, ayant étudié la région, considérèrent comme n'ayant pas une origine lagunaire. Un grand nombre de ces gisements se trouvent au voisinage de dépôts d'anhydrite ou de gypse lagunaires; Marcel Bertrand a attribué leur production (*B. S. G.* XXII. 76. 1894) au mécanisme suivant : les eaux superficielles, en traversant les gisements de gypse lagunaire, se seraient saturées de sulfate de calcium, qui, au contact de calcaires, auraient laissé déposer ce sel en le substituant au carbonate de calcium éliminé par dissolution. N'ayant visité aucun de ces gisements, je les cite ici, sans prendre parti sur le mécanisme de leur production.

Savoie. La région étudiée par Marcel Bertrand est celle des environs

de Modane ; les calcaires transformés sont ceux du muschelkalk. Le gypse épigène est difficile à distinguer de celui du trias supérieur lagunaire, mais il renferme encore souvent des débris du calcaire originel.

Hautes-Alpes et Drôme. Les gypses de Serres (*Hautes-Alpes*) et de Nyons (*Drôme*) affleurent entre des lignes de fracture, notamment entre les schistes calloviens et les calcaires du dogger : Ils affectent parfois une allure filonienne en relation avec des filons de célestite (butte de Clavellas, à 2 km. au N. de Montrond, et aussi à Condorcet, Montaulieu). Aussi, M. Paquier les considère-t-il (*Rech. géol. sur le Diois...* 1901), comme d'origine épigène.

Basses-Alpes. D'après une communication, qu'a bien voulu me faire M. Haug, on doit considérer comme d'origine épigène les gisements de Tanaron, Barles, Bayon, Astoin, Petite-Séolane près les Thuiles, Clamensane.

Alpes-Maritimes. M. Léon Bertrand attribue la même origine au gisement gypseux, qui se trouve le long du Var, au-dessus du pont de Gueydan, à 1 km. après Enriez. Ce gypse, au lieu d'être blanc et saccharoïde, comme le gypse triasique voisin de Daluis, est formé par des cristaux lamelleux, groupés en rosettes, blancs, rouges ou noirs : il n'est pas stratifié (dans le cénomanien). Un gisement analogue se trouve sur la rive gauche du Var, à 3 km. en aval de Puget-Théniers.

Algérie. — *Oran.* On peut rattacher aussi à cette catégorie de gisement les cristaux de gypse qui, à la Tafna, se trouvent épars dans les marnes sénoniennes ou forment des filonnets au milieu de celles-ci. Ils ont été entraînés par dissolution de gisements triasiques voisins.

β. Dans des grottes.

Le gypse se rencontre fréquemment sur les parois de grottes calcaires, où il se produit soit par cristallisation de sulfate de calcium apporté par dissolution, soit par attaque directe de la roche sur laquelle il cristallise. Ce gypse est parfois accompagné d'epsomite. Il se présente sous une forme très caractéristique, celle de fibres contournées ou de boucles curieusement tordues (fig. 38), rappelant celles de la glace décrite tome III.

Je citerai comme exemples les grottes de Lacave (*Lot*) où des surfaces de plusieurs mètres carrés sont couvertes des élégantes cristallisations



Fig. 38.
Gypse en fibres contournées. Grotte de Lacave. (*Photographie grandeur naturelle.*)

dont la figure 38 donne une idée, et celle des Caveaux, à Montrond (*Doubs*).

4° *Dans les fumerolles volcaniques.*

Le gypse est un des minéraux constants des fumerolles volcaniques sulfhydriques ; il se produit par l'attaque de tous les minéraux calciques et particulièrement des feldspaths des roches voisines ; grâce à sa solubilité, il est facilement entraîné et peut aller cristalliser là où l'évaporation est suffisante, mais d'autre part, comme il est beaucoup moins soluble que tous les autres sulfates se formant en même temps que lui, il est le dernier qui subsiste aux affleurements, après l'extinction des fumerolles.

Aux affleurements, ce gypse ne forme jamais de grandes masses, mais lorsqu'il existe dans les roches volcaniques des cavités, il peut s'y accumuler et former alors de très belles stalactites, dans lesquelles il est associé à d'autres sulfates solubles. Tel a été le cas des galeries souterraines de la Grande Fente de la Soufrière de la *Guadeloupe*, obturée par les éboulements consécutifs au tremblement de terre de

1843, et aussi de celui des grottes de Rosemont à la *Réunion*, qui ont été jadis décrites par Bory de Saint-Vincent.

Antilles. — *Martinique.* J'ai suivi en 1902-1903 le mécanisme de ce genre de production du gypse au cours de l'éruption de la Montagne Pelée ; dans les fumerolles secondaires, s'élevant des matériaux accumulés par les *nuées ardentes*, le gypse n'était accompagné que de sulfates solubles (alunogène, etc.), mais dans celles du dôme récent, il était associé à des sublimations de soufre.

Guadeloupe. Dans les mêmes conditions, le gypse se forme d'une façon continue, en bien plus grande abondance, auprès de toutes les fumerolles de la Soufrière de la *Guadeloupe*, dans lesquelles la labradorite est souvent transformée presque entièrement en opale ; j'ai recueilli dans les fumerolles du sommet et dans celles de l'Échelle, des fibres contournées rappelant celles que représente la figure 38.

Réunion et Nouvelles-Hébrides. — Le gypse abonde dans les mêmes conditions autour des fumerolles en activité.

5° *Dans les sources thermales.*

Le gypse est un des minéraux les plus fréquents des griffons d'un grand nombre de sources thermales. Il se trouve en particulier dans les sources sulfatées calciques ; il s'y produit par la cristallisation directe du sulfate de calcium qu'elles tiennent en dissolution. La plupart des sources de ce genre sont en relation plus ou moins évidente avec des gisements gypsifères, qui doivent être considérés comme l'origine de leur minéralisation.

Le gypse se forme aussi à l'émergence des sources sulfurées ; quand celles-ci sourdent du granite ou de schistes pauvres en calcium, le gypse est produit surtout par l'oxydation de leur sulfure de calcium ; c'est le cas de beaucoup de sources pyrénéennes [Cauterets (*Hautes-Pyrénées*), Bagnères-de-Luchon (*Haute-Garonne*), etc].

Mais lorsque ces eaux sulfurées sourdent au milieu de calcaires, le gypse est surtout produit par leur action sur les parois du griffon. Dans les gisements de ce genre, dont Aix-les-Bains (*Savoie*) est le plus typique, le gypse est beaucoup plus abondant que dans les sources où il cristallise par simple évaporation. Dumas a signalé (*A. C. P.* XVIII. 1846) la rapide corrosion qu'y subissaient de son temps les salles de bains et de douches ; elles étaient alors construites en calcaire.

Le gypse de sources thermales est constitué par des lamelles très minces, aplaties parallèlement à g^1, souvent maclées suivant h^1 : elles ont une très grande tendance à former des concrétions ou des masses poreuses miarolitiques.

6° *Gypse recristallisé dans des conditions diverses.*

Les eaux séléniteuses laissent déposer du gypse partout où leur évaporation est suffisante et particulièrement là où elle est activée par des procédés artificiels. Voici quelques conditions dans lesquelles j'ai observé de bons cristaux.

a) *Dans les tuyaux de conduite d'eau.*

Les tuyaux d'épuisement des eaux séléniteuses s'obturent peu à peu par suite de la formation de croûtes fibreuses de gypse, présentant souvent des zones concentriques de couleur différente.

La collection du Muséum possède des échantillons de ce genre provenant de Paris (Montmartre), dans lesquels l'axe du tuyau est occupé par une géode, que tapissent des cristaux de 1 cm. ; ce sont des macles suivant h^1 (fig. 35), dont l'angle rentrant fait toujours saillie à l'extérieur.

b) *Dans les exploitations salifères.*

Dans les mines de sel exploitées par dissolution, quand l'évaporation de l'eau salée est activée par le passage de celle-ci à travers des amas de fagots (*Jura*), le sulfate de calcium se dépose à leur surface, déterminant autour des branches, des croûtes fibreuses de gypse ; on y trouve souvent des cristaux distincts, maclés suivant h^1.

c) *Dans les générateurs de chaudières.*

On a vu page 41 que l'anhydrite se forme par évaporation d'une solution non chlorurée de sulfate de calcium, quand la température est supérieure à + 60° C. ; au-dessous de cette température, il se produit du gypse, aussi ce minéral se trouve-t-il souvent dans les usines, dont les chaudières sont alimentées par des eaux séléniteuses.

La collection Haüy renferme un échantillon de gypse fibreux, brisé, et ressoudé par de petits cristaux trapéziens, trouvés jadis dans la chaudière d'une machine à vapeur de Chaillot (Paris).

J'ai décrit (*B. S. M.* III. 515. 1889) de très curieux cristaux transparents de gypse de 1 cm., provenant d'une usine de Saint-Denis (*Seine*). Ils sont tous uniformément maclés suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) ; ils sont limités par les faces g^1, et des formes arrondies, voisines de la zone $a^{3/4}$ ($\bar{4}03$) g^1 (010) et terminés par m (110), sans angle rentrant. Ils ont la forme de coins aigus (fig. 39), tous implantés par leur pointe et terminés par un sommet à apparence quadratique.

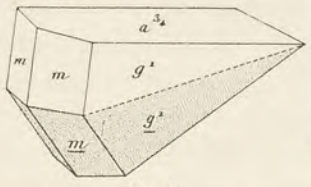


Fig. 39.
Macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) de gypse recristallisé.

GROUPE DE L'EPSOMITE

Le groupe de l'epsomite comprend les espèces isomorphes suivantes, qui sont orthorhombiques et hémiédriques holoaxes.

Epsomite... $MgSO^4 + 7H^2O$
Goslarite... $ZnSO^4 + 7H^2O$
Morénosite.. $NiSO^47 + H^2O$

Il existe peut-être un sulfate de fer, appartenant à ce groupe, la *tauricite* ($FeSO^4 + 7H^2O$) ; dans tous les cas, certaines epsomites sont riches en fer.

EPSOMITE

$MgSO^4 + 7\ H^2O$

Orthorhombique ; hémiédrique holoaxe : $mm = 90°34'$.

$b : h = 1000 : 405,67$ $D = 710,63$ $d = 720,00$

$[a : b : c = 0,9901 : 1 : 0,5709$ (Brooke)]

Formes observées. m (110), h^1 (100), g^1 (010) ; a^1 (101) ; e^1 (011), $e^{1/2}$ (021) ; $b^{1/2}$ (111).

	Angles calculés.		Angles calculés.
*mm	90°34′	$e^1\ e^1$ s. p.	120°33′
mh^1	135°17′	*$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. a^1	127°22′
$m\ g^1$	134°43′	$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. e^1	126°48′
$a^1\ a^1$ s. p.	120° 4′	$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. m.	101°53′

Faciès des cristaux. L'epsomite se présente en cristaux allongés suivant l'axe vertical et donnant parfois, dans les faces terminales, l'hémiédrie holoaxe (fig. 2). Plus souvent, elle constitue de longues aiguilles soyeuses, accolées en masses fibreuses ou seulement empilées les unes sur les autres; enfin elle forme des masses fibreuses, grenues ou stalactiformes.

Clivages. Clivages, parfait suivant g^1 (010), faciles suivant e^1 (011), très difficiles suivant m (110). Cassure conchoïdale.

Dureté. 2 à 2, 5.

Densité. 1,677 à 1,691.

Coloration et éclat. Incolore. Transparente à translucide.

Éclat vitreux, soyeux dans les fibres.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèle à p (001); bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n_p}$), perpendiculaire au clivage g^1 (010).

$\mathbf{n_g} = 1{,}4608$ (D) (Dufet)
$\mathbf{n_m} = 1{,}4553$
$\mathbf{n_p} = 1{,}4321$
$\mathbf{n_g} - \mathbf{n_p} = 0{,}0287$
d'où $2V = 51°35'$, $2E = 78°18'$

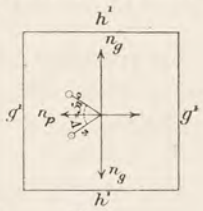


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à p (001).

D'après Dufet, l'epsomite possède le pouvoir rotatoire (*B. S. M.* XXVII, 162. 1904).

Saveur. Saveur amère.

Composition chimique. La formule $MgSO^4+7H^2O$ correspond à la composition donnée en *a*.

b) Analyse de l'epsomite de Peychagnard par M. Kuss (*B. S.* M. VII. 70. 1884).

	a	*b*
SO^3.....	32,5	32,54
MgO.....	16,3	16,66
H^2O.....	51,2	50,80
	100,0	100,00

Essais pyrognostiques. Fond dans son eau de cristallisation. Dans le tube, donne de l'eau acide. Au chalumeau, fond, puis donne une masse alcaline infusible, qui, avec la solution d'azotate de cobalt, prend une coloration rose.

Très soluble dans l'eau.

Altérations. L'epsomite s'effleurit à l'air sec, devient blanche et opaque.

Diagnostic. L'epsomite se distingue des autres sulfates solubles par sa saveur, les réactions microchimiques du magnésium et l'absence de celles de l'aluminium (distinction avec la pickéringite).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'epsomite se rencontre dans les trois groupes de gisements suivants ; elle ne peut s'y maintenir que si elle est à l'abri des circulations d'eau, qui la font rapidement disparaître aux affleurements, par suite de sa grande solubilité.

1° Dans des dépôts marins et des dépôts de lacs salés.
2° Dans des dépôts de sources thermales.
3° Dans des gisements d'origine épigène.

1° *Dans des dépôts marins et des dépôts de lacs salés.*

Pyrénées. — *Landes et Basses-Pyrénées.* L'epsomite est assez abondante dans quelques bancs de sel gemme, exploités à Dax (*Landes*), et à Villefranche, près Bayonne (*Basses-Pyrénées*). Elle forme de petites masses grenues transparentes et sert de ciment à des cristaux ou à des grains de sel gemme.

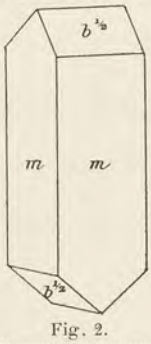


Fig. 2.
Epsomite obtenue par recristallisation.

La facilité avec laquelle l'epsomite s'altère à l'air permet de distinguer facilement cette roche complexe du sel normal, qui ne s'émiette pas comme elle. En dissolvant ce mélange naturel de sel gemme et d'epsomite et en le faisant recristalliser, j'ai obtenu des cristaux d'epsomite, implantés sur des trémies de chlorure de sodium et présentant des formes simples (fig. 2), avec parfois en outre les diverses formes énumérées plus haut.

Pyrénées-Orientales. Je dois à M. Didier la connaissance de nodules d'epsomite, qui se trouvent dans la grande carrière de gypse de Montbolo près Amélie-les-Bains ; ils sont à gros grains, transparents sous une faible épaisseur et offrent l'analogie la plus complète avec l'epsomite de Fitou. Cependant je place ce gisement ici, M. de Romeu ayant établi, après enquête sur place, que ces nodules entourés d'argile forment de petits amas lenticulaires interstratifiés dans les marnes intragypseuses : on y a parfois trouvé des géodes de beaux cristaux.

Jura. — *Jura.* Des sondages effectués à Montmorot et à Grozon ont ramené jadis des masses fibreuses d'epsomite associées à du gypse.

Diois. — *Drôme*. Des efflorescences d'epsomite et de halite se trouvent sur le gypse et les marnes du ravin du Rouet, près Condorcet.

Soudan. — *Région du Tchad*. Quelques échantillons de sel gemme rapportés par la mission Chari-Tchad du Nord-Est du lac Tchad sont riches en epsomite ; ils se couvrent d'une couche blanche pulvérulente, quand on les maintient dans une atmosphère sèche. Cette epsomite provient de l'évaporation de mares salées ; elle paraît être assez fréquente dans toute l'Afrique centrale, mais seulement à l'état de mélange avec d'autres sels.

2° *Dans les produits de sources thermales.*

Le sulfate de magnésium se rencontre en petite quantité dans l'eau des sources chlorurées sodiques, dont beaucoup doivent leur minéralisation au lavage de gisements de la catégorie précédente ; la teneur en sulfate de magnésium des sources françaises est en général peu élevée, cependant, la source Bagan à Salies-de-Béarn (*Basses-Pyrénées*) en renferme 3 gr. 57 par litre, et à l'Ouest de Balaruc (*Hérault*), la source de Cruzy n'en contient pas moins de 88 gr. par litre. Cette richesse explique les deux gisements suivants.

Corbières. — *Hérault*. M. de Rouville a indiqué (*C. R.* LXXXVII. 703. 1878) l'existence de cristaux d'epsomite : m (110), h^1 (100), g^1 (010), e^2 (011), a^2 (102), sur les parois du gypse triasique de l'Hérault, sans indication plus précise de gisement. La forme a^2 n'est pas connue dans l'epsomite, mais par contre le dôme a^1 (101) y est fréquent. Comme le travail de de Rouville ne renferme pas de mesures (j'ai cru y reconnaître les formes suivantes, dit-il), il y a lieu de supposer que c'est a^1 qu'il faut lire.

D'après une indication que m'a donnée M. Delage, élève et successeur de de Rouville, le gisement précis se trouve au voisinage de la source de Cruzy, dont il vient d'être question. L'epsomite s'y produit par suite de suintements sur les parois de la carrière, suintements fournissant par leur évaporation des cristaux, qui recouvrent jusqu'aux outils des ouvriers.

Aude. L'epsomite a été rencontrée jadis dans le gypse de Fitou (Bouis. L'*Institut*. 1846. 72). Comme d'après cet auteur, elle a été trouvée en filonnets de 0 m. 7 à 0 m. 8, coupant la stratification du gypse, il est vraisemblable qu'elle est le résultat d'un dépôt de source ther-

male, et que son mode de formation est différent de celui de l'epsomite de Montbolo. Cette epsomite forme de belles masses incolores et translucides, finement grenues ou fibreuses. J'ai prié M. Arsandaux d'effectuer un dosage d'eau, l'ancienne analyse de Bouis en indiquant 48,32 °/₀, nombre plus rapproché de celui correspondant à l'hydrate 6 H^2O (47, 3 °/₀) que de celui propre à l'epsomite. La perte au feu à 300° a été trouvée de 49,65 °/₀, ce qui est un peu faible pour l'epsomite, mais ne laisse pas de doute sur la détermination du minéral, qui, d'ailleurs, possède exactement la même densité que l'epsomite artificielle.

3° *Dans les gisements d'origine épigène.*

Il y a lieu de considérer deux types dans ce genre de gisement. L'un est réalisé dans les galeries de mines et particulièrement dans celles de houille ; l'epsomite y forme souvent des masses assez considérables, des stalactites ; elle résulte de l'action des produits de la décomposition des pyrites sur la dolomite, qui existe généralement dans les mêmes gisements. J'ai observé à plusieurs reprises dans des collections la production de ce minéral, effectuée par ce procédé aux dépens d'échantillons de dolomite renfermant de la pyrite en voie d'altération.

Dans le second genre de gisement, la pyrite n'est souvent pas apparente et il est probable qu'au moins dans un grand nombre de cas, l'epsomite résulte de l'action d'eau séléniteuse sur des sédiments dolomitiques ; elle forme de petites aiguilles capillaires, que l'on rencontre notamment dans certaines grottes.

a) *Dans les galeries de mines.*

Normandie. — *Calvados.* Des efflorescences d'epsomite ont été observées sur des argiles ferrugineuses de la mine de houille de Littry.

Cévennes. — *Gard.* Une vieille galerie de mine abandonnée (Pieyre de Mandiargue) des environs de Durfort a fourni, il y a quelques années, de jolies stalactites blanches translucides d'epsomite, associées à des stalactites de mélantérite. Le même minéral a été trouvé autrefois à Saint-Félix-de-Pallières.

Plateau Central. — *Ardèche.* J'ai observé des stalactites et des masses concrétionnées d'epsomite, parfois recouvertes d'alunogène provenant de la mine de Chastagnères, près Prades.

Haute-Loire. Elle se trouve dans la mine de Grosménil.

Rhône. L'epsomite se rencontre dans les mines de Sain-Bel dans des galeries à température constante, traversant des schistes blancs sériciteux imprégnés de pyrite : elle se présente sous trois aspects différents : 1° en longues aiguilles soyeuses, non agrégées, pouvant atteindre 6 ou 7 centimètres de longueur ; 2° en croûtes fibreuses à fibres transparentes parallèles interrompues, plus courtes ; 3° en concrétions blanches, plus ou moins opaques, formées de fort petites aiguilles enchevêtrées.

Saône-et-Loire. L'epsomite se rencontre dans les galeries de la mine de Montchanin en beaux échantillons, possédant des formes variées : stalactites, aiguilles soyeuses, flexibles et longues de 5 cm. n'adhérant pas les unes aux autres, enfin, en masses cristallines concrétionnées recouvertes d'halotrichite.

Vosges. — *Vosges.* Dans la mine de Ronchamp.

Alpes. — *Isère.* L'epsomite a été rencontrée dans une ancienne galerie de mine d'anthracite de Peychagnard sous forme de masses grenues incolores ou jaunâtres, de 10 à 15 cm. d'épaisseur, au milieu desquelles M. Kuss a trouvé (*B.S.M.* VII. 70. 1884) des cristaux incolores et transparents, atteignant 6 cm. de longueur ; seules les faces de la zone verticale (m, h^1, g^1) sont nettes : les cristaux sont parfois rendus opaques par un peu de gypse. Les eaux qui circulent dans la mine renferment du sulfate de magnésium et de calcium.

b) *Dans les houillères embrasées.*

Plateau Central. — *Loire.* Il existe dans la Loire un gisement d'epsomite un peu différent des précédents. Il se trouve dans les déblais de la mine de houille de Montcel ; les vapeurs sulfuriques, produites par le grillage naturel des pyrites, ont transformé les schistes magnésiens en une masse finement grenue d'epsomite, dans laquelle on distingue encore, grâce à leur couleur (rouge), la structure originelle des fragments de roches transformées.

c) *Dans les fentes de roches diverses.*

Bassin de Paris. — *Seine.* L'epsomite, en fibres contournées, semblables à celles de la figure 38, se rencontre parfois dans les fentes

des marnes magnésiennes des assises gypseuses des environs de Paris ; elle ne peut être observée que dans les carrières souterraines, où le minéral est à l'abri des eaux pluviales. Elle a été découverte à Montmartre à la fin du XVIIIe siècle par Rouelle fils et décrite pour la première fois par J. Armet (*J.P.* C. I. 476. 1792. et Hauÿ. *Bull. soc. philom.* 140. 1798). La collection du Muséum en renferme des échantillons recueillis au commencement du siècle dernier à Ménilmontant.

Alpes. — *Savoie.* Les schistes magnésiens des bords du torrent de Charbonnel près Montvalezan-sur-Bellentre présentent des efflorescences d'epsomite ; Lelièvre a signalé (*J.M.* XX. 492. 1806) qu'un échantillon, étudié par lui, a fourni après calcination et lavage 20 % de ce sel.

Jura. — *Doubs.* M. Fournier m'a signalé l'existence de l'epsomite dans la grotte des Caveaux à Montrond, avec gypse en fibres courbes.

Nouvelle-Calédonie. — Le sulfate de magnésium existe en dissolution dans l'eau de beaucoup de rivières coulant dans la région serpentineuse. L'epsomite se produit, sous forme de fines aiguilles, là où l'évaporation de ces eaux est active. La collection du Muséum en possède un échantillon (longues fibres) venant de Koé, sur les bords de la Dumbéa.

Antilles. — *Guadeloupe.* La collection du Muséum renferme un échantillon d'epsomite, en longues aiguilles capillaires, provenant de la rivière du Galion. Je n'ai pas de renseignements précis sur le gisement de ce minéral, qui ne peut provenir que d'une roche volcanique [1] ou d'un tuf. Il appartient probablement au groupe de gisements étudiés ici, car il n'existe pas de sources thermales dans cette région de l'île et les fumerolles en activité à la Soufrière ne fournissent pas ce minéral.

GOSLARITE

$ZnSO^4 + 7H^2O$

Orthorhombique ; hémiédrique holoaxe, $mm = 91°7'$.

$b : h = 1000 : 402{,}03$ $\quad D = 713, 95$ $\quad d = 700{,}19.$

$[a : b : c = 0{,}9807 : 1 : 0{,}5631.$ (Brooke)]

1. L'epsomite se forme parfois sous l'action de fumerolles volcaniques. J'ai trouvé (C. R. CXXIV. 513. 1897) à Kolantsiky dans l'isthme de Corinthe (Grèce), de l'epsomite ferrifère dans une serpentine décomposée par une fumerolle sulfhydrique, voisine d'une rhyolite.

Formes observées. — La goslarite se présente d'ordinaire en cristaux aciculaires, ou en masses compactes ou stalactiformes.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait.

Dureté. 2 à 2, 5. Fragile.

Densité. 1, 9 à 2, 1.

Coloration et éclat. Incolore, jaune verdâtre (*ferrogoslarite*), rougeâtre, bleuâtre (*cuprogoslarite*). Transparente à translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), perpendiculaire au clivage g^1 (010). Dispersion $\rho < v$, faible.

$\mathbf{n}_g = 1,4836$ (D) (Topsoe et Christiansen).
$\mathbf{n}_m = 1,4801$
$\mathbf{n}_p = 1,4568$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,0268$
d'où $2V = 46°14'$ et $2E = 71°3'$

Saveur. Saveur métallique et astringente.

Composition chimique. La formule $ZnSO^4$ correspond à la composition centésimale suivante; une petite quantité de zinc peut être remplacée par du magnésium, par du fer (*ferrogoslarite*), par du cuivre (*cuprogoslarite*).

SO^3.....	27,9
ZnO.....	28,2
H^2O.....	43,9
	100,0

La ferrogoslarite de Sain-Bel renferme jusqu'à 1,7 % de FeO, 2, 2 de MgO, d'après essai de M. Arsandaux : il existe aussi un peu de CuO.

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube. Au chalumeau, sur le charbon donne avec le carbonate de sodium, l'auréole caractéristique du zinc, devenant verte par addition d'azotate de cobalt après chauffage; la ferrogoslarite donne en outre les réactions du fer et la cuprogoslarite celles du cuivre. Très soluble dans l'eau.

Diagnostic. Les réactions du zinc sont distinctives de tous les autres sulfates solubles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le sulfate de zinc se trouve en dissolution dans les eaux des mines renfermant la blende comme minerai principal ou accessoire.

Plateau Central. — *Rhône.* Des efflorescences de goslarite ont

été trouvées jadis, mélangées à de la mélantérite et à de la chalcantite dans les anciennes galeries des mines de Chessy.

La mine de pyrite de Sain-Bel fournit actuellement de jolies stalactites translucides incolores, jaunes ou verdâtres : elles ont généralement la surface lisse et se distinguent en outre de celles de mélantérite du même gisement dont la surface est souvent hérissée de facettes cristallines ; au point de vue chimique le minéral de ce gisement est remarquable par sa teneur en magnésium, en fer, en cuivre, qui la font osciller vers la *cuprogoslarite* et la *ferrogoslarite*.

Algérie. — *Constantine*. La goslarite se rencontre dans les mines de zinc de cette région, notamment dans le massif de Tablat, à Aïn Barbar, Kef Oum Theboul, Taghet (Dusser. *A. M.* XVII. 40. 1910).

Gisement improbable.

Lot. Blavier a signalé (*J. M.* XIX. 255. 1806) d'abondantes croûtes fibreuses de sulfate de zinc dans les fentes des schistes des deux rives du Lot, de Saint-Laurent à Capdenac. Il semble probable qu'il y a eu erreur de détermination (halotrichite ou l'alunogène ?)

MORÉNOSITE

$NiSO^4 + 7H^2O$

Orthorhombique : hémiédrique holoaxe : $mm = 91° 4'$.

$b : h = 1000 : 403,58$ $\quad D = 713,63$ $\quad d = 700,58$

$[a : b : c = 0,9816 : 1 : 0,5655$. (Marignac)].

Faciès. La morénosite forme de petites aiguilles allongées suivant l'axe vertical ou plus souvent des efflorescences cristallines concrétionnées.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 2,004.

Coloration et éclat. Blanche, verte, de nuance claire dans les efflorescences et les petits cristaux ; vert pomme dans les cristaux épais. Poussière blanche, avec une teinte verdâtre. Transparente ou translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) perpendiculaire au clivage g^1 (010). Forte dispersion $\rho > v$.

n_g = 1,4921 (D). (Topsoe et Christiansen).
n_m = 1,4888
n_p = 1,4669
$n_g - n_p$ = 0,0252
d'où 2V = 41°56′ et 2E 64°22′.

Saveur. Saveur métallique et astringente.

Composition chimique. La formule $NiSO^4+7H^2O$ correspond à la composition centésimale suivante :

SO^3.....	28,5
NiO.....	26,6
H^2O.....	44,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau acide, durcit et devient opaque ; au chalumeau, gonfle et se transforme en oxyde de nickel ; avec le borax et le sel de phosphore, donne les réactions du nickel.

Diagnostic. Les réactions du nickel font distinguer ce minéral de tous les autres sulfates solubles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La morénosite est un produit de l'altération des sulfures et des sulfo-arséniures de nickel.

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* Ce minéral forme des enduits et de petites aiguilles, d'un blanc verdâtre, sur un échantillon riche en gersdorffite et pyrite, de Juset, que possède la collection du Muséum.

Algérie. — *Alger.* J'ai constaté la présence du même minéral sur un échantillon de gersdorffite de Mouzaïa ; il est d'un vert plus foncé que celui de l'échantillon précédent.

GROUPE DE LA MÉLANTÉRITE

Les minéraux du groupe de la mélantérite sont monocliniques et isomorphes ; ce sont les espèces suivantes :

Mélantérite	$FeSO^4+7H^2O$
**Mallardite*	$MnSO^4+7H^2O$
Pisanite	$(Fe,Cu)SO^4+7H^2O$
Boothite.....	$CuSO^4+7H^2O$
Biébérite.....	$CoSO^4+7H^2O$

MÉLANTÉRITE

$FeSO^4 + 7H^2O$

Orthorhombique : $mm = 82°12'$.

$b : h = 1000 : 1444.70$ $\quad D = 936,60$ $\quad d = 1107,50$

Angle plan de $p = 80°25'24''$

— $m = 103°20'12''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 1,1828 : 1 : 1,5427, \text{(Zepharovich)} \\ zx = 75°44'30'' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001) ; m (110), g^1 (010) ; o^3 (103), o^1 (101), a^1 ($\bar{1}01$) ; e^3 (013), e^1 (011) ; $d^{1/2}$ (111).

J'ai mesuré les angles suivants sur des cristaux de Sain-Bel.

	Angles calculés.	Angles mesurés
$*mm$	82°12′	82°20′
$m\,g^1$	131° 6′	
$p\,o^3$	159° 7′	
$p\,o^1$	136°16′	136°10′
$p\,h^1$	104°1′30″	
pa^1 s. h^1	61°46′	61°40′
$p\,e^3$	153°30′30″	
$*pe^1$	123°46′30″	123°40′
pg^1	90°	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$*pd^{1/2}$	124°0′30″	
pm	99°19′	99°29′
$d^{1/2}\,e^1$	146°50′30″	
$e^1\,m$	135°45′30″	135°49′
$o^1 m$	123°53′	123°50′
$e^1 o^1$	113°41′	

Faciès. Les cristaux, faciles à obtenir par cristallisation de la solution de ce minéral, sont rares dans la nature ; ils sont d'ordinaire peu allongés suivant l'axe vertical et présentent le plus souvent l'aspect de la figure 2. La mélantérite se rencontre plus souvent sous forme de masses fibreuses ou pulvérulentes, de concrétions, de stalactites, parfois de très fines aiguilles. Les stalactites sont souvent formées par un petit nombre de gros cristaux et elles sont, dans ce cas, translucides.

Clivages. Clivage, parfait suivant p (001), faciles suivant m (110).

Dureté. 2.

Densité. 1,89 à 1,90.

Coloration et éclat. Les très petites aiguilles sont généralement incolores : dès que les cristaux sont un peu gros, ils deviennent verts de diverses nuances. Poussière incolore. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux.

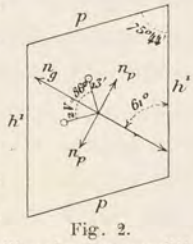


Fig. 2.
Plan des axes parallèle à g^1 (010).

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), faisant dans g^1 un angle de 61° avec h^1 (100) dans l'angle obtus de ph^1. Dispersion inclinée faible, avec dispersion $\rho > v$.

$$\mathbf{n}_g = 1{,}4856 \text{ (Na) (Erofejeff.)}$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}4782$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}4713$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0143$$
$$2V = 88°48'$$

Saveur. Saveur métallique et styptique.

Composition chimique. La formule $FeSO^4 + 7H^2O$ correspond à la composition donnée ci-contre. Une petite quantité de fer peut être remplacée par du magnésium, du manganèse (*luckite*), du zinc, du cuivre (voir à *pisanite*).

SO^3.....	28,8
FeO.....	25,9
H^2O.....	45,3
	100.0

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube, puis, à température plus élevée, perd son acide sulfurique et se transforme en sesquioxyde de fer brun rouge. Au chalumeau, sur le charbon, le minéral brunit, noircit et se transforme en oxyde magnétique noir.

Soluble dans deux fois son poids d'eau.

Altérations. Exposée à l'air, la mélantérite devient superficiellement jaune par suite de son oxydation.

Cette transformation a une grande importance dans la nature, car elle se produit en grand, partout où la pyrite s'oxyde par suite de sa décomposition à l'air libre, ou dans les galeries de mines : elle donne ainsi naissance à la fois à de la mélantérite et à de l'acide sulfurique (voir tome II, p. 577). Dans de nombreux gisements, il est possible de suivre tous les passages entre la mélantérite intacte et ces concrétions stalactiformes jaunes, désignées sous le nom de *beurre de montagne*, et qui sont constituées en partie par des mélanges de copiapite, d'halotrichite, d'alunogène, etc. ou quelquefois par de la copiapite presque pure.

Lefort a décrit (*C. R.* LV. 919. 1862) des enduits jaunâtres friables concrétionnés, trouvés à la surface d'un tuf rhyolitique au voisinage des sources de la Bourboule (*Puy-de-Dôme*). Les trois analyses suivantes ont été données par ce chimiste :

SO^3	38,04	37,55	35,22
Fe^2O^3	5,08	8,71	8,25
FeO	16,08	13,83	12,99
H^2O	40.80	39,91	43,54
	100,00	100,00	100,00

Ce ne sont pas ces produits que Lefort a désignés sous le nom de *bourboulite*, mais un sulfate en enduits bleus, associé à ces derniers ; il le considérait, à cause de cette couleur, comme analogue à un sulfate FeO $3SO^3$, Fe^2O^3, $2SO^3$, préparé par Bareswill, en traitant par l'acide sulfurique une solution concentrée des deux sulfates en proportions convenables, mais aucune analyse n'a été donnée à l'appui de cette hypothèse.

La collection du Muséum possède les échantillons originaux de Lefort. Ils ne constituent pas un minéral homogène et sont très analogues aux croûtes jaunes d'Issy résultant de l'oxydation incomplète de la mélantérite. Quant à la substance bleue, elle ne paraît guère différer que par sa couleur (plus grande richesse en mélantérite) du minéral jaune, auquel elle passe insensiblement.

Diagnostic. Parmi les sulfates solubles, la mélantérite se distingue aisément par sa saveur et les réactions du fer, qu'elle donne par la voie humide. Quand ce minéral se présente en petites aiguilles incolores, des essais chimiques permettent de constater l'absence du magnésium et de l'aluminium, fournissant ainsi un bon diagnostic différentiel avec l'epsomite et l'halotrichite, qui l'accompagnent souvent. (Voir à *pisanite*).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La mélantérite résulte de la décomposition des pyrites (pyrite et marcasite), aussi se rencontre-t-elle partout où existent ces minéraux. Mais par suite de sa grande solubilité dans l'eau, elle disparaît aux affleurements et ne peut être observée que dans des conditions toutes spéciales. J'indiquerai seulement quelques gisements, comme exemple, parmi ceux fournissant ou ayant fourni la mélantérite en grande quantité.

1° *Dans les filons métallifères.*

L'abondance de la pyrite dans les gisements métallifères les plus variés explique la fréquence de la mélantérite dans les galeries de mines ; elle s'y trouve à l'état de dissolution dans leurs eaux (eaux vitrioliques) et se dépose sur les parois des galeries peu aérées et à température constante, sous la forme de concrétions ou parfois de stalactites remarquablement belles, de couleur verte. Ces stalactites sont souvent grenues et fibreuses, mais le plus généralement, malgré leur irrégularité de formes extérieures, elles ne constituent qu'un petit nombre d'individus cristallins ou même un seul.

Il faudrait citer en premier lieu tous les filons de pyrite et beaucoup de ceux de chalcopyrite. Voici quelques gisements particulièrement riches à cet égard :

Bretagne. — *Finistère*. M. de Brun m'a signalé que de beaux cristaux de mélantérite ont été trouvés à la mine de la Touche ; mal conservés, ils ont été malheureusement perdus avant d'avoir pu être étudiés.

Cévennes. — *Gard*. Jolies stalactites, associées à d'autres constituées par de l'epsomite dans une vieille galerie de Pieyre de Mandiargue près Durfort. Aux Malines, il existe une mélantérite de couleur claire, qui est un peu zincifère.

Les gisements de Saint-Julien-de-Valgalgues, de Saint-Félix-de-Pallières, du Devès à Bessèges, ont fourni ou fournissent de beaux échantillons de mélantérite. La pyrite y a été exploitée activement jusqu'au commencement du XIXe siècle pour la fabrication de la couperose, dont Alais était le centre.

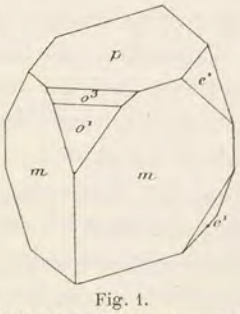


Fig. 1.
Mélantérite. Forme commune.

Plateau Central. — *Ardèche*. Soyons, dans le gisement de pyrite.

Rhône. La mine de Chessy a fourni autrefois en abondance la mélantérite généralement cuprifère.

A Sain-Bel, dans le gisement de pyrite un peu cuprifère, la mélantérite est abondante en belles et grosses stalactites, ou en croûtes, qui se rencontrent particulièrement dans les galeries à température constante.

J'ai étudié des stalactites d'un vert très pâle, à surface unie ou marbrées de facettes cristallines provenant de ce gisement ; elles sont constituées par l'enchevêtrement d'un petit nombre de cristaux. D'autres, également de couleur claire, ne sont plus translucides, comme les précédentes ; elles ont une surface poreuse et résultent de l'enchevêtrement de très nombreux petits cristaux.

D'autres types sont d'un vert sombre : à leur surface se voient de larges faces cristallines, parmi lesquelles dominent m (110), p (001), o^1 (101), a^1 ($\bar{1}01$) ; ce sont en général des types cuprifères, de passage à la pisanite, minéral qui se trouve aussi dans ce gisement, ainsi que la boothite, la goslarite et l'epsomite.

En brisant quelques-unes des stalactites du type vert clair, j'ai pu dégager des cristaux nets, se rapprochant de la forme représentée par la figure 2 (empruntée à M. Groth) : les uns n'ont que les formes représentées sur cette figure : p, m, o^3 (103), o^1 (101), e^1 (011), les autres présentent encore e^3 (013), $d^{1/2}$ (111).

Les échantillons d'un vert clair renferment une quantité de magnésium, qui peut atteindre 3 à 4%.

Vosges. — [*Alsace*]. Framont.

2° *Dans les roches pyriteuses et en particulier dans les roches sédimentaires.*

Tous les gisements dans lesquels existe la pyrite renferment occasionnellement de la mélantérite, qui est d'ordinaire enlevée par les eaux pluviales aux affleurements. Il ne saurait être question même de citer des gisements particuliers.

Cependant une mention est nécessaire pour les gisements de lignites pyriteux, qui ont été longtemps exploités dans certaines régions françaises (cendrières de l'*Aisne* et de l'*Oise*, etc.) pour l'extraction du sulfate de fer et des sulfates produits par les réactions complexes des produits de décomposition de la pyrite sur les roches servant de gangue. Dans les exploitations, on a recueilli parfois des cristaux ou des masses cristallines vertes de mélantérite ; on peut citer en particulier à ce point de vue les lignites d'Orignac (*Hautes-Pyrénées*).

La mélantérite est très fréquente dans les galeries des mines de houille où elle est préservée contre une dissolution postérieure ; elle y forme souvent de beaux échantillons, se présentant d'ordinaire en agré-

gats de cristaux blancs ou d'un vert pâle, qui sont rarement assez gros pour présenter la coloration vert vif des stalactites épaisses des gisements métallifères ; ce minéral y est fréquemment associé à de l'halotrichite et à de l'epsomite.

Plateau Central. — *Aveyron*. Dans d'anciennes galeries de Saint-Georges de Luzençon (Lavenças) près d'Aubin ; dans les houillères embrasées de Lassalle ; dans ces divers gisements, il existe également de l'alunogène.

Ardèche. A Chastagnères en Prades, la mélantérite forme de jolies stalactites et des masses cristallines caverneuses recouvertes d'halotrichite fibreuse.

Alpes. — *Isère*. C'est sous la même forme que la mélantérite a été trouvée dans une vieille galerie des mines de Lamure, voisine d'un ancien incendie souterrain. Elle remplit les cavités d'énormes concrétions mamelonnées d'alunogène. Il semble probable, d'après la forme des échantillons que j'ai étudiés, que la mélantérite a été formée en premier lieu. Le même minéral se trouve à Peychagnard.

BOOTHITE

$$CuSO^4 + 7H^2O$$

Monoclinique : $mm = 81°26'$

$$b : h = 1000 : 978,42 \quad D = 652,28 \quad d = 758,11$$

Angle plan de $p = 76°47'$

— $m = 101°45'$

$$\left[a : b : c = 1,1622 : 1 : 1,500 \text{ (Schaller)} \right]$$

$$zx = 74°24'$$

Facies. La boothite forme des masses cristallines grenues ou fibreuses et des stalactites.

Clivages. Clivage net suivant p (001).

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 1,93 (Sain-Bel) à 1,94.

Coloration et éclat. Comme la chalcanthite, mais d'un bleu un peu moins foncé.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Dans cette face, $\mathbf{n}_g$ est presque parallèle à la trace du clivage p (001) et par suite la bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) est très sensiblement perpendiculaire à celui-ci.

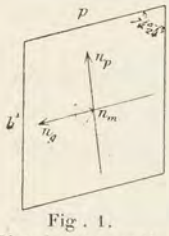


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule $CuSO^4 + 7\,H^2O$ est donnée en *a*. Il semble que cette formule serait plus exactement écrite $CuSO^4.\,H^2O + 6\,H^2O$, l'une des molécules d'eau ne partant qu'au delà de 120°.

	a
SO^3	28,1
CuO	28,0
FeO	»
H^2O (à 120° C.)	37,8
H^2O (au-dessus de 120° C.)	6,1
	100,0

A Sain-Bel, il existe toujours une petite quantité de fer et j'ai observé des passages progressifs à la pisanite, dont l'analyse est donnée page 229.

Propriétés pyrognostiques. Comme chalcanthite.

Diagnostic. Se distingue de la chalcanthite par sa densité, par sa teneur en eau plus faible et par les propriétés optiques de son clivage facile; de la pisanite, par sa teneur en fer élevée et parfois par sa couleur plus franchement bleue.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La boothite est un produit d'altération des sulfures cuprifères; elle a été décrite par M. Schaller (*Bull. Geol. Univ. California*, III, 207. 1903) d'après des échantillons provenant de Californie. Je l'ai observée parmi les minéraux du gisement suivant.

Plateau Central. — *Rhône.* Certaines des stalactites bleu foncé, que l'on trouve parfois dans les galeries de la mine de pyrite cuprifère de Sain-Bel, présentent toutes les propriétés qui sont données plus haut. Mon attention a été appelée sur elles par la netteté du clivage basique et par ses propriétés. Ces stalactites sont translucides, à surface noduleuse, parfois formées par un seul cristal; elles restent bleues par exposition à l'air, à l'inverse des stalactites de mélantérite ferrifère qui les accompagnent et qui s'altèrent rapidement.

PISANITE

$(Fe, Cu)\ SO^4 + 7H^2O$

La pisanite est un mélange isomorphe de mélantérite et de boothite. Des Cloizeaux a donné les paramètres suivants pour une pisanite renfermant 10.98 % de FeO, 15,56 % de CuO avec 43,56 % d'eau.

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 1,1609 : 1 : 1,5110 \\ zx = 74°38' \end{array}\right]$$

La couleur de la pisanite se rapproche soit de celle de la mélantérite, soit de celle de la boothite, suivant que c'est le fer ou le cuivre, qui y domine. La densité est aussi intermédiaire entre ces deux minéraux.

Composition chimique. L'analyse suivante a été faite par M. Arsandaux sur un échantillon très cuprifère, d'un bleu foncé, de pisanite de Sain-Bel.

SO^3	28,8
CuO	19,2
FeO	8,5
H^2O	44,9
	101,4

Altérations. A l'air humide, les types de pisanite riches en fer se couvrent rapidement d'une couche d'oxydation ocreuse.

Diagnostic. La solution dans l'eau après oxydation par l'acide azotique, donne avec l'ammoniaque un précipité d'hydrate d'oxyde de fer et se colore en bleu.

Plateau Central. — *Rhône.* J'ai rencontré la pisanite parmi les stalactites recueillies dans les galeries de la mine de Sain-Bel. Elle y accompagne celles de boothite décrites plus haut. La composition de ces stalactites est variable; leur couleur oscille entre le bleu vert foncé (densité de 1,90) jusqu'au vert clair (densité 1,85) pour des échantillons qui sont constitués par de la mélantérite peu cuprifère. Les premières (analyse *a*) ont une surface lisse et sont formées par un petit nombre d'individus cristallins fortement translucides, les autres sont très poreuses et constituées par un grand nombre de cristaux enchevêtrés. Le même minéral se formait jadis dans les galeries de Chessy.

BIÉBÉRITE

$CoSO^4 + 7H^2O$

Monoclinique. $mm = 82°22'$.

$b : h := 1000 : 1432{,}50$ $\quad D = 934{,}59$ $\quad d = 1104{,}20$

Angle plan de $p = 80°29'14''$

— $m = 106°14'33''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 1{,}1815 : 1 : 1{,}5325 \text{ (Marignac)} \\ zx = 75°19'45'' \end{array}\right]$$

Formes observées. Je n'ai rencontré ce minéral que sous forme de petits cristaux indistincts et de masses concrétionnées.

Clivages suivant p (001) et m (110).

Dureté. 2.

Densité. 1, 95.

Coloration et éclat. Rose chair à rose vif. Poussière blanche, blanc rosé ou rose. Translucide.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Même schéma optique que pour la mélantérite.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net dans les teintes roses.

Saveur. Saveur astringente.

Composition chimique. La formule $CoSO^4 + 7H^2O$ correspond à la composition suivante :

SO^3	28,5
CoO	26,6
H^2O	44,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et, à une température élevée, de l'acide sulfureux. Fournit les réactions du cobalt (perle bleue avec le borax).

Soluble dans l'eau.

Diagnostic. La coloration rose et les réactions du cobalt ne sont partagées par aucun autre sulfate soluble.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le sulfate de cobalt est un produit d'altération des minéraux sulfurés de cobalt, mais il ne se présente que rarement sous une forme minéralogique distincte.

Alpes. — *Isère.* J'ai rencontré la biébérite incrustant un échantillon très fissuré de cobaltite de la mine des Chalanches.

CHALCANTHITE

CYANOSE

$CuSO^4 + 7H^2O$.

Triclinique : $m\,t = 122°44'$.

$b : c : h = 1000 : 833{,}31 : 443{,}76 \quad D = 798{,}99 \quad d = 457{,}10$

Angle plan de $p = 121°\ 1'$

— $m = 91°42'$

— $t = 104°11'$

$a : b : c = 0{,}5721 : 1 : 0{,}5554$ (Backer)

$yz = 82°5' \quad zx = 107°8 \quad yx = 102°4'$

Formes observées. $m(1\bar{1}0)$, t (110), h^1 (100), g^1 (010), ^2g $(1\bar{3}0)$, : i (011), $i^{1/2}$ (021), e^1 $(0\bar{1}1)$, $e^{1/2}$ $(0\bar{2}1)$; $c^{1/2}$ $(1\bar{1}\bar{1})$; $\sigma = (b^1 d^{1/3} g^1)$ $(12\bar{1})$, $x = (c^1 f^{1/3} g^1)$ $(\bar{1}21)$.

	Angles calculés.
$m\,t$	122°44′
$^*h^1\,g^1$	100°54′
$^*h^1\,t$	153°53′
$^2g\,h^1$	112°56′
$p h^1$	106° 7′
$p g^1$	85°31′
$e^{1/2}\,g^1$	139°24′
$^*e^1\,i^1$	123° 1′
$^*i^1\,g^1$	115° 3′
$i^{1/2}\,g^1$	135°21′
$p c^{1/2}$	124°59′
$^*h^1\,i^1$	110° 1′
$h^1\,c^{1/2}$	120°30′30″
$t\,c^{1/2}$	107°58′
$t\,i^{1/2}$	126°29′
$h^1\,i^{1/2}$	109°45′
$h^1\,x$	110°41′
$h^1\,e^1$	97°54′
$h^1\,e^{1/2}$	92°33′
$h^1\sigma$	120°55′
$m\,e^1$	114°43′
$m\,e^{1/2}$	116°19′
$m c^{1/2}$	127°25′
$m\,x$	129°58′
$g^1\,\sigma$	139°11′
$g^1\,c^{1/2}$	103°28′
$g^1\,x$	125°11′

Faciès des cristaux. La chalcanthite est toujours cristallisée ; les cristaux distincts ont la forme de ceux que l'on obtient dans les laboratoires (fig. 1 et 2) ; ils présentent la zone verticale bien développée, ainsi que $c^{1/2}$ $(1\bar{1}\bar{1})$, suivant lequel ils sont parfois plus ou moins aplatis. La chalcanthite forme aussi des masses grenues, stalactiformes, fibreuses.

Clivages. Clivages imparfaits suivant t (110), m $(1\bar{1}0)$.

Dureté. 2, 5. Fragile.

Densité. 2,12 à 2,30.

Coloration et éclat. Bleu de Prusse à bleu de ciel, avec parfois une teinte verdâtre. Poussière incolore. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. La bissectrice aiguë est *négative* ($\mathbf{n}_p$) ; elle fait un angle d'environ 136° avec la normale à t, de 82° avec la normale à m, et 107° avec la normale à $c^{1/2}$.

Dispersion tournante, associée à forte dispersion inclinée et à faible dispersion des axes, $\rho < v$.

$$\begin{aligned} \mathbf{n}_g &= 1{,}54345 \text{ (raie D) (Lavenir).} \\ \mathbf{n}_m &= 1{,}53684 \\ \mathbf{n}_p &= 1{,}51408 \\ \mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p &= 0{,}02937 \\ 2V &= 56° \text{ et } 2E = 93° \end{aligned}$$

Saveur. Saveur métallique caractéristique et désagréable.

Composition chimique. La formule $CuSO^4 + 7H^2O$ correspond à la composition suivante : il existe généralement en outre une petite quantité de fer.

SO^3.....	32,1
CuO.....	31,8
H^2O.....	36,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, donne de l'eau et à plus haute température de l'acide sulfurique. Sur le charbon, avec le carbonate de sodium est réduite en cuivre métallique. Colore la flamme en vert.

Soluble dans l'eau ; une lame de fer, placée dans la solution se recouvre immédiatement d'un enduit de cuivre métallique. L'addition d'ammoniaque dans la solution de sulfate de cuivre donne une magnifique coloration bleue.

Altérations. Exposée à l'air, la chalcanthite se déshydrate et se recouvre d'un enduit opalescent verdâtre, à surface lisse.

Diagnostic. La couleur et la saveur constituent le meilleur caractère distinctif de la chalcanthite, que ses réactions chimiques ne permettent pas de confondre avec un autre minéral. La teneur en eau, la densité et les propriétés optiques permettent d'établir le diagnostic différentiel avec la boothite.

L'absence de précipité d'oxyde de fer par l'ammoniaque dans la solution aqueuse établit la distinction avec la *pisanite*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS.

La chalcanthite résulte de la décomposition des minéraux sulfurés cuprifères ; elle se rencontre partout où existent ceux-ci. Elle est parfois asssociée aux sulfates solubles de fer. Un gisement français se recommande par les beaux échantillons qu'il a fournis jadis.

Plateau Central. — *Rhône.* La mine de Chessy, lors de son

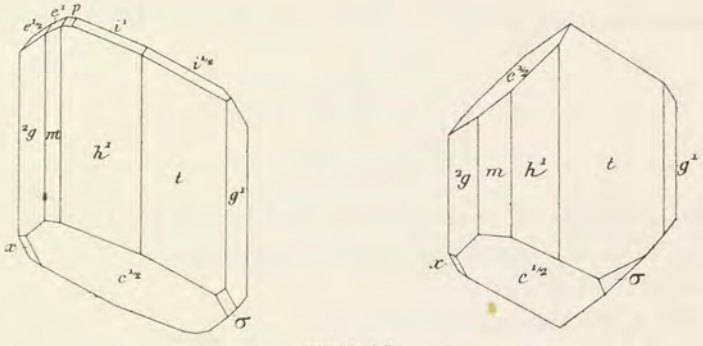


Fig. 1 et 2.
Chalcanthite. Formes communes.

exploitation, contenait de magnifiques échantillons de chalcanthite cristallisée ou stalactiforme qui tapissaient les fissures des galeries ou pendaient des boisages de celles-ci. Les échantillons que j'ai étudiés sont en général cristallisés et implantés avec du gypse sur un schiste pyriteux ; ils englobent parfois de la pyrite.

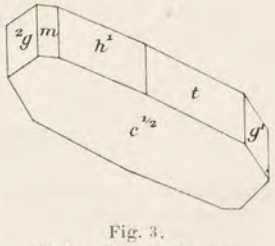


Fig. 3.
Chalcanthite de Chessy.

Beaucoup de ces cristaux se rapportent au type obtenu par cristallisation d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre (fig. 1 et 2 d'après M. Groth). Dans quelques cas, ils sont réduits aux faces prisma-

tiques et à $c^{1/2}(1\bar{1}\bar{1})$ suivant lequel ils sont aplatis (fig. 3), avec parfois allongement suivant une arête $c^{1/2}\,h^1$ ou $c^{1/2}\,t$.

Vosges. — [*Alsace*]. La mine de Framont a fourni jadis de jolis échantillons de ce minéral.

Saône-et-Loire. La chalcanthite en petits cristaux a été trouvée dans une vieille galerie de la mine de pyrite de Chizeuil près Chalmoux.

ALUNOGÈNE

$$Al^2\,(SO^4)^3 + 16\,HO^2$$

Monoclinique.

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c : = 1 : ? : 0{,}825\ (\text{Becke}). \\ zx = 97°34' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001); h^1 (100), g^1 (010); o^1 (101), a^1 ($\bar{1}$01).

Angles calculés.

po^1	143°34′
ph^1	97°34′
pa^1	137°26′
o^1h^1	134° 0′

Faciès. L'alunogène se trouve en petites lamelles aplaties suivant g^1 (010), ou bien en masses fibreuses ou compactes.

Dureté. 1,5 à 1,8.

Densité. 1,765 (Montagne Pelée).

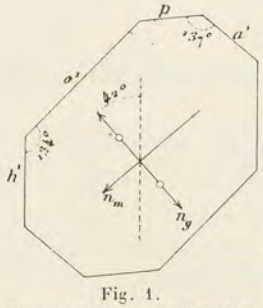


Fig. 1.
Face g^1 (010), perpendiculaire à la bissectrice obtuse $\mathbf{n}_p$.

Coloration et éclat. Blanche, souvent teintée de jaune par impuretés. Éclat vitreux, soyeux dans les aiguilles et les masses fibreuses.

Propriétés optiques. Plan des axes et bissectrice obtuse *négative* ($\mathbf{n}_p$) normaux aux lamelles d'aplatissement g^1 (010). Dans cette face, $\mathbf{n}_g$ fait un angle de 42° avec l'axe vertical dans l'angle obtus de ph^1; $\mathbf{n}_m$ est par suite presque parallèle à la trace de o^1 (101) (fig. 1).

$$2E = 114° \text{ env.}$$

Le plus petit indice est inférieur à celui du baume.

Les fibres sont allongées suivant l'axe vertical et possèdent de ce fait une extinction atteignant 42° (rapportée à $\mathbf{n}_g$).

Saveur. Saveur analogue à celle de l'alun.

Composition chimique. La formule $Al^2(SO^4)^3 + 16\ H^2O$ ou $Al^2O^3.\ 3\ SO^3 + 16\ H^2O$ correspond à la composition donnée en *a* ; M. Marguerite Delacharlonny a obtenu (*C. R.* CXI. 229. 1890) des lames identiques aux cristaux naturels en faisant cristalliser le sulfate d'aluminium en solution neutre. *b*). Analyse de l'alunogène lamelleux de la Montagne Pelée.

Beaucoup d'analyses anciennes d'alunogène correspondent à un hydrate à 18 molécules d'eau, soit qu'il existe réellement deux hydrates, soit que les minéraux analysés aient renfermé de l'eau hygroscopique ; dans la première hypothèse, l'hydrate à 18 H^2O serait constitué par la variété fibreuse. J'ai essayé de différencier par la densité les deux variétés, qui coexistent parfois dans les mêmes échantillons de la Montagne Pelée, mais je n'ai pu y parvenir.

	a)	*b*)	*c*)
SO^3.....	38,05	38,00	36,0
Al^2O^3.....	16,28	16,35	15,3
H^2O.....	45,67	46,00	48,7
	100,00	100,35	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau ; à une température plus élevée, laisse échapper de l'acide sulfurique, qui est complètement expulsé au rouge. Le résidu, imbibé d'azotate de cobalt, donne une belle coloration bleue au chalumeau. Soluble dans l'eau.

Altérations. Voir page 238.

Diagnostic. Voir à halotrichite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'alunogène est un minéral très abondant dans la nature ; il résulte de l'attaque de roches alumineuses, soit par des fumerolles sulfhydriques, soit par les produits de la décomposition des sulfures métalliques, et en particulier de la pyrite.

1° *Dans les gisements volcaniques.*

Antilles. — *Martinique.* Au cours de l'éruption de la Montagne Pelée en 1902-1903, j'ai pu suivre sur le vif le mécanisme de la formation de ce minéral (*La Montagne Pelée et ses éruptions.* 1904. 404). Il se produisait à l'orifice des fumerolles secondaires s'élevant des amas de

matériaux de projection andésitiques, accumulés sur les flancs de la montagne par les nuées ardentes (notamment dans les Rivières Blanche et Sèche, dans la Rivière Falaise). L'alunogène se formait aussi d'une façon non localisée, grâce à l'attaque des cendres par le résultat de l'oxydation de l'hydrogène sulfuré, dont elles étaient imprégnées. Entraîné par les eaux pluviales, le sulfate d'aluminium venait cristalliser sur les parois des canaux d'érosion creusés dans les cendres poreuses (bords du cratère, Rivière Blanche, etc.). L'alunogène y cristallisait sous forme de lamelles nacrées ou de fibres.

J'ai trouvé dans la collection du Muséum de beaux échantillons du même minéral recueillis après l'éruption de 1851, dans les fumerolles de la haute vallée de la Rivière Claire. Ils sont constitués par un mélange de lamelles nacrées et de fibres : celles-ci sont de formation postérieure ; cette association plaiderait en faveur de l'existence de deux hydrates distincts. Quand on dissout le mélange des deux formes et que l'on fait cristalliser la dissolution, le sulfate d'aluminium cristallise uniquement sous forme lamellaire.

Guadeloupe. L'alunogène, associé au gypse, se trouve au voisinage des fumerolles de la Soufrière de la Guadeloupe ; je l'ai recueilli en masses concrétionnées sous des rochers abrités du plateau de la Soufrière, ainsi qu'aux fumerolles de l'Échelle. L'abondance des précipitations atmosphériques empêche la cristallisation en grandes masses de ce minéral, qui se forme cependant encore en abondance.

Une caverne ouverte dans la lave de la Soufrière (caverne de Spallanzani), obturée par le tremblement de terre de 1843, renfermait de magnifiques concrétions d'alunogène : la collection du Muséum en possède un échantillon recueilli en 1842 par Ch. Sainte-Claire-Deville.

2° *Dans les roches diverses comme résultat de l'altération de la pyrite.*

L'alunogène se rencontre à l'état de concrétions, plus ou moins fibreuses, dans les fentes de toutes les roches pyriteuses silicatées alumineuses et plus particulièrement dans celles des schistes paléozoïques. *Le beurre de montagne* ainsi formé, souvent mélangé d'autres sulfates solubles (mélantérite, halotrichite), constitue des masses concrétionnées, fibreuses, molles quand elles sont humides, se recroquevillant par dessication. C'est un minéral banal, dont les gisements sont légion. Je ne citerai que quelques localités pour exemple.

a). *Dans les mines de houille et dans les filons métallifères.*

Cévennes. — *Gard.* L'alunogène lamelleux et fibreux se rencontre aussi dans les galeries de mine de Carnoulès.

Plateau Central. — *Ardèche.* A La Chastagnère en Prades, l'alunogène aciculaire accompagne l'epsomite et aussi la copiapite.

Allier. Commentry, avec copiapite.

Saône-et-Loire. Je dois à l'obligeance de M. Quincy de curieux échantillons d'alunogène fibreux, concrétionnés, mélangés de copiapite, provenant des galeries de Montchanin, et recouvrant souvent des masses cristallines d'epsomite.

Vosges. — *Haute-Saône.* De fort beaux échantillons d'alunogène concrétionné et aciculaire se trouvent dans les mines de houille de Ronchamp ; les échantillons sont souvent recouverts de copiapite. Les galeries de cette mine présentent la particularité curieuse de renfermer des concrétions de sel gemme.

Alpes. — *Isère.* Je dois à l'obligeance de M. Bouvier la communication d'un gros bloc trouvé dans les mines d'anthracite de Lamure (vieille galerie abandonnée au voisinage d'un incendie souterrain). Cet échantillon est constitué par une masse concrétionnée, dont les parties boursouflées recouvrent des agrégats caverneux de mélantérite. L'alunogène forme des aiguilles transparentes et des croûtes fibreuses blanches, tachées de jaune.

Plateau Central. — *Rhône.* De très belles masses concrétionnées, stalactiformes, fibreuses, d'alunogène ont été trouvées il y a quelques années, dans les galeries de la mine de pyrite de Sain-Bel ; elles y étaient accompagnées de stalactites de mélantérite, de boothite et de pisanite. Les cavités de ces concrétions se terminent par de petites aiguilles libres.

b). *Dans les fentes de roches diverses.*

Les sédiments paléozoïques pyriteux sont particulièrement riches en croûtes fibreuses d'alunogène : *Bretagne* ; *Pyrénées* [région de Barèges (*Basses-Pyrénées*) ; vallée du Louron (*Haute-Garonne*), environs d'Ax (*Ariège*)] ; *Ardennes.*

On en trouve aussi en abondance dans les sédiments plus récents, tels que l'argile néocomienne d'Er Richa (annexe d'Aflou (*Oran*), les schistes secondaires de Mila (*Constantine*) avec copiapite, de Bou Koufor près Menerville (*Alger*), l'argile plastique sparnacienne des environs de Paris, etc.

3° *Dans les produits des houillères embrasées.*

L'alunogène est un minéral très fréquent dans les houillères embrasées, où il résulte de l'action des produits d'oxydation de la pyrite formés par la calcination des schistes houillers ; ce genre de gisement mérite d'être cité à part, non seulement parce que l'alunogène s'y trouve en grande abondance, parfois mélangé de soufre, de réalgar, d'halotrichite, de gypse, mais parce qu'on observe souvent aussi un produit de la décomposition partielle, sous l'action de la chaleur, d'un mélange d'alunogène et de kalinite. Il consiste en masses bulleuses, qui résultent d'une fusion de ces deux minéraux dans leur eau de cristallisation. Le produit est monoréfringent ; il contient souvent moins de 10 % d'eau; sa composition n'est pas constante parce qu'elle dépend à la fois de la nature des minéraux originels et de la température à laquelle ils ont été portés. Il cimente des fragments de roches imparfaitement attaquées. J'ai étudié des échantillons d'alunogène des gisements suivants :

Plateau Central. — *Aveyron*. Cransac, Aubin, Lassalle (belles masses fibreuses).

Loire. Saint-Etienne, La Ricamarie, le Brulé, Reveux, etc.

Allier. Commentry.

Saône-et-Loire. Perrecy-les-Forges.

CONNELLITE

$Cu\,(Cl,OH)^4\,SO^3 + 15\,H^2O$

Hexagonale.

$b : h = 1001{,}291 \quad D = 866{,}025 \quad d = 500.$

$[a : c = 1 : 1{,}1562$ (Story-Maskelyne)].

Formes observées. Aiguilles très allongées suivant l'axe vertical, parfois terminées par une pyramide aiguë (b^1b^4 s.$v = 73°40'$) et se

groupant souvent à axes parallèles. Elles forment aussi des croûtes plus ou moins mamelonnées, à structure radiée.

Dureté. 2.

Densité. 3,36.

Coloration et éclat. Bleu foncé, prenant une teinte un peu claire dans les aiguilles extrêmement minces. Poussière d'un bleu verdâtre pâle. Transparente.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* ($\mathbf{n}_g$), à peine pléochroïque.

Composition chimique. La connellite est un chlorosulfate de cuivre, dont la composition chimique exacte demande à être précisée.

Propriétés pyrognostiques. Fond en un globule noir et en colorant la flamme en vert. Donne de l'eau dans le tube.

Insoluble dans l'eau, mais très soluble dans les acides.

Diagnostic. Parmi les sulfates bleus aciculaires, la connellite ne pourrait être confondue qu'avec la lettsomite ou avec la serpiérite. Elle se distingue de ces deux minéraux par la réaction du chlore et, en outre, du second par l'absence de toute base autre que le cuivre.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Algérie. — *Alger*. La connellite est un minéral extrêmement rare, connu seulement dans le Cornwall et le Namaqualand.

Je l'ai trouvée récemment (*B. S. M.* XXXII. 33. 1909) sur des échantillons provenant d'une ancienne exploitation des mines de Mouzaïa. Elle tapisse de ses aiguilles bleues enchevêtrées les cavités de barytine lamellaire servant de gangue à de la panabase. Des géodes voisines renferment de jolis cristaux de cuprite. La connellite de Mouzaïa est en apparence de couleur plus claire que celle du Cornwall, mais cela tient à ce que ses aiguilles, atteignant 2 mm., sont entrecroisées et non accolées. Examinées au microscope, elles sont identiques dans les deux gisements.

COQUIMBITE

$$Fe^4(SO^4)^3 + 9H^2O$$

Rhomboédrique : $pp = 81°33'$

angle plan de $p = 80°4'13''$

$[a : c = 1 : 1{,}5613$ (Linck)].

Macles. Macle suivant p $(10\bar{1}1)$, avec parfois accolement suivant d^2 $(11\bar{2}0)$.

Formes et faciès. La coquimbite se présente parfois en cristaux distincts, qui sont des prismes ou des rhomboèdres basés : ceux-ci rappellent un octaèdre régulier ; le rhomboèdre le plus fréquent $[(e^8\,(30\bar{3}2)]$ a, en effet, un angle culminant de 71°22′. Elle forme aussi des masses granulaires.

Clivages. Clivages imparfaits suivant e^2 $(10\bar{1}0)$, suivant p $(10\bar{1}1)$ et $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 2,09 à 2,10.

Coloration et éclat. Blanche, jaune, brune, violette. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* ($\mathbf{n}_g$). Les indices suivants ont été mesurés par M. Linck ; ils montrent une forte dispersion, se manifestant nettement dans les couleurs de polarisation du minéral examiné en lumière polarisée parallèle.

	rouge	jaune
$\mathbf{n}_g$ =	1,5508	1,5575
$\mathbf{n}_p$ =	1,5469	1,5519
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p$ =	0,0039	0,0056

Composition chimique. La composition chimique théorique correspond aux valeurs données ci-contre ; une petite quantité du fer peut être remplacée par de l'aluminium.

SO^3	42,7
Fe^2O^3	28,5
H^2O	28,8
	100,0

Saveur. Saveur astringente.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, se comporte comme la mélantérite. Soluble dans l'eau froide ; en solution donne à l'ébullition un précipité abondant de Fe^2O^3. Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. La couleur, la forme et les propriétés optiques (notamment la dispersion) font reconnaître aisément la coquimbite parmi les sulfates solubles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La coquimbite est un minéral peu commun, qui accompagne d'autre

sulfates de fer dans les produits de fumerolles volcaniques et de décomposition de la pyrite.

Bassin de Paris. — *Seine*. J'ai observé de très petits cristaux blancs de coquimbite dans les croûtes jaunes, produites par l'altération de la pyrite de l'argile plastique des environs de Paris et notamment de celle des carrières d'Issy. J'en ai obtenu de plus distincts en abandonnant à la cristallisation spontanée le liquide résultant de la dissolution de ces croûtes dans l'eau.

FIBROFERRITE

$Fe^2(OH)^2(SO^4)^2+9H^2O$

Orthorhombique.

Faciès. La fibroferrite constitue des masses concrétionnées, formées par des fibres serrées, très rectilignes.

Dureté. 2, à 2,5.

Densité. 1, 86.

Coloration et éclat. Jaune paille, parfois très pâle. Poussière d'un blanc jaune. Translucide.

Éclat soyeux et nacré.

Propriétés optiques. Les aiguilles s'éteignent suivant leur allongement : le plan des axes optiques est compris dans la zone de fibrosité : l'allongement est de signe positif.

$$n_g = 1.57 \text{ et } n_p = 1.53 \text{ environ (Schröder van der Kolk)}$$
$$n_p - n_p = 0{,}04.$$

Pléochroïsme. Faible pléochroïsme dans la zone de fibrosité, avec teintes d'un jaune pâle : le maximum d'absorption a lieu suivant n_g.

Saveur. Saveur styptique.

Composition chimique. La formule $Fe^2(OH)^2(SO^4)^2+9H^2O$ ou Fe^2O^3, $2\,SO^3 + 10\,H^2O$, correspond à la composition donnée en *a*.

b) Analyse de la fibroferrite de Saint-Félix-de-Pallières, par M. Pisani (*C. R.* LIX. 921.1863).

	a	*b*
SO^3	32,0	29,72
Fe^2O^3	32,0	33,40
CaO	»	tr.
H^2O	36,0	36,88
	100,0	100,00

L'analyse *b* correspond mieux à la formule $3Fe^2O^3,5SO^3 + 30H^2O$, mais les analyses plus récentes faites par Linck, sur la fibroferrite du Chili, possédant les mêmes propriétés physiques que celle de Pallières, rendent préférable l'adoption de la formule donnée plus haut.

Essais pyrognostiques. Comme la copiapite. Peu soluble dans l'eau froide, décomposée par l'eau bouillante en un sel basique jaune d'ocre insoluble et en un sel neutre soluble.

Altérations. Sous l'influence de l'air, la fibroferrite perd son éclat soyeux, devient terne, opaque, puis se change en une matière pulvérulente jaune vif.

Diagnostic. Les propriétés physiques et notamment la structure fibreuse, la couleur et l'éclat soyeux sont caractéristiques de la fibroferrite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Cévennes. — *Gard.* La fibroferrite a été autrefois rencontrée dans les gisements de pyrite et de galène de Saint-Félix-de-Pallières, qui a fourni aussi, mais en des points distincts, la jarosite (pastréite). Elle y forme des masses concrétionnées, à belle structure fibreuse, ayant parfois 5 ou 6 mm. de longueur ; il est aisé de les disjoindre et de mettre en liberté des fibres tendres et flexibles, difficiles à réduire en poudre. L'extrémité des fibres est généralement garnie de grains d'un jaune de soufre, produits par altération. Ce gisement, depuis longtemps épuisé, a fourni des échantillons de fibroferrite pouvant rivaliser par leur beauté avec ceux du Chili.

Bourgogne. — *Saône-et-Loire.* J'ai rencontré dans les fissures des arkoses exploitées près du château de Saint-Léger en Charnay près Mâcon, de petits sphérolites soyeux jaune d'or de fibroferrite. Ils se trouvent dans la carrière où la jarosite existe en quantité considérable.

ALUMINITE

(*WEBSTÉRITE* [1])

$Al^2(OH)^4SO^4+7H^2O$

Orthorhombique ou monoclinique ?

Faciès. L'aluminite se présente soit sous forme de petits sphérolites, soit sous celle de masses terreuses, concrétionnées, réniformes, happant à la langue.

Dureté. 1 à 2. Apre au toucher.

Densité. 1,66.

Coloration et éclat. Blanche. Opaque. Transparente seulement en lames minces. Aspect terreux.

Propriétés optiques. J'ai montré par l'examen microscopique que les petites aiguilles constituant l'aluminite d'Épernay ont une extinction longitudinale ; la bissectrice est *positive* et perpendiculaire à l'une des faces de la zone d'allongement, parallèlement à laquelle se trouve le plan des axes optiques. Ces propriétés s'appliquent aussi bien à un minéral monoclinique allongé suivant son axe de symétrie, qu'à une substance orthorhombique. Quant aux sphérolites d'Auteuil, leurs fibres sont trop enlacées pour qu'il soit possible d'en tirer des conclusions décisives au sujet du système cristallin du minéral, mais leur signe d'allongement est aussi négatif.

$$n_g = 1.48 ; n_g - n_p = 0.01 \text{ environ.}$$

Composition chimique. La composition correspondant à la formule $Al^2(OH)^4SO^4 + 7\,H^2O$ ou $Al^2O^3,SO^3 + 9H^2O$ est donnée en *a*.

Analyses de l'aluminite *b*/ d'Auteuil par Dumas. *in* Brongniart (*Ann. sc. nat.*, XIII. 225. 1828).

c) de Lunel-Viel par Dufrénoy (*Minér.*, II. 490. 1856).

d) du Mont Bernon près Épernay, par Lassaigne (*A. C. P.* XXIV. 97. 1823), déduction faite de 0,3 % de gypse.

	a	*b*	*c*	*d*
SO^3	23,3	23,0	23,45	20,06
Al^2O^3	29,6	30,0	29,72	39,70
H^2O	47,1	47,0	46,80	39,94
	100,0	100,0	99,97	99,70

1. Le nom d'aluminite (*Haberle*, 1807) a la priorité sur celui de webstérite (*Brongniart*, 1822), plus souvent employé en France.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne beaucoup d'eau, puis de l'acide sulfurique. Infusible au chalumeau ; imbibée d'azotate de cobalt, prend une belle coloration bleue.

Soluble dans les acides.

Altérations. L'aluminite est, à la longue, décomposée par l'eau et donne, comme résultat ultime, de l'hydrate d'alumine ; c'est probablement sur un échantillon altéré par ce procédé qu'a été effectuée l'analyse *d*.

Diagnostic. L'aluminite pourrait au premier abord être prise pour un silicate d'alumine ; la présence de l'acide sulfurique est caractéristique. Elle se distingue des variétés compactes ou terreuses d'alunite en ce qu'elle ne donne pas d'alun quand, après avoir été calcinée, elle est reprise par l'eau.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'aluminite se rencontre dans des argiles, aux dépens desquelles elle se forme par action des produits de la décomposition de la pyrite.

Dans les formations sédimentaires.

Bassin de Paris. — *Seine*. L'aluminite se rencontre dans l'argile plastique (sparnacien) des environs de Paris ; elle n'y est pas très fréquente, mais quand on l'y trouve, c'est en très grande quantité. Elle a été signalée pour la première fois dans les fausses glaises d'Auteuil par A. Brongniart (analyse *b*) en rognons constitués par des grains globuleux d'un blanc de neige, pressés les uns contre les autres, qui ont été improprement comparés à des oolites. J'ai montré (*Nouvelles Archives du Muséum*. IX. 271. 1897) que ces globules sont en réalité des sphérolites à structure fibreuse, dont j'ai déterminé les propriétés données plus haut. Le même minéral se trouve parfois dans les carrières d'Issy (près la porte de Versailles) à la périphérie d'énormes sphéroïdes, dans lesquels s'observe la sidérite globulaire.

Marne. L'aluminite se rencontre dans les assises ligniteuses sparnaciennes des environs d'Épernay, au Mont Bernon. Elle y constitue des masses blanches, se brisant en fragments anguleux, qui se délitent parfois eux-mêmes en calottes sphériques (analyse *d*) ; leur structure est cristalline comme celle de l'aluminite des environs de Paris, mais sans structure sphérolitique.

Corbières. — *Hérault*. L'aluminite globulaire, rappelant comme aspect celle d'Auteuil, a été signalée en ces termes (*op. cit.* 489), par Dufrénoy (analyse *c*), dans la marne tertiaire de Lunel-Viel : « dans cette localité, comme à Auteuil, il [le minéral] est en stratification concordante dans le terrain. La couche de webstérite de Lunel-Viel peut avoir 3 à 4 pouces de puissance : je l'ai vu se prolonger sur une assez grande distance ; ... la webstérite d'Auteuil et de Lunel-Viel possèdent une structure oolithique grossière. »

Je n'ai pu voir ce minéral dans aucune collection[1]. M. Delage, professeur à la faculté des sciences de Montpellier, a bien voulu se rendre sur les lieux et n'y a trouvé que des calcaires à Mélobésies.

FELSÖBANYITE ET PARALUMINITE

On a décrit les deux sulfates suivants :

Felsöbanyite. $Al^2(OH)^4SO^4$, $2Al(OH)^3+5H^2O$ ou $2Al^2O^3SO^3+10H^2O$

Paraluminite. $Al^2(OH)^4SO^4$, $2Al(OH)^3+10H^2O$ ou $2Al^2O^3SO^3+15H^2O$

Leurs caractères extérieurs sont très analogues à ceux de l'aluminite, mais ils sont un peu plus denses. La composition centésimale est la suivante : *a*) felsöbanyite, *b*) paraluminite. Je donne en *c*) l'analyse d'un minéral de Huelgoat, par Berthier (*A. M.* XIII, 643. 1838), qui peut leur être comparé.

	a	*b*	*c*
SO^3	17,2	14,5	12,9
Al^2O^3	44,0	36,8	41,5
H^2O	38,8	48,7	42,1
SiO^2	»	»	3,5
	100,0	100,0	100,0

Il ne me paraît pas certain que ces substances, et en particulier celle de Huelgoat, constituent un minéral défini, distinct de l'aluminite ; celle-ci, étant décomposée par l'eau, peut perdre peu à peu son acide sulfurique et se rapprocher ainsi des compositions *a* et *b*. L'analyse *d*, donnée plus haut, semble établir un de ces passages.

Le minéral de Huelgoat était jadis très abondant dans toutes les cavités du filon et dans les galeries exploitées. Il était d'un blanc d'ivoire, visqueux, gluant et adhérait fortement à la roche.

1. J'ai trouvé dans de nombreuses collections, sous le nom de webstérite de diverses localités, des calcaires friables à grain fin.

APATÉLITE

$(Fe,Al)^2(OH)^4SO^4 + H^2O$

Rhomboédrique ou hexagonale.

Faciès. L'apatélite se présente uniquement sous forme de masses friables, jaunes, dont la cristallisation ne peut être décelée que par l'examen microscopique.

Densité. 3,2.

Coloration et éclat. La couleur de l'apatélite varie du jaune clair au jaune foncé. Aspect terreux.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* (n_p).

Composition chimique. La formule $(Fe,Al)^2(OH)^4SO^4 + H^2O$ ou $(Fe,Al)^2O^3,SO^3 + 3H^2O$ est déduite de l'analyse *b* et correspond à la composition *a*, dans le cas où $Fe^2O^3 : Al^2O^3 = 2,5 : 1$. L'eau ne se dégage qu'à partir de 160° et surtout au rouge sombre ; elle est donc certainement en partie basique. Le minéral ne semble différer de l'utahite que par l'existence d'une molécule d'eau en plus.

Analyse *b*) de l'apatélite d'Auteuil par M. Pisani. Je donne ci-contre en *c*), comme document, l'ancienne analyse de Meillet (*A. M.* III. 308. 1841), qui paraît tout à fait inexacte.

	a	*b*	*c*
SO^3.....	29,3	29,7	42,90
Fe^2O^3....	41,7	40,0	53,30
Al^2O^3...	9,2	11,0	»
H^2O.....	19,8	19,2	3,96
	100,0	99,9	100,16

L'apatélite a été décrite par Meillet (*op. cit.*) d'après des échantillons, provenant de Meudon : cet auteur lui attribuait la formule $2Fe^2O^3,SO^3 + 5H^2O$, déduite de l'analyse *c*). J'ai étudié beaucoup d'échantillons de localités variées, j'ai constaté leur homogénéité par l'examen optique ; tous renferment de l'alumine. L'analyse *b*) a été faite sur un échantillon entré dans la collection du Muséum en 1841, année de la publication du travail de Meillet (et provenant probablement de lui, bien que notre catalogue ne porte pas d'indication d'origine ; Meillet était à cette époque fournisseur de la collection du Muséum) ; aussi n'y a-t-il pas de doute sur l'identité de la substance, avec celle étudiée par cet auteur.

Essais pyrognostiques. Comme copiapite, mais insoluble dans l'eau ; soluble dans l'acide chlorhydrique.

Altérations. L'apatélite se décompose facilement en limonite.

Diagnostic. Elle se distingue des variétés terreuses de jarosite en ce qu'elle ne contient pas d'alcalis. Son diagnostic d'avec les autres sulfates ferriques insolubles dans l'eau (utahite, carphosidérite, etc.) ne peut être fait qu'à l'aide d'une analyse quantitative, ces minéraux étant tous uniaxes et optiquement négatifs.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Bassin de Paris. — *Seine.* L'apatélite est une des résultantes ultimes de la décomposition de la pyrite de l'argile plastique des environs de Paris. Elle se rencontre constamment associée à des cristaux de gypse, souvent de grande taille ; les gisements d'Auteuil, Meudon, Arcueil, Issy (carrière de la porte de Versailles), sont particulièrement à citer.

Le calcaire grossier surmonte l'argile plastique ; des blocs en tombent fréquemment au pied du front de taille des carrières et se trouvent ainsi en contact avec les suintements vitrioliques, venant de l'argile plastique : à leur contact, ils se transforment périphériquement en gypse associé à de l'apatélite, semblable à celle engagée dans l'argile.

Oise. Aisne. L'apatélite accompagne le gypse des lignites de cette région, notamment dans le Soissonnais.

Périgord. — *Lot-et-Garonne.* La collection du Muséum possède un échantillon de gneiss de Bayle en Agnac, recouvert par une couche de cristaux de gypse, mélangé d'apatélite.

Algérie. — *Alger.* Je dois à l'obligeance de M. Flamand un échantillon d'apatélite terreuse, associée à du gypse, dans une marne tertiaire de Sidi Oued Abdel-Kader, dans le cercle de Tenez.

COPIAPITE

$Fe^4(SO^4)^5 + 18\,H^2O$

Monoclinique : $mm = 131°0'$

$b : h : = 1000 : 869{,}30 \qquad D = 891{,}50 \qquad d = 427{,}03$

$[a : b : c = 0{,}47904 : 1 : 0{,}97510$ (Linck) $\quad zx = 72°3'\,]$

Formes observées. p (001) ; h^1 (100), g^1 (010) ; $a^{9/4}$ ($\bar{4}09$).

	Angles	calculés.		Angles	calculés.
$m\,m$	131° 0′		$p\,h^1$	107°57′ [1]	
$m\,g^1$	114°30′		$p\,a^{9/4}$	129°53′	
			$h^1\ a^{9/4}$	58° 1′	

Faciès. La copiapite se présente d'ordinaire en petites lames très minces, aplaties suivant g^1 (010) et limitées par des angles plans de 107°57′, de 129°53′ et de 58°1′ (fig. 1).

Ce minéral forme le plus souvent des agrégats de lames enchevêtrées, des masses grenues, compactes, ou concrétionnées.

Clivages. Clivage g^1 (010) facile.

Dureté. 2, 5.

Densité. 2,103.

Coloration et éclat. Jaune de soufre, jaune citron. Transparente en lames minces.

Éclat nacré sur le clivage ; aspect terne dans les concrétions compactes.

Propriétés optiques. Plan des axes perpendiculaire à g^1 (010) et presque parallèle à $a^{9/4}$ ($\bar{4}09$). La bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) fait par suite un angle voisin de 58° avec h^1 (100), dans l'angle obtus de ph^1. La bissectrice obtuse ($\mathbf{n}_g$) (fig. 1) est perpendiculaire à g^1.

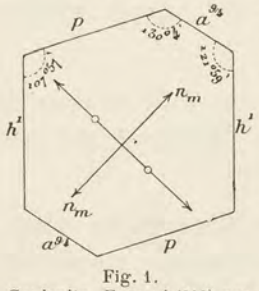


Fig. 1.
Copiapite. Face g^1 (010) perpendiculaire à la bissectrice obtuse $\mathbf{n}_g$.

$$2H_o = 114°15' \text{ (Dx) (jaune).}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense, même en lames minces :

$\mathbf{n}_g$ = jaune verdâtre
$\mathbf{n}_m$ = incolore ou verdâtre
$\mathbf{n}_p$ = jaune de soufre.

Composition chimique. La formule $Fe^4(SO^4)^5 + 18\,H^2O$ ou $2Fe^2O^3, 5SO^3 + 18\,H^2O$, correspond à la composition suivante :

SO^3.....	38,3
Fe^2O^3....	30,6
H^2O.....	31,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau, puis de l'acide

1. M. Scharizer donne $ph^1 = 102°$.

sulfurique en laissant un résidu rouge de sesquioxyde de fer, quand la température a été suffisante. Au chalumeau, devient magnétique.

Soluble dans l'eau froide, la solution se décompose par l'ébullition ; elle donne les réactions du fer et de l'acide sulfurique.

Diagnostic. Les propriétés optiques permettent de distinguer immédiatement la copiapite de tous les autres sulfates de sesquioxyde de fer (voir à *métavoltite*).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La copiapite est l'un des minéraux les plus fréquents, parmi ceux qui résultent de l'oxydation de la mélantérite, produite elle-même par décomposition de la pyrite. C'est généralement elle qui colore en jaune l'alunogène, l'halotrichite, qui ont été décrites plus haut. Dans nombre de gisements, elle forme une partie notable des croûtes d'altération, qui recouvrent les roches pyriteuses altérées, mais elle ne s'y présente généralement pas à l'état de pureté parfaite. C'est ce qui a lieu notamment aux environs de Paris, dans les carrières d'argile plastique d'Issy, où se trouvent l'aluminite et l'apatélite ; on vient de voir que ce dernier minéral est souvent le produit de la décomposition au contact de blocs de calcaire du résultat de la dissolution de la copiapite dans les eaux pluviales.

Dans les carrières d'Issy, la copiapite forme des masses concrétionnées, jaunes, ayant dans la cassure l'aspect du soufre précipité. J'ai dissous dans l'eau froide plusieurs kilogrammes de ce produit et j'ai abandonné cette solution filtrée à l'évaporation spontanée. Le liquide se concentre jusqu'à consistance sirupeuse, sans donner de cristallisation ; quand il est maintenu assez longtemps dans une atmosphère sèche, il se prend en une masse offrant les formes concrétionnées et l'aspect du produit naturel. Sa structure est cependant plus cristalline et, dans plusieurs expériences, il contenait des géodes de petites lamelles ayant la forme et les propriétés de la copiapite décrite plus haut, ainsi que de petits cristaux de coquimbite, de kalinite, de gypse.

La copiapite en beaux échantillons, formés de petites lamelles distinctes, est fréquente dans les mines de houille françaises, où elle n'a cependant jamais été signalée jusqu'ici ; les plus beaux échantillons que j'ai observés proviennent des gisements suivants.

Plateau Central. — *Allier.* Commentry. Magnifiques masses cristallines dans la houille.

Ardèche. La Chastagnères en Prades.

Saône-et-Loire. Montchanin (avec halotrichite et epsomite).

Vosges. — *Haute-Saône.* Ronchamp (avec halotrichite) ; dans ce gisement, elle est parfois cristallisée.

Algérie. — *Constantine.* La copiapite en petites lamelles est associée à l'alunogène fibreux dans les schistes noirs, pyriteux, de Mila.

GLOCKÉRITE

Le nom de glockérite a été donné à un sulfate de fer amorphe, rappelant comme aspect la diadochite, et formant des masses stalactiformes à éclat vitreux, parfois terreux. Sa couleur varie du jaune de poix au jaune d'ocre ; il est opaque ou translucide.

Sa composition est variable ; d'après Berzélius, la variété de Fahlun a pour formule $2\,Fe^2O^3,SO^3 + 6H^2O$, correspondant à SO^3 15,7 ; Fe^2O^3 63,0 ; H^2O 21,3.

Peut-être faut-il rapprocher de ce minéral une substance de composition centésimale différente, dont Ebelmen a donné l'analyse suivante (*A. M.* XIII. 668. 1838), qu'il rapportait à la formule $4\,Fe^2O^3\,SO^3 + 4\,H^2O$.

SO^3.....	8,8
Fe^2O^3...	67,6
H^2O....	22,6
Gypse...	1,0
	100,0

Ce produit se formait, en 1838, à la sortie des eaux d'anciens travaux de la mine de houille de Ronchamp (*Haute-Saône*) ; il constituait de petits globules creux, stalactiformes, à couches concentriques, dont l'intérieur était rempli d'eau. Ce minéral se décomposait dans l'eau bouillante. Il ne se rencontre plus actuellement et je n'ai pu trouver dans aucune collection les échantillons analysés par Ebelmen.

POLYHALITE

$$Ca^2MgK^2(SO^4)^4 + 2H^2O$$

Triclinique ?

Faciès. La polyhalite n'est connue qu'en masses fibreuses, lamellaires, grenues ou compactes.

Macles. L'examen microscopique met en évidence une macle souvent polysynthétique : elle est constante dans la polyhalite fibreuse. Les bandes hémitropes rappellent celles de la macle de l'albite, dans les plagioclases : elles sont souvent inégales.

J'ai observé en outre dans la polyhalite de Saint-Pandelon une seconde macle, dont le plan de jonction paraît sensiblement normal à celui de la macle précédente et qui rappelle la macle de Manebach des feldspaths.

Clivages. Clivage facile dans une direction.

Dureté. 2,5 à 3.

Densité. 2,77 à 2,78 (Saint-Pandelon).

Coloration et éclat. La couleur la plus habituelle est le rouge, variant du rouge-brique au rouge-chair ; plus rarement le minéral est jaunâtre. Cette couleur est due à des inclusions argileuses ou ferrugineuses extrêmement fines, distribuées sans ordre. Poussière rouge. Translucide ou opaque. Transparente en lames minces.

Éclat résineux, un peu nacré sur le clivage.

Propriétés optiques. Je considère la polyhalite comme triclinique : le clivage facile montre la première macle, avec extinction dissymétrique (environ 20 et 29°). En lumière convergente, on constate qu'un axe optique est visible un peu en dehors du champ. Dans les variétés fibreuses, l'un des axes optiques est sensiblement parallèle à l'allongement.

Dans les lames minces taillées dans la polyhalite grenue de Saint-Pandelon, on voit des plages allongées présentant la première macle ou les deux : leurs extinctions sont le plus souvent obliques. La bissectrice est *négative* ($\mathbf{n}_p$).

$$2\,E = 95^\circ \text{ environ.}$$

Saveur. Saveur légèrement salée.

Composition chimique. La formule $Ca^2Mg\,K^2\,(SO^4) + 2H^2O$ ou $2CaSO^4$, $MgSO^4$, $K^2SO^4 + 2H^2O$, correspond à la composition suivante :

SO^3.....	53,2
CaO.....	18,6
MgO.....	6,6
K^2O.....	15,6
H^2O.....	6,0
	100,0

Des analyses partielles, faites dans mon laboratoire sur la polyhalite de Saint-Pandelon par M. Arsandaux, ont donné des résultats voisins de cette composition théorique.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau. Au chalumeau, fond facilement en colorant la flamme en jaune intense. Fusible au chalumeau en un globule rouge, blanchissant au feu réducteur.

En partie soluble dans l'eau, avec résidu de gypse, qu'il est possible de dissoudre à l'aide d'une grande quantité d'eau.

Diagnostic. La polyhalite peut être confondue avec la glaubérite, qui l'accompagne parfois et possède, comme elle, un clivage facile (voir page 36 pour le diagnostic différentiel des deux minéraux).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La polyhalite se rencontre exclusivement dans les gisements de sel gemme ; elle est fréquemment associée à l'anhydrite et à la glaubérite ; ces trois minéraux sont souvent colorés en rouge par le même pigment ferrugineux.

Pyrénées. — *Landes.* Dans les argiles salifères de Saint-Pandelon et de Dax, la polyhalite forme, seule ou associée à l'anhydrite, des masses grenues rouges, tantôt très pures, tantôt mélangées à des cristaux de quartz bipyramidé. Cette polyhalite est quelquefois associée à du sel gemme.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle.* La polyhalite, compacte ou finement grenue, accompagne la glaubérite et l'anhydrite de Varangéville.

[*Lorraine*]. La polyhalite se rencontre dans les gisements de sel gemme de Vic, Dieuze, Moyenvic, etc. ; elle s'y présente avec le même aspect qu'à Varangéville.

Jura. — *Jura.* Elle forme des rognons compacts, lamelleux ou fibreux, d'un rouge brique, dans les argiles salifères, associées au gypse de Laffenet, de Pimont, de Montmorot et de Salins ; dans ces deux derniers gisements, de beaux échantillons ont été recueillis dans des sondages.

GROUPE DES ALUNS

Les aluns proprement dits cristallisent dans le système cubique. Ce sont des minéraux solubles dans l'eau, possédant une saveur astringente caractéristique ; on connaît les types suivants :

	Kalinite.....	$Al^2K^2(SO^4)^4 + 24H^2O$
*	*Tschermigite*.	$Al^2(AzH^4)^2(SO^4)^4 + 24H^2O$
*	*Mendozite*....	$Al^2Na^2(SO^4)^4 + 24H^2O$

La tamarugite diffère de la mendozite en ce qu'elle ne contient que 12 H^2O.

KALINITE

$Al^2K^2(SO^4)^4 + 24H^2O$

Cubique.

Macles. Macle suivant a^1 (111) (macle des spinelles).

Formes et faciès. La kalinite, qu'il est si facile de faire cristalliser dans les laboratoires en octaèdres réguliers, etc., ne se trouve dans la nature que sous forme de concrétions, plus ou moins nettement fibreuses ; les fibres sont allongées suivant un axe quaternaire.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 1,75.

Coloration et éclat. Incolore, transparente ou translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. La kalinite naturelle est tout à fait monoréfringente et n'offre pas les phénomènes de biréfringence, souvent observés dans les cristaux d'alun potassique des laboratoires.

$$\mathbf{n} = 1.45622 \text{ (Dufet) (D)}$$

Saveur. Saveur astringente caractéristique.

Composition chimique. La formule $Al^2\,K^2\,(SO^4)^4 + 24\,H^2O$ correspond à la composition suivante :

SO^3.....	33,7
Al^2O^3.....	10,8
K^2O.....	9,9
H^2O.....	45,6
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond dans son eau de cristallisation, puis donne une masse spongieuse, fournissant avec le nitrate de cobalt, la coloration bleue de l'alumine.

Très soluble dans l'eau ; la solution donne les réactions caractéristiques de l'acide sulfurique, du potassium et de l'aluminium.

Diagnostic. Parmi tous les sulfates solubles et incolores, la kalinite se distingue aisément par la constatation de l'existence du potassium et par les cristaux octaédriques que sa solution donne par évaporation.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La kalinite se trouve dans les produits d'altération des roches pyriteuses contenant des silicates potassiques et dans les produits d'attaque des mêmes roches par les fumerolles sulfhydriques ; elle n'y est que rarement isolée, sous une forme minéralogique distincte ; elle est d'ordinaire associée à d'autres sulfates (alunogène, halotrichite, mélantérite, copiapite, etc.), et noyée au milieu d'eux. Le meilleur moyen de mettre son existence en lumière consiste à dissoudre ces sulfates dans de l'eau froide et à laisser évaporer spontanément la dissolution ; on évite le trouble, dû à la formation de sulfates ferriques basiques, qui se produit si l'on échauffe la solution. On obtient ainsi tout d'abord la cristallisation d'octaèdres d'alun moins solubles que les autres sels en dissolution. Voici quelques exemples de gisements.

1° *Dans les roches sédimentaires.*

Bassin de Paris. — *Seine.* J'ai obtenu par ce procédé des octaèdres d'alun en évaporant la dissolution des concrétions de sulfates complexes de l'argile plastique d'Issy-Vanves, près Paris.

2° *Dans les produits de houillères embrasées.*

Plateau Central. — *Loire. Aveyron.* Dans les concrétions salines, qui abondent dans les houillères embrasées du Plateau Central en général (voir tous les gisements cités p. 338) et de celles de Decazeville et de la Ricamarie en particulier, il existe aussi des quantités très grandes de kalinite, ce qui s'explique par les débris d'orthose et de micas dans les schistes attaqués par les vapeurs sulfuriques résultant du grillage de la pyrite.

Cordier a depuis longtemps annoncé (*J. M.* XXVI. 407. 1809) la possibilité d'extraire directement l'alun de potassium par le lessivage des roches calcinées d'Aubin.

3° *Dans les produits de fumerolles volcaniques.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* La roche à alunite du Mont-Dore (page 140) traitée par l'eau avant calcination fournit une petite quantité de kalinite et de mélantérite.

GROUPE DE L'HALOTRICHITE

Le groupe de l'halotrichite comprend un certain nombre d'aluns à 22 ou 24 molécules d'eau, cristallisant dans le système monoclinique, mais ne se présentant jamais qu'en fibres soyeuses ou en concrétions fibreuses.

	Halotrichite.	$Al^2Fe(SO^4)^4 + 24H^2O$
	Pickéringite.	$Al^2Mg(SO^4)^4 + 22H^2O$
*	*Apjohnite* ...	$Al^2Mn(SO^4)^4 + 24H^2O$
*	*Dietrichite* ..	$Al^2(Zn,Fe,Mn)(SO^4)^4 + 22H^2O$

Les deux premiers seuls se rencontrent dans les gisements français.

HALOTRICHITE

$Al^2Fe(SO^4)^4 + 24H^2O$

Monoclinique.

Faciès. L'halotrichite se trouve exclusivement sous forme de fines aiguilles, généralement groupées en masses fibreuses et parfois concrétionnées.

Dureté. 1,5 à 2.

Densité. 1,89.

Coloration et éclat. Blanc ou d'un blanc jaunâtre. Transparente ou translucide. Éclat soyeux, se ternissant à l'air. Poussière blanche.

Propriétés optiques. L'halotrichite forme des fibres peu biréfrin-

gentes s'éteignant les unes suivant l'allongement, les autres à environ 25° de celui-ci.

$$n_m = 1{,}48 \text{ environ.}$$
$$n_g - n_p = 0{,}005 \text{ environ.}$$

Saveur. Saveur astringente, rappelant celle de l'encre.

Composition chimique. La formule $Al^2Fe(SO^4)^4 + 24\ H^2O$ correspond à la composition suivante, dans laquelle une petite quantité du fer peut être remplacée par du magnésium.

SO^3.....	34,5
Al^2O^3.....	11,0
FeO.....	7,8
H^2O.....	46,7
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond dans son eau de cristallisation et à une plus haute température, perd son eau et son acide sulfurique, en laissant un résidu brunâtre, composé par un mélange d'alumine et de sesquioxyde de fer.

Soluble dans l'eau ; la solution se trouble à l'ébullition.

Altérations. Par exposition à l'air, l'halotrichite devient terne, opaque et pulvérulente ; elle perd en même temps un peu d'eau.

Diagnostic. L'halotrichite, l'alunogène et la pickéringite présentent fréquemment une grande analogie de caractères extérieurs ; tous trois sont solubles dans l'eau, mais chacun d'entre eux a une saveur spéciale. La calcination donne un résidu brunâtre pour l'halotrichite et un résidu blanc pour les deux autres minéraux ; l'halotrichite se gonfle beaucoup moins que l'alunogène ; ce résidu repris par l'eau donne une solution qui présente, dans le cas de la pickéringite, les réactions du magnésium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les réactions, qui donnent naissance à l'halotrichite, sont toujours les mêmes ; elles consistent essentiellement dans l'action de l'acide sulfurique sur des roches à la fois alumineuses et ferrifères ; cet acide sulfurique peut avoir des origines différentes, d'où les deux types suivants de gisement.

1° Dans les roches pyriteuses.

2° Dans les fumerolles volcaniques.

1° *Dans les roches pyriteuses.*

a) *Dans les roches schisteuses pyriteuses.*

Toutes les régions où les sédiments sont pyriteux, qu'ils soient constitués par des schistes cristallins (*Loire-Inférieure*), par des schistes paléozoïques (*Bretagne*, *Pyrénées*, etc.) ou par des argiles, d'âge quelconque, crétacées (*Oise*, etc.), ou tertiaires (argile plastique des environs de Paris), par exemple, renferment souvent à leurs affleurements, en quantité parfois assez grande, de l'halotrichite sous forme de concrétions plus ou moins pures, mélangées avec de l'alunogène, de la mélantérite, de la copiapite, etc. Elles viennent se produire sur les surfaces exposées à l'air. L'halotrichite est beaucoup moins abondante en beaux échantillons que l'alunogène.

Je ne citerai comme exemple que le gisement suivant.

Ardenne. — *Ardennes*. L'halotrichite a été signalée par M. Harlay (*Bull. Soc. hist. nat. Charleville*. XII. 1905. 48) dans les schistes de Lairfour. Le même auteur a décrit dans le même recueil (XII. 1904. 51) un sulfate auquel il attribue la composition peu vraisemblable, SO^3 25,12 ; Al^2O^3 5,36 ; Fe^2O^3 21,37 ; H^2O 47,03 ; insol. 5,93 = 104,81. Les échantillons que m'a communiqués M. Bourguignon sont constitués par de l'halotrichite normale.

b) *Dans les filons métallifères.*

L'halotrichite se rencontre aussi dans ce genre de gisement. En voici un exemple.

Bretagne. — *Finistère*. Les mines de Huelgoat et de Poullaouen ont fourni des échantillons d'halotrichite particulièrement beaux ; ce sont de longues aiguilles de 4 ou 5 centimètres, fibreuses et des plus délicates, à éclat soyeux.

2° *Dans les fumerolles volcaniques.*

Les fumerolles résultant de l'oxydation de l'hydrogène sulfuré développent parfois de l'halotrichite aux dépens des roches volcaniques et particulièrement des roches basiques riches en fer. La collection du Muséum possède un échantillon formé dans ces con-

ditions, provenant de la *Guadeloupe* (La Soufrière ou l'Échelle, où j'ai moi-même observé ce minéral, mais en mauvais échantillons).

PICKÉRINGITE

$$Al^2Mg(SO^4)^4+22\ H^2O$$

Monoclinique.

Faciès. La pickéringite ne se trouve qu'en cristaux aciculaires, souvent réunis pour former des masses fibreuses. Rarement ce minéral constitue des masses plus cristallines.

Dureté. 1.

Densité. 1, 85.

Coloration et éclat. Blanche, jaune rosé. Transparente à translucide Éclat vitreux, soyeux dans les aiguilles.

Propriétés optiques. Les propriétés optiques sont très analogues à celles de l'halotrichite.

Saveur. Saveur astringente.

Composition chimique. La formule $Al^2Mg(SO^4)^4+22\ H^2O$ ou $MgO\ SO^4, Al^2O^3(SO^4)^3 + 22\ H^2O$ correspond à la composition *a*). Il existe souvent une petite quantité de fer.

L'analyse *b*), faite par Berthier (*A. M.* II. 477. 1837) sur une pickéringite d'Aix-les-Bains, renferme une proportion inaccoutumée de fer ; ce minéral est un terme intermédiaire entre la pickéringite proprement dite et l'halotrichite.

	a	*b*
SO^3	37,3	35,7
Al^2O^3	11,9	10,0
MgO	4,7	4,0
FeO	»	4,0
H^2O	46,1	46,3
	100,0	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et se comporte comme les aluns. Soluble dans l'eau ; la solution additionnée de chlorure d'ammonium, puis filtrée, donne avec le phosphate de sodium les réactions du magnésium.

Diagnostic. Voir à halotrichite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements de la pickéringite sont les mêmes[1] que ceux de l'alunogène et de l'halotrichite.

Alpes. — *Savoie*. Berthier a analysé en 1837 (analyse *b*) des fibres soyeuses, molles et flexibles comme l'amiante, jaunissant rapidement à l'air, qui ont été trouvées en 1837 à Aix-les-Bains aux griffons de la source dite du Sulfure. Ainsi que je viens de le faire remarquer, ce minéral constitue un terme de passage entre la pickéringite et l'halotrichite.

Algérie. — *Alger*. Des concrétions de pickéringite ont été rencontrées par Ville (*in* Delesse et de Lapparent. *Rev. géol.* XII, 200. 1876) sur des schistes graphiteux de Fondouk.

MÉTAVOLTITE

$$(K^2, Na^2, Fe)^5 \overset{III}{Fe}^6 S^{12} O^{50} + 18 H^2 O$$

Rhomboédrique ou hexagonale.

Formes et faciès. La métavoltite forme des agrégats de petites lamelles hexagonales, aplaties suivant a^1 (0001), groupées en rosettes.

Dureté. 2, 5.

Densité. 2, 53.

Coloration et éclat. Jaune de soufre à jaune brun. Éclat très vif, à aspect terne.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* (n_p).

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net avec :

n_g = jaune,
n_p = jaune verdâtre clair.

Composition chimique. La formule donnée plus haut correspond à peu près à la composition du minéral du gisement originel (Perse), renfermant 14,58 % d'eau.

Propriétés pyrognostiques. Difficilement attaquable par l'eau, avec dépôt d'un sulfate basique rougeâtre ; attaquable par l'acide chlorhydrique ; donne nettement les réactions du potassium.

1. L'epsomite des houillères incendiées de Montcel, décrite page 217, se trouve souvent dans les collections avec la désignation incorrecte de pickéringite, de même que des échantillons d'alunogène, mélangé d'epsomite, de diverses localités.

Diagnostic. Par sa forme hexagonale, la métavoltite se distingue de la copiapite ; par les réactions microchimiques du potassium, elle se différencie des autres sulfates basiques hexagonaux (apatélite, etc.) : elle se distingue de la jarosite par sa densité plus faible et son attaquabilité par l'eau.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La métavoltite paraît être assez fréquente parmi les produits d'altération des roches silicatées alumineuses et potassiques, soit sous l'influence des fumerolles volcaniques, soit sous celle des produits de décomposition des pyrites. Elle doit être recherchée dans tous les produits jaunes formés dans ces conditions ; un lavage rapide de ceux-ci à l'eau froide la fait apparaître, la métavoltite étant beaucoup moins soluble que tous les autres sulfates pouvant l'accompagner.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* J'ai rencontré la métavoltite à l'état isolé, sous forme de poussière cristalline, jaune, remplissant les intervalles de cristaux de quartz du filon de Maranas en Ambazac.

ROEMÉRITE

$$(Fe.OH)^2\,FeH^2\,(SO^4)^4 + 12\,H^2O$$

Triclinique ; $mt = 83°12'$

$b : c : h = 1000 : 1187,50 : 2077,74$ $D = 789,19$ $d = 764,10$

angle plan de $p = 91° 51'$
— $m = 110° 8'$
— $t = 73° 26'$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0,9682 : 1 : 2,6329 \text{ (Linck)} \\ zy = 116°2' \; zx = 94°41' \; xy = 80°8' \end{array}\right]$$

Formes observées. p ; (001) ; h^1 (100), g^1 (010), t (110), ^5g (320) ; $o^{8/5}$ (508), a^1 ($\bar{1}$01) ; i^1 (011), e^4 (0$\bar{1}$4), e^3 (0$\bar{1}$3), e^2 (0$\bar{1}$2), e^1 (0$\bar{1}$1).

	Angles calculés.		Angles calculés.
$^{*}h^1g^1$	81°17′	pi^1	131°22′
$^{5}gg^1$	140° 4′	$^{*}pg^1$	115°40′
$^{*}g^1t$	133° 2′	pe^1	86°12′
$po^{8/5}$	123°17′	pe^2	109°18′
$^{*}ph^1$	90°24′	pe^3	127°49′
$^{*}pa^1$	111°33′	pe^4	139°48′
pt	110°27′	h^1e^2	99°18′

Facies. La rœmérite se trouve uniquement sous forme de cristaux enchevêtrés à faciès monoclinique ; ils sont aplatis suivant p (001), quelquefois allongés suivant pg^1. Les formes dominantes sont d'ordinaire p, t, a^1, $o^{8/5}$, i^1.

Les faces de la zone $p\,g^1$ sont striées parallèlement à leur intersection mutuelle. Le minéral se présente aussi sous forme d'agrégats grenus très cristallins.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait ; cassure inégale.

Dureté. 3 à 3, 5. Fragile.

Densité. 2, 10, à 2,15 ; 2,15 (Muséum).

Coloration et éclat. Brun châtaigne à brun jaunâtre plus ou moins foncé. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. La bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) est inclinée d'environ 30° sur p ; à travers cette dernière face, on voit en lumière convergente l'image d'un axe optique sur le bord du champ ; la trace du plan des axes optiques y coupe l'angle obtus des arêtes $p\,h^1$ et pg^1.

$$2Ha = 57°45'$$

Pléochroïsme. Le minéral est nettement pléochroïque dans les teintes brunes avec $\mathbf{n}_m > \mathbf{n}_p = \mathbf{n}_g$.

Composition chimique. La formule $(Fe.OH)^2\,FeH^2\,(SO^4)^4 + 12\,H^2O$ ou Fe^2O^3, FeO, $4SO^3 + 14H^2O$ correspond à la composition *a*) ; *b*) analyse par M. Pisani de la rœmérite formée dans la collection du Muséum.

	a	*b*
SO^3	39,80	38,60
Fe^2O^3	19,90	16,90
Al^2O^3	»	3,20
FeO	8,95	9,18
Na^2O [+ $(AzH^4)^2O$].	»	1,62
H^2O	31,35	30,50
	100,00	100,00

Saveur. Saveur saline, un peu astringente.

Essais pyrognostiques. Facilement soluble dans l'eau en donnant une solution acide, d'où se précipite un sel basique sous l'action de la chaleur.

La solution donne les réactions du fer au maximum et au minimum.

Diagnostic. Parmi les sulfates solubles, la rœmérite ne pourrait être confondue qu'avec la *castanite* ; mais celle-ci est monoclinique ; avec les réactifs, elle ne donne que les réactions du fer au maximum (Fe^2O^3, $2SO^3 + 8H^2O$).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La rœmérite accompagne d'autres sulfates dans les produits d'altération de la pyrite de quelques gisements. Elle se forme parfois dans les collections.

Tels sont les cas que j'ai à signaler ici ; un échantillon de lignite pyriteux de l'argile plastique des environs de Paris (Issy), conservé depuis vingt ans dans la collection géologique du Muséum, s'est couvert d'une masse de cristaux enchevêtrés que M. Stanislas Meunier a bien voulu me remettre.

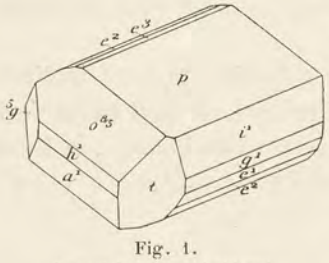


Fig. 1.
Rœmérite. Type habituel.

Ils possèdent toutes les propriétés énumérées plus haut ; ils se rapportent au type de la figure 1, que je donne ci-contre, d'après Linck. Ce sont ces cristaux, dont l'analyse est donnée en *b*. Ils n'ont que quelques millimètres et sont très enchevêtrés.

J'ai rencontré le même minéral sur un échantillon de stibine et de pyrite. Les cristaux sont plus petits et distribués à la surface de l'échantillon au lieu de former des croûtes pesant quelques grammes, comme dans le cas précédent.

La production de la rœmérite s'explique par les expériences de Scharizer, qui a obtenu ce minéral en maintenant à l'air humide un mélange en proportion convenable de sulfate ferreux et de sulfate ferrique acide ; la rœmérite ne se forme que lorsque la quantité d'eau est réduite au minimum, ce qui permet de comprendre pourquoi elle n'existe pas dans les environs des gisements de Paris, où abondent d'autres sulfates de fer.

BOTRYOGÈNE

$$(Mg,Fe)(FeOH)(SO^4)^2 + 7\,H^2O$$

Monoclinique : $mm = 119°30'$

$b : h = 1000 : 501,33 \quad D = 836,40 \quad d = 548,17$

Angle plan de $p = 113°31'$

— $m = 104°29'$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0,6554 : 1 : 0,5994 \text{ (Eakle)} \\ zx = 62°51' \end{array}\right]$$

Faciès. Le botryogène se présente en petits cristaux, souvent à peine distincts, peu allongés suivant la zone prismatique, dont les faces sont striées verticalement. Il forme le plus souvent des globules hérissés de groupements cristallins, des agrégats botroïdes, etc.

Clivages. Clivages, parfait suivant g^1 (010), distincts suivant m (110).

Dureté. 1,5 à 2.

Densité. 2,04 à 2,14.

Coloration et éclat. Rouge hyacinthe foncé, jaunâtre dans les variétés compactes. Poussière jaune d'ocre. Translucide.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010) ; bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) faisant avec l'axe vertical un angle de 12° dans l'angle aigu de ph^1. Dispersion $\rho < v$.

$\mathbf{n}_g = 1,572$ (Na) (Eakle)
$\mathbf{n}_m = 1,548$
$\mathbf{n}_p = 1,544$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,028$, d'où $2\,V = 40°54'$.

Pléochroïsme. Nettement pléochroïque dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g$ = rouge orangé foncé.
$\mathbf{n}_m$ = rouge pâle.
$\mathbf{n}_p$ = jaune vif.

Saveur. Saveur un peu astringente.

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la

formule $Mg(FeOH)(SO^4)^2 + 7\ H^2O$ ou $2\ MgO,\ Fe^2O^3,\ 4\ SO^3 + 15\ H^2O$ est donnée en *a*); cette composition est celle réalisée par le botryogène de Knoxville (Californie), qui a servi à déterminer les constantes physiques données plus haut. Plus souvent une partie du magnésium est remplacée par du fer, la composition *b*) correspond au cas où MgO : FeO = 1 : 1.

c) Analyse d'un minéral de Charbes [*Alsace*] rapporté au botryogène par M. Ungemach (*B. S. M.* XXIX. 270. 1906).

	a	*b*	*c*
SO^3	38,5	37,2	32,42
Fe^2O^3	19,3	18,5	26,64
Al^2O^3	»	»	2,73
FeO	»	8,3	»
MgO	9,6	4,6	6,18
H^2O	32,6	31,4	31,04
P^2O^5	»	»	0,11
	100,0	100,0	99,12

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau, en laissant un résidu rouge. Au chalumeau, devient magnétique. Attaquée par l'eau bouillante, avec résidu d'un sulfate basique à aspect ocreux.

Altérations. Par exposition à l'air humide, se couvre d'une poussière jaune.

Diagnostic. Parmi les sulfates solubles, le botryogène se distingue par sa couleur et ses formes.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le botryogène est un produit secondaire des gisements métallifères ou volcaniques renfermant de la pyrite.

Vosges. — [*Alsace*]. M. Ungemach a trouvé (*op. cit.*) dans les fentes des schistes avoisinant le filon méridional de la Mine en Charbes (Val de Villé), de petites aiguilles d'un minéral, qu'il attribue au botryogène ; leur couleur varie, suivant leur épaisseur, du jaune brun au brun rouge. Elles sont réunies en faisceaux et parfois terminées par une face plane, faisant avec l'axe vertical un angle de 124°. Ce minéral possède une densité de 1, 9 à 2,2 ; son analyse est donnée en *b*), elle conduit à des résultats assez éloignés de ceux du botryogène donnés plus haut et serait mieux représentée par la formule $3MgO,\ 4Fe^2O^3,\ 8SO^3 + 34H^2O$ proposée par cet auteur.

LETTSOMITE

(*CYANOTRICHITE*)

$$Al^2Cu^4SO^{10} + 8H^2O$$

Orthorhombique.

Faciès. La lettsomite se rencontre uniquement en tapis de petites aiguilles veloutées, parfois groupées en sphérolites peu cohérents.

Densité. 2,95.

Coloration et éclat. Bleu de ciel plus ou moins foncé. Poussière bleu clair. Transparente. Éclat nacré et velouté.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à l'allongement des aiguilles ; la bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) est perpendiculaire à l'une des faces de cette même zone. L'écartement des axes est grand. La dispersion $\rho < v$ est forte autour de la bissectrice aiguë.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense. J'ai observé dans les cristaux de la mine de la Garonne :

$\mathbf{n}_g$ = bleu d'azur foncé.
$\mathbf{n}_m$ = bleuâtre presque incolore.
$\mathbf{n}_p$ = bleu pâle.

Composition chimique. La formule $Al^2Cu^4SO^{10} + 8\ H^2O$ ou $4\ CuO, Al^2O^3, SO^3 + 8H^2O$, correspond à la composition donnée en *a*.

b) Analyse de la lettsomite de la mine de la Garonne par M. Pisani (*C. R.* LXXXVI. 1418. 1878)

	a	*b*
SO^3	12,4	12,10
Al^2O^3	15,9	11,21
Fe^2O^3	»	1,41
CuO	49,3	49,00
CaO	»	2,97
H^2O	22,4	22,50
	100,0	99,19

Essais pyrognostiques. Soluble dans les acides.

Diagnostic. La lettsomite est le seul sulfate bleu, se présentant en aiguilles, qui contienne de l'alumine (voir à aurichalcite).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Maures. — *Var*. La lettsomite est un minéral rare, connu seulement dans quelques gisements cuprifères.

Les plus beaux échantillons connus de ce minéral sont peut-être ceux qui ont été rencontrés jadis à la mine de la Garonne, où la lettsomite constitue de magnifiques tapis de longues aiguilles bleu de ciel, dans les fentes de grès cuprifères. Elle y est le plus souvent associée à la chessylite, à la malachite, à la chalcophyllite, à la tyrolite et plus rarement à l'adamite.

MOLYBDATES ET TUNGSTATES

MOLYBDATES ET TUNGSTATES[1] ANHYDRES

GROUPE DE LA SCHEELITE

Le groupe de la scheelite est constitué par les espèces suivantes, qui sont isomorphes. Elles cristallisent dans le système quadratique et sont parahémiédriques.

**Powellite*.....	$CaMoO^4$
Wulfénite.....	$PbMoO^4$
Scheelite.....	$CaWO^4$
**Cuproscheelite*.	$(Ca,Cu)WO^4$
**Stolzite*.....	$PbWO^4$

La wulfénite et la scheelite seules ont été rencontrées dans des gisements français.

WULFÉNITE

$PbMoO^4$

Quadratique ; parahémiédrique.

$b : h = 1000 : 1114{,}718$ (Dx) $D = 707{,}107$

$[a : c = 1 : 1{,}57645.]$

Formes observées. p (001) ; m (110), h^4 (100), $_{1/2}h^5$ [π (320)] ; $_{1/2}$ h^{11}

1. La recherche qualitative de l'acide tungstique, et de l'acide molybdique peut se faire facilement en fondant le minéral dans un peu de carbonate de sodium et en plaçant un fragment du produit de la fusion dans un verre de montre, qui renferme quelques milligrammes d'hydroquinone, de morphine ou de naphtol, dissous dans l'acide sulfurique ; on observe les colorations prises par la solution : celles qui sont écrites en italiques dans le tableau de la page 9 du tome III, sont caractéristiques.

$[\pi\ (650)]$; a^{12} (1.0.12), a^3 (103), $a^{5/2}$ (205), a^2 (102), $a^{11/5}$ (5.0.11), $a^{3/2}$ (203), a^1 (101); b^8 (1.1.16), b^4 (118), $b^{3/2}$ (113), $b^{1/2}$ (111); $_{1/2}t = (b^{1/2}\ b^{1/16}\ h^{1/7})\ [\pi\ (977)]$;

Macles. Groupements par pénétration parallèles à h^1 (100), comme dans la scheelite.

Les angles suivants ont été mesurés par M. Cesàro (C) sur des cristaux d'Algérie ou par moi-même (Lx) sur ceux du Congo et du Beaujolais.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$m\,m$	90°	
mh^1	135°	
mh^5	168°41′	
$m\ h^{11}$	174°48′	
pa^{12}	172°31′	
$a^{12}a^{12}$	14°38′	
pa^3	152°17′	
a^3a^3 s. h^1	55°26′	
$pa^{5/2}$	147°66′	147°46′ (Lx)
$a^{5/2}\ a^{5/2}$	64°23′	64°28′ (Lx)
$pa^{11/5}$	144°22′	143°42′ (Lx)
$a^{11/5}a^{11/5}$	71°11′	72°22′ (Lx)
pa^2	141°45′	
a^2a^2 s. h^1	76°30′	76°28′ (Lx)
$pa^{3/2}$	133°35′	
$a^{3/2}\ a^{3/2}$ s. h^1	92°31′	93° 0′ (Lx)
pa^1	122°23′	122°28′ (Lx)
a^1a^1 s. h^1	115°14′	115°19′ (Lx)
$a^1\ a^{3/2}$	168°48′	
a^1a^2	160°38′	
$a^{12}a^{12}$ adj.	169°26′	
a^3a^3	141°35′30″	
$a^{5/2}\ a^{5/2}$	135°41′	
a^2a^2	128° 5′	
$a^{3/2}\ a^{3/2}$	118°22′	118°18′ (Lx)
a^1a^1	106°40′	
pb^8	172° 4′	
b^8b^8 s. m.	15°52′	
pb^4	164°26′	
b^4b^4	31° 8′	
$pb^{3/2}$	143°23′	
$b^{3/2}b^{3/2}$	73°14′	
$pb^{1/2}$	114°9′30″	114°12′ (C)
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. m.	131°41′	131°44′ (C) 28′ (Lx)
$b^{1/2}b^{3/2}$	150°46′30″	150°56′ (C)
b^8b^8 adj.	168°48′	
$b^4\ b^4$	158° 7′	
$h^1b^{3/2}$	114°57′	
$b^{3/2}b^{3/2}$ s. a^3	130° 6′	
$h^1\ b^{1/2}$	130°11′	
$tb^{1/2}$	172°50′	172°45′ (C)
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. a^1	99°38′30″	99°41′ (C)
$b^{1/2}\ a^1$	139°49′	
h^1a^1	90°	
$h^5\ b^{1/2}$ adj.	153°28′	

Formes des cristaux. La wulfénite se présente le plus souvent en cristaux distincts appartenant à différents types.

Type I. Tables à section carrée, dont la base est accompagnée ou remplacée par des deuteroctaèdres très surbaissés, tels que a^{12} (1.0.12) (fig. 5).

Type II. Octaèdres a^x (fig. 12), le plus généralement accompagnés d'une base, parallèlement à laquelle les cristaux sont fréquemment aplatis (fig. 2, 3, 6).

Type III. Contrairement au type précédent, la zone verticale est

très développée ; ou bien les cristaux sont basés (type III *a*) et quelquefois réduits à *p m*, ils ressemblent alors à des cubes par suite de leur égal développement suivant les axes *a* et *c*, ou bien (type III *b*), ils sont terminés par des protopyramides et en particulier par $b^{1/2}$ (111), (fig. 7).

C'est dans les cristaux des deux derniers types que la parahémiédrie est parfois visible, grâce à l'existence d'hémiprismes octogonaux (fig. 1 et 8) ou d'hémidioctaèdres (fig. 9). La base est quelquefois striée parallèlement aux arêtes $p\,b^{1/2}$; elle est le plus souvent ondulée, de même que *m* et h^1.

La wulfénite se trouve aussi en masses grenues plus ou moins finement cristallines.

Clivages. Clivages nets suivant $b^{1/2}$ (111), mais interrompus ; très difficiles suivant *p* (001) et $b^{3/2}$ (113). Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 2, 5 à 3. Très fragile.

Densité. 6, 7 à 7.

Coloration et éclat. La couleur la plus habituelle est le jaune de cire ou le jaune de miel passant souvent à l'orangé ; il existe aussi des variétés incolores, grises, jaunes, vertes, enfin orangées ou d'un rouge vif : la coloration varie parfois d'une façon régulière ; elle met en évidence des variations de forme au cours de la cristallisation. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Éclat adamantin ou résineux très éclatant.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$).

Les lames *p* (001) montrent parfois des anomalies du type fréquent parmi les minéraux quadratiques : division en quatre secteurs biaxes, (A. de Gramont. *B. S. M.* XVI. 128. 1893).

$$\mathbf{n}_g = 2.402 \text{ (rouge Dx)}$$
$$\mathbf{n}_p = 2.304$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0.098$$

Pléochroïsme. Il existe un pléochroïsme net dans tous les cristaux colorés ; il a lieu généralement dans les teintes jaunes, avec maximum d'absorption suivant $\mathbf{n}_g$.

Composition chimique. La formule $PbMoO^4$ correspond à la composition suivante :

MoO^3. . . .	39.3
PbO.	60.7
	100.0

La wulfénite est généralement très pure ; elle contient seulement parfois un peu de calcium. Des traces de chrome ont été trouvées dans quelques wulfénites rouges, mais celles-ci paraissent en général devoir leur couleur à une autre cause (fer). Quelques wulfénites contiennent du vanadium.

Propriétés pyrognostiques. Au chalumeau, décrépite vivement, prend une couleur plus foncée, qui s'atténue par refroidissement, puis fond facilement. Sur le charbon, avec du carbonate de sodium, elle est réduite en un globule de plomb ; avec le sel de phosphore, elle donne une perle d'un vert jaune au feu oxydant et d'un vert foncé au feu réducteur (molybdène).

Attaquée par l'acide chlorhydrique, avec dépôt de chlorure de plomb et d'acide molybdique. Le résidu humecté d'eau et mélangé avec du zinc métallique prend une coloration d'un bleu foncé, *qui ne disparaît pas par addition d'eau.* Voir la note de la page 267.

Diagnostic. La forme de la wulfénite permet aisément de la distinguer de la pyromorphite, qui l'accompagne si souvent et qui possède fréquemment alors la même couleur ; les réactions pyrognostiques avec le sel de phosphore (perle bleue au feu réducteur) différencient nettement la stolzite de la wulfénite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La wulfénite est un minéral du chapeau d'oxydation des filons de galène et d'une façon générale de tous les gisements métallifères contenant ce minéral ; dans les gisements français, elle s'y présente en petits cristaux, parfois très nets, associés à la pyromorphite, la cérusite.

Plateau Central. — *Creuse.* La wulfénite en petites lames quadratiques a été trouvée avec pyromorphite aux affleurements du filon de scheelite, cassitérite et bismuthinite de Meymac (cristaux jaune pâle).

Rhône. La wulfénite a été tout d'abord signalée dans le Beaujolais par Fournet (*Ann. soc. agric. Lyon*, 1845) ; je l'ai moi-même rencontrée sur les haldes (*B. S. M.* VI. 80. 1883) de toutes les anciennes mines de la région de Chenelette et en particulier à la Douze, à Propières en Poule, à Montchonay en les Ardillats. (J'ai indiqué autrefois les échantillons de cette dernière mine comme se trouvant à Monsols, qui est la commune limitrophe.) Elle s'y présente soit seule dans

les cavités du quartz, soit associée à la pyromorphite et alors généralement postérieure à ce minéral.

Je l'ai rencontrée sous trois aspects différents. Parfois (Propières, Montchonay), elle constitue de petits parallélipipèdes, formés par la base et un prisme, qui semble être m. Les arêtes basiques sont souvent courbes par suite de l'existence d'un prisme hémièdre voisin de m [probablement $h^{11}(650)^1$] (fig. 1)] que je n'ai pu déterminer exactement à cause de l'arrondissement de ses faces, qui sont en outre ternes. Ces cristaux, pouvant atteindre 4 mm., sont bruns ou d'un jaune rouge, ils sont opaques ; tantôt aplatis ou allongés suivant l'axe vertical et tantôt isométriques ; dans ce dernier cas, ils ressemblent à des cubes à faces bombées. Ces cristaux sont implantés sur de la pyromorphite verdâtre ou brune.

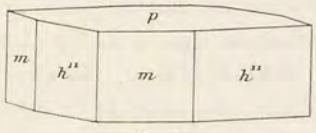
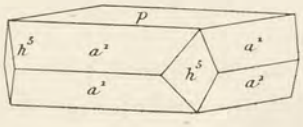


Fig. 1.
Wulfénite de Montchonay.

Les meilleurs cristaux sont aplatis suivant la base ; ils présentent deux combinaisons $p\,a^1{}_{1/2}h^5$ (fig. 2) et $a^{5/2}$ (205) $b^{1/2}$ (fig. 3). Les



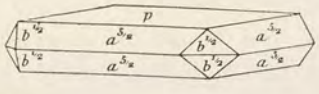


Fig. 2 et 3.
Wulfénite de Chenelette.

faces $b^{1/2}$ sont très brillantes, alors que les autres sont ternes ou peu réfléchissantes. Ces cristaux, d'un jaune rougeâtre, ont en moyenne de 2 à 4 mm. et sont en grand nombre implantés sur du quartz, avec un peu de psilomélane (Montchonay, Chenelette).

Enfin, il existe aussi des lames très aplaties suivant la base, tantôt rougeâtres, existant seules sur le quartz (La Douze), tantôt d'un beau jaune d'or et alors implantées sur de la pyromorphite de même couleur ; elles sont parfois bordées de pyramides très obtuses a^{12}(1.0.12), avec b^4(118) ou b^8 (1.1.16.) (fig. 4).

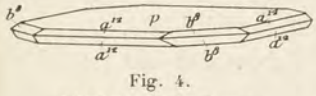


Fig. 4.
Wulfénite de La Douze.

Enfin, j'ai observé de très petits cristaux jaunes, accompagnant à Chenelette la pyromorphite et la cérusite ; ils sont aplatis suivant p et présentent en outre de la base une pyramide, dont l'angle sur p est de

107°48′ et l'angle avec p de 143°32′ ; ces angles correspondent assez bien à ceux de $b^{3/2}$ (113), mais tous les autres cristaux du même gisement présentant comme formes dominantes une pyramide a^x, il me paraît vraisemblable qu'il en est de même pour ceux-ci, dont la pyramide devrait être considérée comme nouvelle, $a^{11/5}$ (5.0.11). J'ai rencontré aussi (Chenelette) la pyromorphite et la wulfénite directement implantées sur la galène. La couleur rougeâtre de la wulfénite du Beaujolais est due à du fer et non à du chrome.

Puy-de-Dôme. Bouillet a signalé (*Top. minér.*, 1829. 177) la wulfénite à la mine de Roure à Pontgibaud.

Haute-Vienne. La wulfénite a été signalée dans le filon de wolfram de Puy-les-Vignes, près Saint-Léonard.

Saône-et-Loire. J'ai rencontré de très petits cristaux de wulfénite à la surface de cristaux et de masses mamelonnées de la pyromorphite



Fig. 5.
Wulfénite. Forme commune.

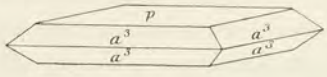


Fig. 6.
Wulfénite du Bois-Clair.

d'Arleuf, qui m'ont été communiqués par M. Marlot : ce sont de petites lames du type I, avec a^{12} (1.0.12) (fig. 5) accompagné parfois de p.

J'ai trouvé le même minéral, avec les mêmes associations, dans des échantillons recueillis dans un filon de galène, rencontré par les travaux du tunnel du Bois-Clair près de Cluny. Les cristaux de wulfénite sont implantés sur ceux de pyromorphite : ils présentent la combinaison a^3 (103) p (fig. 6).

Alpes. — *Isère.* La wulfénite est l'un des minéraux rares signalés autrefois au pied de la montagne des Chalanches près de la cascade du Bâton, elle y formait de petits cristaux jaunes ou gris très nets sur une amphibolite ; ils étaient implantés sur de l'épidote.

Savoie. Les anciennes mines de Macot en Tarentaise ont fourni de petits cristaux rouge vif de wulfénite.

Algérie. — *Constantine.* Je dois à M. Cesàro la communication de l'étude inédite de cristaux de wulfénite, provenant de Sidi Rouman, mine située à 13 km. de Tébessa. Ils ne dépassent pas 2 mm. ; ils sont implantés avec cérusite dans les cavités de mimé-

tite verte. Ils sont d'un jaune de miel et appartiennent au type III. Les uns, réduits à m $b^{1/2}$, sont allongés suivant l'axe vertical (fig. 7), avec parfois de petites facettes $b^{3/2}$ (113), souvent p, $_1/_2h^5$ [π (320)] (fig. 8). D'autres ne présentent que les faces p et m et ont un

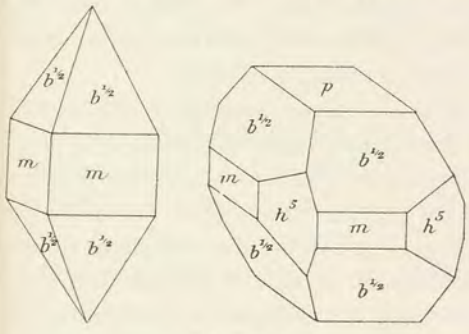


Fig. 7 et 8.
Wulfénite de Sidi Rouman
(Type III).

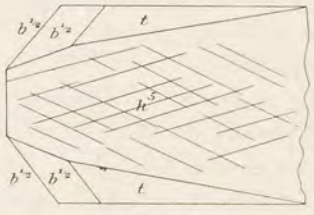


Fig. 9.
Wulfénite de Sidi Rouman
(Projection sur m).

aspect cubique ou sont aplatis suivant la base, qui porte des figures de corrosion rectangulaires, dont les côtés sont parallèles à l'arête $p\,h^1$; il existe parfois aussi de petits biseaux $b^{1/2}$ et des traces de $_1/_2h^5$. Enfin, une dernière catégorie de cristaux est caractérisée par la prédominance de $_1/_2h^5$, avec une pyramide $_1/_2\,s$ indéterminable et de petites facettes brillantes de l'hémipyramide nouvelle $_1/_2\,t$ [π (977)] (fig. 9).



Fig. 10.
Cristal de wulfénite de Mindouli implanté sur calcaire et couvert de cristaux de dioptase. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Congo. — Les mines de cuivre de la région de Mindouli renferment des cristaux de wulfénite, dont quelques-uns sont parmi les plus beaux échantillons de ce minéral que j'ai eu l'occasion de voir. J'ai pu les étudier tout d'abord (*B. S. M.* XXXI. 257. 1908) grâce à l'obli-

geance de M. Lucas : depuis lors, M. de Romeu m'en a rapporté de nouveaux cristaux.

A Mindouli même, les cristaux de la combinaison $p\ a^1$, incolores ou gris, atteignent 2 cm. 5 de côté ; ils sont implantés sur la dioptase et recouverts de cristaux du même minéral (fig. 10). Dans tous les échantillons que j'ai vus, une même géode ne renferme qu'un seul cristal : la gangue est constituée par un calcaire siliceux.

Dans la recherche de Tchicoumba, le même minéral a été trouvé en cristaux presque aussi gros, dans une gangue différente : ils sont implantés au milieu de géodes uniquement quartzeuses, creusées dans une roche essentiellement constituée par du quartz et de la willémite et parfois de la cérusite. Là encore, il n'existe généralement qu'un gros cristal par géode, parfois seulement associé à un peu de pyromorphite. La couleur des cristaux rappelle celle de la wulfénite du Comté de Yuma, mais avec une teinte très nettement orangée. Quelques

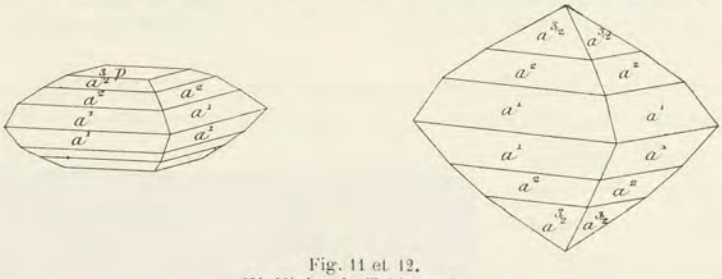


Fig. 11 et 12.
Wulfénite de Tchicoumba.

cristaux sont formés par la combinaison $p\ a^1$, avec aplatissement suivant p. D'autres ne présentent pas de base ou ne la portent que sous forme de petites facettes ; ils sont constitués (fig. 11 et 12) par a^2 (102), $a^{3/2}$ (203), a^4 (101), avec probablement le prisme nouveau $_1/_2\ h^{13}\ [\pi\ (760)]$ ($a^1\ h^{13}$ calc. $= 129°53'$, obs. $129°10'$). Un beau cristal, que je n'ai pu isoler de sa gangue, présente en outre plusieurs hémipyramides, qui, par suite, n'ont pu être déterminées.

Des cristaux identiques se trouvent à Kinguembo, Koumbakoa, Nzombo, Pimbi, dans les mêmes conditions qu'à Tchicoumba : ces divers gisements sont situés à l'Ouest de Mindouli. A Pimbi, les cristaux se trouvent, comme à Tchicoumba, dans les druses quartzeuses d'une gangue formée de quartz, de willémite et de cérusite ; ils sont quelquefois englobés dans cette roche au milieu de laquelle ils jouent le rôle de phénocristaux : j'ai examiné des cristaux groupés, associés à de la planchéite.

SCHEELITE

$CaWO^4$

Quadratique, parahémiédrique.

$$b : h = 1000 : 1365{,}4 \text{ (Dx)}^1 \quad D = 707{,}107$$
$$[a : c = 1 : 1{,}5338]$$

Formes observées. p (001) ; a^1 (101) ; $b^{1/2}$ (111) ; $\gamma = {}_{1/2}(b^1 b^{1/3} h^{1/2})$ [π(212)] ; $z = {}_{1/2}(b^{1/2} b^{1/4} h^{1/3})$ [π(313)] ; $s = {}_{1/2}(b^{1/2} b^{1/4} h^1)$ [π(311)] ; $y = {}_{1/2}(b^{1/14} b^{1/16} h^{1/13})$ [π(15.1.13)] ;

Macles. Macle suivant h^1 (100), très fréquente dans certains gisements, se produisant soit par contact, soit par pénétration.

Les angles suivants ont été mesurés sur les cristaux de Framont par Des Cloizeaux (Dx), par Ch. Friedel (F), ou par moi-même (Lx).

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
pa^1	123°6′30″		$a^1\,a^1$ s. b	107°22′	
$a^1\,a^1$ s. p	66°13′	66°13′ (F)	$b^{1/2}\,b^{1/2}$	100° 6′	100° 4′ (Lx)
$pb^{1/2}$	114°14′		$b^{1/2}\,\gamma$	162°46′	162° 8′ (Lx)
$b^{1/2}\,b^{1/2}$ s. p	49°31′	49°32′ (Dx)	$b^{1/2}\,z$ adj.	155°39′	155°40′ (Dx)
$p\gamma$	120°15′		$b^{1/2}\,a^1$	140° 3′	140° 3′ (Dx)
$\gamma\gamma$	119°30′		$b^{1/2}\,s$ adj.	151°39′	151°35′ (Lx)
pz	121°45′		$a^1\,z$ adj.	164°24′	164°21′ (Dx)
ps	101°39′		$a^1\,\gamma$	157°17′	157°12′ (Lx)
zz	116°31′		$a^1\,s$ s. $b^{1/2}$	111°42′	111°43′ (Lx)
ss	156°42′	156°41′ (Dx)	$a^1\,y$ adj.	175° 5′	175° 0′ (F)
py	119°25′		$a^1\,s$ adj.	152°42′	152°46′ (F)
yy	121°10′				

Facies des cristaux. Les cristaux de scheelite appartiennent à deux types.

Type I. Ce type est caractérisé par la prédominance de l'octaèdre a^1 (101) (fig. 5 et 6).

1. Ces paramètres sont déduits de l'angle fondamental de Des Cloizeaux, mais je n'ai pas adopté son orientation, parce qu'elle ne met pas en évidence l'isomorphisme de la scheelite et de la wulfénite. Voici la correspondance :

		Dx			Dx
$b^{1/2}$(111)	=	a^1 (101)	γ (15.1.13)	=	y ($b^1\,b^{1/15}\,h^{1/13}$) (8.7.13)
a^1 (101)	=	b^1 (112)	s (311)	=	a_3 (211)
z (313)	=	$a_{1/3}$ (213)	γ (212)	=	$a_{1/2}$ (314)

Type II. La forme dominante est $b^{1/2}$ (111) (fig. 1 à 5).

Il existe des termes de passage entre ces deux types.

Type III. Ce type, beaucoup plus rare et qui ne se rencontre pas dans les gisements français, correspond au type II de la wulfénite. Il est caractérisé par le grand aplatissement des cristaux parallèlement à p (001).

Les faces p sont souvent raboteuses, les faces a^1 striées parallèlement à leur intersection avec $b^{1/2}$.

La scheelite se trouve aussi en masses grenues ou compactes.

Clivages. Clivages, distincts suivant $b^{1/2}$ (111), interrompus suivant a^1 (101) ; traces suivant p (001). Cassure inégale.

Dureté. 4,5 à 5. Fragile.

Densité. 5,9 à 6,1. 6,05 (Framont et Saint-Lary).

Coloration et éclat. Blanche, blanc jaune, jaune de diverses nuances, brun vert à rouge, orangée. Poussière blanche.

Éclat vitreux inclinant à l'adamantin, surtout dans la cassure.

Propriétés optiques. Uniaxe *positive* ($\mathbf{n}_g$).

$$\mathbf{n}_g = 1{,}934 \text{ Dx (rouge)}$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}918$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}016$$

Composition chimique. La formule $CaWO^4$ correspond à la composition *a*.

Analyses de la scheelite :

b) de Framont, par Delesse (*in* Carrière. *B.S.G.* X. 15. 1853).

c) de Saint-Lary, par M. Jannettaz (*B. S. M.* IX. 39. 1886).

d) et *f*) de Meymac, par M. Ad. Carnot (*C. R.* LXXIX. 737. 1874).

	a	*b*	*c*	*d*	*f*
WO^3	80,6	80,35	80,6	74,50	74,20
CaO	19,4	19,40	19,4	18,70	18,84
FeO	»	»	»	1,05	1,51
MnO	»	»	»	0,30	0,35
Ta^2O^5	»	»	»	»	0,40
Quartz	»	»	»	5,20	4,24
	100,0	99,75	100,0	99,75	99,54

M. Traube a montré qu'il existe souvent dans la scheelite une quantité plus ou moins considérable de molybdène, remplaçant une proportion équivalente de tungstène, ce qui explique probablement les varia-

tions angulaires des cristaux de scheelite de localités différentes : les variétés de couleur claire sont celles qui renferment le moins de molybdène : les cristaux d'une même localité en contiennent en proportion inégale.

M. Arsandaux a fait, dans mon laboratoire, des essais qualitatifs sur la scheelite des gisements décrits plus loin : la réaction du molybdène fournie par la scheelite de Framont est très nette, alors que des résultats négatifs ont été obtenus avec celle des autres gisements.

Essais pyrognostiques. Difficilement fusible en un verre translucide. Se dissout dans le borax en une perle transparente qui, par refroidissement, devient blanche, opaque et cristalline. Avec le sel de phosphore, donne au feu oxydant un verre incolore qui, au feu réducteur, est vert à chaud et bleu à froid.

Soluble dans les acides azotique et chlorhydrique, en laissant un résidu jaune d'acide tungstique ; soluble dans l'ammoniaque.

La recherche qualitative du molybdène peut être faite de la façon suivante : le produit de la fusion de la scheelite dans le carbonate de sodium est dissous dans l'acide chlorhydrique ; l'hydrogène sulfuré précipite dans la solution légèrement acide le molybdène, qui peut être mis en évidence, soit par la perle du borax, soit par la réaction colorée indiquée en note, page 267.

Altérations. La scheelite présente des transformations en ferbérite, résultant probablement de l'action des produits de décomposition de sulfures métalliques ; la *reinite* n'est qu'une pseudomorphose de ce genre. La scheelite de Meymac présente des altérations en *meymacite*.

Diagnostic. La grande densité et l'éclat gras, les clivages difficiles constituent, en l'absence de formes géométriques (caractéristiques quand elles existent), un des caractères saillants de la scheelite. L'action des acides (résidu jaune de WO^3) rend son diagnostic facile.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La scheelite est surtout un minéral des filons stannifères ; on la trouve cependant dans d'autres gisements : je l'étudierai successivement dans les conditions suivantes :

1° dans les pegmatites,
2° dans les filons wolframifères et stannifères,

3° dans des filons spéciaux,
4° dans les filons ferrifères,
5° dans les fentes de diverses roches.

1° *Dans les pegmatites.*

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. J'ai décrit récemment (*B. S. M.* XXXI. 349. 1908), un très intéressant gisement de scheelite. Les échantillons étudiés ont été trouvés à Dinan, dans le fonçage d'un puits, à 400 mètres environ en dehors de la porte Saint-Denis (côté Ouest de la rue Beaumanoir). La scheelite forme de petites masses grises, veinées de noir, dans des parties pegmatoïdes du granite ; elle est en partie épigénisée par de la ferbérite, un peu manganésifère, finement grenue.

2° *Dans les filons wolframifères et stannifères.*

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. La scheelite jaune d'or se trouve en petites masses cristallines, associée au wolfram de Montbelleux en Luitré ; elle paraît rare dans ce gisement.

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. La scheelite, associée à du wolfram, a été trouvée en petite quantité à Puy-les-Vignes près Saint-Léonard sous forme d'octaèdres $b^{1/2}$ (111) (fig. 1), jaune clair. Je dois à M. Besnard du Temple un cristal de scheelite (fig. 1), mesurant 4 cm. 5, entièrement transformée en *ferbérite* (voir page 283).

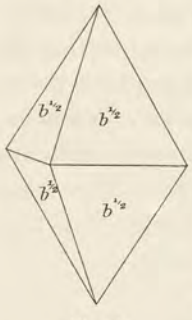


Fig. 1.
Scheelite. Type II.

On l'a rencontrée aussi en cristaux presque incolores, associés à des cubes de fluorine, sur la route de Pompadour à Magnac ; elle accompagne le wolfram à Mandelesse en Panazol, près de Limoges, à Népoulas (route de Paris).

Creuse. Elle se trouve dans les mêmes conditions au nord de Bourganeuf.

Corrèze. J'ai donné plus haut l'analyse de la scheelite qui, à Meymac, constitue l'une des gangues des minerais de bismuth. Elle forme des masses compactes ou clivables, généralement colorées en brunâtre ou en jaune par des imprégnations ferrugineuses. Cette scheelite est surtout remarquable par l'acide tantalique qu'elle renferme et par sa décomposition fréquente en *meymacite*, qui l'épigénise progressivement.

Dans ce même gisement, j'ai pu extraire quelques fragments d'octaèdres d'un blond clair, engagés dans la pyrite.

3° *Dans des filons spéciaux.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* MM. Jannettaz et Goguel ont publié (*B. S. M.* IX. 39. 1886) l'analyse d'une scheelite massive venant de Saint-Lary ; le gisement exact se trouve sur le chemin d'Aragnouet, au quartier de Caneilles, entre la route et le gave. Le minéral, quand il est pur, est gris, mais le plus généralement, il est teinté en jaune par de la limonite ; sa gangue est calcaire.

Nouvelle-Calédonie. — La scheelite en masses cristallines opaques, d'un blanc laiteux, constitue de petites poches au milieu d'un filon de datholite compacte ou lamellaire, qui paraît traverser une porphyrite très altérée de la vallée de Méa, près de Kouaoua.

4° *Dans les filons ferrifères.*

Vosges. — [*Alsace*]. Les cristaux de scheelite de l'ancienne mine d'hématite de Framont sont parmi les plus beaux connus dans cette espèce : ils constituent l'un des plus rares et des plus intéressants minéraux de ce remarquable gisement. Ils ont été brièvement décrits ou cités par Carrière (*B. S. G.* X. 15. 1853), puis par Kenngott (*Uebers. miner. Forschung.* 1859. 34), par Max Bauer (*Jahr. Ver. Würtemb.* 1871.191) et enfin par Des Cloizeaux (*op. cit.* II. 260). J'ai examiné un assez grand nombre de ces cristaux et j'y ai rencontré quelques particularités nouvelles : les échantillons étudiés proviennent tous du Dr Carrière, les uns étaient dans sa collection récemment dispersée, les autres, contenus dans celle de Daubrée, ont été donnés par ce savant au Muséum.

Ils se rapportent à deux types ; ceux qui ont été antérieurement décrits atteignent 2 cm. 5. Bruns, à faces très éclatantes, ils sont translucides ou opaques et implantés sur une gangue quartzeuse et pyriteuse ; ils sont souvent recouverts par des cubes transparents de fluorine d'un bleu verdâtre, avec ou sans chalcopyrite.

Ces cristaux appartiennent au type II ; les combinaisons sont assez variées : $b^{1/2}$ (fig. 1) ; $b^{1/2}\ a^1$ (fig. 2) ; $b^{1/2}\ a^1$ avec de petites facettes linéaires $_{1/2}\ z$ [313] entre a^1 et $b^{1/2}$ et enfin $_{1/2}\ s$, qui est toujours plus développé que les formes hémièdres précédentes. Enfin, il faut signaler $_{1/2}\ y$, observé par Ch. Friedel et qui est de même sens que s (fig. 3), d'après des Cloizeaux ; (par suite d'une erreur de gravure, les faces z ont été marquées ζ sur cette figure).

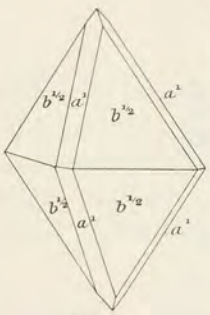


Fig. 2.
Scheelite de Framont
(Type II).

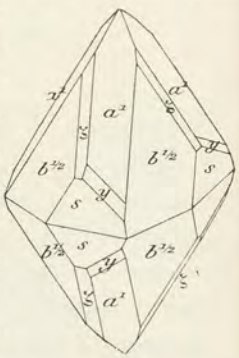


Fig. 3.
Scheelite de Framont
(Type II).

Ainsi que l'ont fait déjà remarquer Kenngott et M. Max Bauer, ces cristaux sont presque toujours groupés, soit par accolement, soit par pénétration incomplète, soit enfin par pénétration parfaite, qui donne un édifice fermé, dont la complexité n'apparaît que lorsqu'il existe des faces hémièdres.

Il faut distinguer les simples groupements à axes parallèles, dans lesquels les faces hémièdres des individus constituants ont la même orientation, des véritables macles, avec rotation de 90° autour de l'axe quaternaire. La fig. 4 représente un cristal riche en faces et la figure 5 sa position après ce retournement. J'ai observé toutes les modalités possibles d'accolement et d'interpénétration réguliers de ces deux orientations : quand les faces a^1 portent des stries parallèles à l'arête $a^1\ s$, ces groupements sont faciles à étudier : les deux faces $_{1/2}\ s$ de deux cristaux en contact sont tantôt orientées de façon à donner au groupement un aspect holoèdre, elle forment alors des angles saillants, et tantôt de façon à former des angles rentrants.

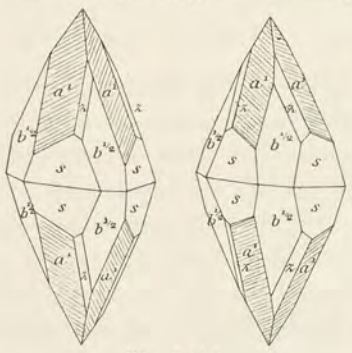


Fig. 4 et 5.
Scheelite de Framont. La fig. 5 représente le cristal de la fig. 4 après une rotation de 90° autour de l'axe vertical.

A côté de ces cristaux, j'en ai rencontré d'autres, qui ne semblent pas avoir été décrits jusqu'à présent ; ils ne dépassent guère 2 mm., leur couleur est le jaune paille ; ils sont implantés dans

les cavités d'un quartz pyriteux et reposent quelquefois sur une halloysite mamelonnée.

Ces cristaux du type I sont fréquemment dépourvus de tout groupement : c'est surtout le cas pour la combinaison a^1 $b^{1/2}$, dans laquelle, à l'inverse des cristaux précédemment étudiés, c'est a^1 qui est la forme dominante (fig. 6) ; dans d'autres échantillons, les cristaux présentent la combinaison a^1 $b^{1/2}$ $_{1/2}$ γ (212) $_{1/2}$ s (311) ; contrairement à ce qui a lieu pour les cristaux du type précédent, toutes les hémipyramides sont en zone (fig. 7) ; c'est sur ces petits cristaux que j'ai pris les mesures données plus haut. Les géodes de ces cristaux supportent de petites lames hexagonales incolores ou rouges de *francolite*.

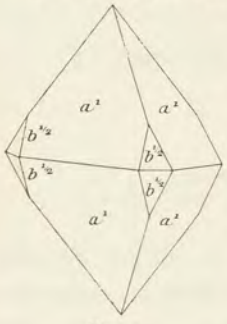


Fig. 6.
Scheelite de Framont
(Type I).

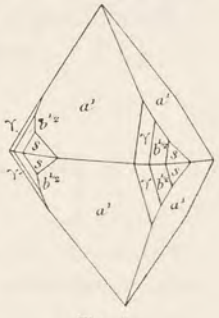


Fig. 7.
Scheelite de Framont
(Type I).

5° *Dans les fentes de roches diverses.*

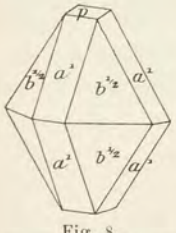


Fig. 8.
Scheelite de l'Oisans.

Alpes. — *Isère*. De Bournon a décrit (*J. M.* XIII. 161.1802) un cristal de scheelite, atteignant 2 cm. 5 de longueur, qui fut trouvé en 1788 dans le gisement d'anatase et de crichtonite du Puy près Saint-Christophe. Il présentait les formes (fig. 8) $b^{1/2}$ (111), a^1 (101) et p (001). Il avait un aspect fibreux (inclusions d'asbeste) ; sa densité était de 5.94. Depuis lors, ce minéral n'a plus été retrouvé dans l'Oisans.

GROUPE DU WOLFRAM

Le groupe du wolfram comprend les trois minéraux suivants, qui sont monocliniques et isomorphes.

Ferbérite.....	$FeWO^4$
Wolfram.....	$(Fe, Mn)WO^4$
Hübnérite.....	$MnWO^4$

FERBÉRITE

$FeWO^4$

Monoclinique : $mm = 101°7'$

$b : h = 1000 : 653{,}41$ $\quad D = 772{,}17$ $\quad d = 635{,}41.$

Angle plan de $p = 101°\ 6'$

— $\quad m = 90°24'$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}8229 : 1 : 0{,}8462 \text{ (Groth).} \\ z\ x = 89°22' \end{array}\right]$$

Formes et facies. Les paramètres donnés ci-dessus ont été déduits de mesures faites sur des cristaux artificiels ; la ferbérite naturelle constitue des agrégats de cristaux, trop petits pour permettre des mesures ; ils ont l'aspect de ceux du wolfram.

Dureté. 4 à 4, 5.

Densité. 6, 9 à 7, 1.

Coloration et éclat. Comme le wolfram, mais opaque.

Composition chimique. La composition théorique est donnée en *a* : l'analyse *b*) a été faite par M. Nicolardot sur la ferbérite de Puy-les-Vignes, déduction faite d'une petite quantité de SiO^2 et de SnO^2, considérée comme impuretés. Comme la ferbérite du gisement originel, elle renferme un excès de fer sur la théorie.

	a	*b*
WO^3.....	76,3	72,24
FeO.....	23,7	27,19
MnO.....	»	0,57
	100,0	100,00

Essais pyrognostiques et diagnostic. Comme pour le wolfram, mais avec les réactions du manganèse faibles ou nulles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* J'ai rencontré la ferbérite, analysée plus haut, dans des échantillons provenant de Puy-les-Vignes et de Vaulry, que je dois à M. Besnard du Temple ; elle constitue des masses miarolitiques, noires, formées par de petits cristaux enchevêtrés, résultant de la transformation du wolfram à Vaulry, de la scheelite à Puy-les-Vignes ; le beau cristal épigénisé de cette dernière localité, dont il est question page 278, est identique à la *reinite* du Japon.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* On a vu page 278, que la scheelite de Dinan se transforme en ferbérite un peu manganésifère ; ce minéral y constitue de petits filets très minces qui, par la disparition de la scheelite, constituent des masses caverneuses, hérissées de pointements cristallins indistincts.

WOLFRAM

(Fe, Mn) WO^4

Monoclinique : $mm = 100°37'$.

$b : h = 1000 : 667{,}764$ (Dx) D = 769,483 d = 638,667

Angle plan de $p = 100°36'54''$

— $m = 90°24'32''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}83000 : 1 : 0{,}86781 \\ zx = 89°21'6'' \end{array}\right]$$

Formes observées. m (110), h^1 (100) h^3 (210), g^1 (010) ; o^2 (102), a^2 ($\bar{1}02$) ; e^1 (011), $e^{5/9}$ (095) ; $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ; $\alpha = (d^1\, b^{1/3}\, g^1)$ (121) ; $\beta = (b^1\, d^{1/3}\, g^1)$ ($\bar{1}21$).

Macles. 1° Macle très fréquente suivant h^1 (100). 2° Macle rare suivant $e^{3/2}$ (023), dans laquelle les faces h^1 de chacun des deux composants font entre elles un angle de 178°54'.

Les angles mesurés suivants ont été obtenus par Des Cloizeaux sur les cristaux de La Vilate, près Chanteloube (*A.C.P.* XIX. 168. 1870).

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	100°37'	
mh^3	162°51'	
mh^1	140°18'30''	
h^3h^1	157°28'	157°10' à 50'
mg^1	129°41'30''	
ph^1	90°38'	
pp	178°44'	macle suiv. h^1.
o^2h^1	118° 6'	118° 0'
o^2o^2	123°48'	macle suiv. h^1.
a^2h^1 adj.	117° 6'	
a^2a^2	125°48'	macle suiv. h^1.
e^1g^1	130°57'	
$*e^1\, e^1$ s. p	98° 6'	98° 6'
$e^1\, e^{5/9}$	163°35'	163°13'
$e^1\, e^{1/2}$	160°54'	160°25'

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$d^{1/2}\, m$ adj.	143°50'	
$b^{1/2}\, m$ adj.	143°28'	
$h^1\, d^{1/2}$	128°36'	128° 0' à 45'
$d^{1/2}\, h^1$ s. $b^{1/2}$	51°24'	51°40' à 46'
$*e^1\, h^1$ s. $b^{1/2}$	89°31'	89°31'
$h^1\, e^1$ s. $d^{1/2}$	90°29'	90°38'
$h^1\, b^{1/2}$ s. e^1	52° 0'	52°13'
$d^{1/2}\, e^1$	141°53'	142° 8'
$d^{1/2}\, b^{1/2}$ s. e^1	103°24'	103°43'
$e^1\, b^{1/2}$	141°31'	141°20'
$*b^{1/2}\, h^1$ adj.	128° 0'	128° 0'
$p\alpha$	116°32'	
$p\beta$	116° 0'	
$e^{1/2}$ m ant.	123°54'	123°41'
$e^{1/2}$ m post.	123°18'	123°32'

$e^1\ h^3$ ant.	104°58′	104°43′
$e^1\ h^3$ post.	104° 8′	103°54′
αh^1 ant.	117°49′	
βh^1	117°19′	
$g^1\ \alpha$	140° 2′	
$d^{1/2} g^1$	120°49′	
$d^{1/2} d^{1/2}$ adj.	118°22′	
$g^1\ \beta$	140°21′	
$g^1 b^{1/2}$	121° 6′	
$b^{1/2} b^{1/2}$ adj.	117°48′	
$o^2 m$	111°15′	
$a^2 m$	110°31′	
$m\ \alpha$	148° 3′	147°50′ à 148°
$\alpha\ e^1$	147° 6′	147°28′
$m\ e^1$ s. α	115° 9′	115°22′
$m \beta$	147°39′	147°45′ à 148°
$e^1\ \beta$	146°41′	146°50′
$e^1\ m$ s. β.	114°20′	114°38′
$o^1\ m$ post.	56° 1′	
$o^2 e^1$	132° 5′	132° 5 à 8′
$o^2 d^{1/2}$ adj.	144°33′	
$o^2\ b^{1/2}$ adj.	103°35′30″	
$a^2 e^1$ adj.	131°57′	
$a^2 b^{1/2}$	144° 7′	

Facies des cristaux. Les cristaux de wolfram sont généralement aplatis suivant h^1 (100) et en même temps un peu allongés suivant l'axe vertical; dans beaucoup de gisements français, cet aplatissement et cet allongement sont extrêmement marqués.

Il existe deux types : dans l'un (Type I) les faces prismatiques uniques (fig. 2), ou dominantes (fig. 2) sont h^1 et g^1, dans l'autre (Type II), g^1 est absent et les faces m, h^1, sont très développées (fig. 3 et 4).

Les faces de la zone verticale, et notamment h^1, sont très striées suivant leur arête d'intersection.

Le wolfram forme aussi des empilements de cristaux lamelleux, groupés parfois en éventail et souvent séparés les uns des autres par un peu de quartz. On le trouve également en masses compactes, finement grenues, très cohérentes.

Clivages. Clivages, parfait suivant g^1(010), difficile suivant h^1 (100) et peut-être suivant o^2 (102). Cassure inégale.

Dureté. 5 à 5,5. Fragile dans les cristaux.

Densité. 7.2 à 7.5, 7.141 (La Vilate).

Coloration et éclat. Noir. Poussière noire ou noir brunâtre. Opaque; translucide, seulement dans les plaques extrêmement minces. Éclat métallique et adamantin très vif; quelquefois éclat résineux.

Propriétés optiques. Les propriétés optiques, difficiles à préciser à cause du peu de transparence du minéral, sont très voisines de celles de la hübnérite exposées page 293.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme se fait dans les teintes brun rouge, lorsque le minéral est translucide.

Magnétisme. Quelques variétés de wolfram sont un peu magnétiques.

Composition chimique. Dans la formule (Fe,Mn)OWO^4, le rapport FeO : MnO est très variable :

	FeO : MnO	WO^3	FeO	MnO
Ferbérite.....	1 : 0	76,3	23,7	»
Wolfram.....	5 : 1	76,4	19,7	3,9
	4 : 1	76,4	18,9	4,7
	1 : 1	76,4	11,9	11,7
	2 : 3	76,5	9,5	14,0
Hübnérite.....	0 : 1	76,6	»	23,4

Dans les échantillons des localités françaises, dont les analyses sont données ci-contre, le rapport FeO : MnO est compris entre 4 : 1 et 1 : 1. Ce dernier rapport, réalisé dans le minéral de la Vilate, se rencontre plus rarement que le précédent; il avait été signalé déjà par Vauquelin (*A.C.P.* XXX. 194. 1825).

Il existe fréquemment une quantité d'acides tantalique et niobique, qui peut n'être pas négligeable.

Analyses du wolfram :

a) de la carrière de la Vilate à Chanteloube, par M. Damour (*B.S.G.* V. 106. 1847).

b et *c*) de Meymac, par M. Ad. Carnot (*C.R.* LXXIX. 637. 1874).

d) de Puy-les-Vignes[1], par Ebelmen (*A.M.* IV. 407. 1843).

e) *id.* par Schaffgotsch (*P.A.* LII. 475. 1841).

f) *id.* par Kerndt (*J. prakt. Chem.* XLII. 104. 1847.)

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
WoO^3.....	73.97	74.75	74.25	76.20	75.83	78.82
FeO.....	12.99	16.17	15.85	19.19	18.06	19.32
MnO.....	11.67	6.40	6.51	4.48	6.11	4.84
CaO.....	»	0.40	0.80	»	»	»
MgO.....	»	0.17	0.04	0.80	»	»
Ta^2O^5.....	0.98	0.95	1.10	»	»	»
Gangue argileuse.	»	1.12	»	»	»	»
Eau.....	»	»	0.70	»	»	»
	99.61	99.96	99.25	100.97	100.0	99.98

1. Le minéral analysé par Ebelmen a été donné par lui comme venant de Limoges : d'après une indication fournie par cet auteur à M. Damour, qui me l'a transmise, il s'agissait du wolfram du commerce et par suite de celui de Puy-les-Vignes. Il en est certainement de même pour les minéraux analysés en *e*, et *f*, bien que les auteurs l'aient cité comme venant de *Chanteloupe*.

D'après les essais de M. Ad. Carnot, la proportion de Ta^2O^5 atteint jusqu'à 5 % dans quelques échantillons de Meymac.

M. Nicolardot a bien voulu me communiquer des essais qu'il a faits sur quelques wolframs : les proportions relatives du FeO, du MnO sont de 13 à 7 dans le wolfram de Montbelleux, de 14 à 5,5 dans celui de Cao Bang, de 12 à 6 dans un wolfram du Tonkin sans indication plus précise. La teneur en ($Ta^2O^5 + Nb^2O^5$) atteint de 2,5 à 3,3 à Montbelleux, 3,27 dans le wolfram du Tonkin sans gisement précis ; elle est nulle dans celui de Cao Bang.

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau en un globule cristallin et magnétique. Avec le sel de phosphore, donne un verre jaune rougeâtre à chaud et plus pâle à froid, qui devient rouge foncé au feu réducteur; l'addition d'étain donne une couleur verte.

Soluble dans l'eau régale, en laissant un résidu jaune d'acide tungstique, soluble dans l'ammoniaque. Quand il existe de l'acide tantalique (ou niolique), celui-ci reste sous forme floconneuse dans la solution ammoniacale d'acide tungstique ; on peut le purifier par fusion dans le bisulfate de potassium et le reprécipiter par l'eau ; il se présente alors sous forme d'une poudre blanche.

Le wolfram est aussi attaqué par l'acide chlorhydrique bouillant; la solution additionnée de zinc métallique donne une coloration bleu foncé *qui ne persiste pas* (différence avec l'acide molybdique).

Altérations. Le wolfram est quelquefois épigénisé par de la scheelite, mais l'inverse est plus fréquent, par de la ferbérite. A Meymac, il se transforme peu à peu en hématite scoriacée ; dans beaucoup de gisements, cette décomposition met en liberté de la tungstite, dont les enduits imprègnent les lames de clivage du wolfram.

Diagnostic. La haute densité, le clivage facile et les formes, quand elles existent, ne permettent de confondre le wolfram avec aucun autre minéral. Les cristaux, très aplatis, dépourvus de formes nettes, ressemblent un peu à ceux de niobite, à laquelle ils sont parfois associés dans le Limousin; l'existence du clivage perpendiculaire à la face d'aplatissement et son éclat, joints à la facile dissolution du wolfram dans un acide, avec résidu jaune, constituent les caractéristiques de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le wolfram est un des satellites les plus fréquents de la cassitérite; il se rencontre dans les mêmes gisements qu'elle Je l'étudierai :

1° dans les filons wolframifères ou stannifères;
2° dans les pegmatites;
3° dans les alluvions.

1° *Dans les filons wolframifères et stannifères.*

Le wolfram accompagne souvent la cassitérite, mais la proportion relative de ces deux minéraux est très variable dans les divers gisements. La cassitérite est généralement la plus abondante, mais l'inverse s'observe parfois, notamment dans un des gisements étudiés plus loin. La scheelite, le mispickel et ses produits d'altération (scorodite, pharmacosidérite) sont fréquemment associés au wolfram.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. Le wolfram a été signalé pour la première fois à Montbelleux en Luitré par M. Kerforne (*B. S. Sc. méd. Rennes*. XIII. 448. 1903). Depuis lors, il a fait l'objet d'une exploitation, dont j'ai pu étudier de nombreux échantillons, grâce à MM. Œhlert et Kerforne.

Le wolfram se trouve dans des filons de quartz, traversant les schistes micacés et un petit massif de granite à muscovite, dans lequel ils prennent une allure de stockwerk. Il est surtout abondant près des épontes; il forme aussi dans le quartz des nids et des mouches. Ces masses cristallines sont parfois grossièrement rayonnées autour d'un centre; il est possible d'en extraire des lames de clivage atteignant 8 centimètres de plus grande dimension. Les minéraux accessoires sont nombreux : la cassitérite, associée à de la muscovite, est très abondante dans les filons qui traversent le granite; celui-ci se charge aussi d'une petite quantité de cassitérite et de wolfram. Il faut citer encore la topaze en beaux cristaux, la fluorine violette, la scheelite (rare), le mispickel, la pyrite, la chalcopyrite, la blende (rare), la molybdénite, la covellite, l'hématite et divers produits d'altération (tungstite, molybdite, etc.)

Près de Montbelleux, à Villeray, se trouvent dans les mêmes schistes ainsi que dans un microgranite des filons quartzeux, qui ne sont pas exactement parallèles aux précédents. Ils renferment aussi du wolfram, mais pas de cassitérite ; le mispickel s'y trouve en cristaux distincts, avec bismuth natif, bismuthinite et bismite. La chalcopyrite, la covellite y sont abondantes, ainsi que les divers sulfures énumérés plus haut.

Plateau Central[1]. —*Cantal.* Le wolfram existe en petite quantité dans le filon quartzeux riche en mispickel de Bonnac près Massiac.

Puy-de-Dôme. Bouillet a signalé (*Topogr. minér. Puy-de-Dôme.* 194. 1829) le wolfram dans le quartz du puy de Charade, du cap de Prudelles, de Saint-Pardoux. Le même minéral a été trouvé à Pontgibaud dans un filon de quartz situé derrière l'hôtel du pont de la Miouse, il est associé au mispickel. Enfin je dois à M. de Belfort un échantillon de quartz renfermant du wolfram provenant d'un filon situé entre Saint-Pierre-le-Chastel et Bonnabaud.

Creuse. Le wolfram paraît être extrêmement rare dans le gisement stannifère de Montebras en Soumans, je n'en ai trouvé qu'un seul échantillon ; il consiste en petits cristaux très aplatis suivant h^1 (100) et groupés en rosettes dans des fragments d'amblygonite.

Le même minéral se rencontre avec scheelite dans du quartz au Nord de Bourganeuf, ainsi que dans des filons de quartz traversant le granite entre le Soulier et Janaillac. Peut-être se trouve-t-il aussi dans le voisinage immédiat de Guéret.

Haute-Vienne. Un intéressant filon de quartz, riche en wolfram, se trouve à Puy-les-Vignes, à environ 3 kilomètres au N.-E. de Saint-Léonard ; il présente la particularité inverse de tous les gisements analogues de la région ; le wolfram y est très abondant et la cassitérite au contraire rare ; il est accompagné de scheelite, de mispickel, avec scorodite, pharmacosidérite, etc. Des exploitations ont été, à diverses reprises, tentées sur ces filons depuis le commencement du siècle, on en a extrait 13 tonnes en 1884. Le wolfram de Puy-les-Vignes forme de grands cristaux, aplatis suivant h^1 (100), empilés dans le quartz et fournissant des lames de clivage, qui atteignent parfois 10 cm. de plus grande dimension. Il n'est guère possible d'en isoler autre chose que des fragments.



Fig. 1.
Wolfram de Puy-les-Vignes.

Ils sont aplatis suivant h^1, et présentent en outre g^1, m et sont terminés par a^2 ($\bar{1}02$), o^2 (102), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ; leurs faces sont raboteuses et ne se prêtent qu'à des mesures au goniomètre d'application (fig. 1). J'ai examiné un fragment de cristal

1. Dans une note publiée dans les *Comptes Rendus* (LXV. 419. 1867) Phipson parle d'un wolfram d'Auvergne, sans indication plus précise de gisement, qui, traité par l'eau régale, laisserait de la niobite inattaquée.

du type de la figure 1, terminé à l'une des extrémités seulement par les pyramides α (121) et β ($\bar{1}21$).

Le wolfram se rencontre en petite quantité dans la plupart des filons stannifères de la chaîne de Blond notamment à Cieux et surtout à Vaulry ; il s'y présente en cristaux indistincts, clivables, associés à la cassitérite. On peut citer encore dans les environs de Limoges, Mandelesse en Panazol (avec mispickel, pyrite, molybdénite, scheelite), sur le prolongement des filons de Puy-les-Vignes, Népoulas (le wolfram est en partie transformé en hématite).

Corrèze. Le wolfram a été rencontré en abondance à Meymac, avec scheelite, mispickel, à la partie supérieure de filons quartzeux, qui, en profondeur, ont fourni des minerais de bismuth.

Le wolfram de Meymac est tantalifère (analyse *d*) ; il forme de grandes masses donnant des lames de clivage, qui atteignent un centimètre de plus grande dimension ; les échantillons sont souvent très altérés, imprégnés de limonite ou recouverts d'une pellicule de tungstite.

Le wolfram semble avoir été rencontré avec mispickel au Baladour, aux environs de Naves près Tulle.

Charente. La collection du Muséum possède un échantillon de wolfram, engagé dans du quartz verdâtre provenant de la Roche Cambourg, non loin de Confolens ; ce minéral forme des masses clivables de 1 à 2 cm. de plus grande dimension. La cassitérite se trouve dans le même gisement.

Saône-et-Loire. Un échantillon de wolfram de Montortu près Autun m'a été communiqué par M. Berthier. Il est engagé dans du quartz, dont les cavités sont tapissées de petits cristaux de pharmacosidérite.

Nièvre. Le wolfram a été signalé par M. Michel-Lévy (*B. S. G.* IV. 754. 1876) dans un filon de greisen, traversant le gneiss, entre la ferme de Bonsegrès et la Chapelle, au Sud d'Emparry.

Allier. J'ai examiné un échantillon de quartz provenant du gisement de kaolin stannifère des Colettes, il renferme des cristaux très aplatis de wolfram tantalifère de 1 cm. de plus grande dimension ; ce minéral paraît rare dans ce gisement. Les lames très minces sont transparentes. Un échantillon analogue provient de Louroux-de-Bouble.

Esterel. — *Var.* La même collection renferme un échantillon de

wolfram, associé à de la cassitérite et du quartz et indiqué comme provenant de la Molle près Cogolin.

Tonkin. — Le wolfram se rencontre et est exploité à Tinh-Tuc, dans le massif de Pia-Ouac (territoire de Cao Bang). Il s'y trouve dans des filons de quartz (Dupouy, *Minerais et minéraux du Tonkin*. 1909. 115). Les échantillons que j'ai examinés rappellent ceux de Puy-les-Vignes ; je n'ai vu parmi eux que des fragments de cristaux ; l'un d'eux, aplati suivant h^1 (100), qui est très cannelé, présente les faces m, o^2 (102), a^1 ($\bar{1}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ; il mesure 4 cm. suivant l'axe vertical, 5 cm. suivant b, 1 cm. suivant a. Ces cristaux sont très fragiles et ne peuvent être isolés de leur gangue. D'après M. Nicolardot, ce wolfram ne renferme ni acide tantalique, ni acide niobique ; mais ce chimiste a trouvé ces corps dans un wolfram indiqué comme provenant du Tonkin, sans indication plus précise.

2° *Dans les pegmatites.*

De même que la cassitérite, le wolfram se rencontre quelquefois, non plus dans des filons quartzeux, mais dans le granite lui-même ou dans la pegmatite ; il y est d'ordinaire peu abondant, mais il y forme parfois des cristaux remarquablement nets.

Bretagne. — *Finistère*. Le Hir a trouvé de petits cristaux de wolfram dans la pegmatite de la pointe de Teranez en Plougasnou, près Morlaix.

Loire-Inférieure. Le wolfram a été rencontré par M. Baret dans la pegmatite à tourmaline lithique d'Orvault, dans celle de Barbin et du parc Grillaud à Nantes (*op. cit.*, 1898. 76). Je dois aussi à M. Baret de grandes masses laminaires de wolfram, sans cristaux distincts ; associées à cassitérite brune, récemment trouvées à Nantes, à la carrière de la Poudrière.

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. Les gisements de wolfram les plus intéressants au point de vue minéralogique, que j'ai étudiés, sont certainement ceux que l'on est convenu d'appeler gisements de Limoges, bien qu'ils soient distants de plus de trente kilomètres de cette ville. Ils se trouvent dans les filons de pegmatite de la carrière de la Vilate, près du village de Chanteloube en Razès,

de Mazataud en Bessines, et de Chabanne en Saint-Sylvestre. Le wolfram de ces gisements forme de petits cristaux extrêmement aplatis suivant h^1 (100) ; ils sont parfois enchevêtrés en grand nombre, tantôt dans l'orthose, tantôt et c'est le cas le plus fréquent, dans un mélange d'apatite et de spessartine ; ils sont inclus dans ces deux minéraux.

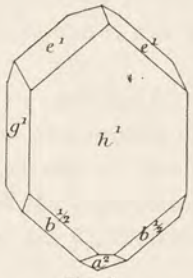
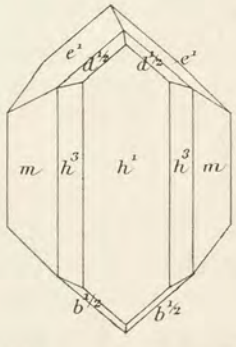


Fig. 2.
Wolfram de la Vilate (Type I).

Les plus petits de ces cristaux ne dépassent guère 1 à 2 millimètres et peuvent être isolés ; leurs faces sont relativement bonnes et c'est par leur étude que Des Cloizeaux a pu montrer que le wolfram est non orthorhombique, mais monoclinique (voir le tableau d'angles). Les formes suivantes ont été observées : h^1 (100), g^1 (010), h^3 (210), m (110), e^1 (011), $e^{5/9}$ (095), o^2 (102), a^2 ($\bar{1}02$), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), α (121), β ($\bar{1}21$) ; ils se rapportent au type I ou au type II, qui sont respectivement représentés par les figures 2, 3 et 4, empruntées au mémoire de mon regretté maître. Les faces de la zone verticale sont très striées et courbes.



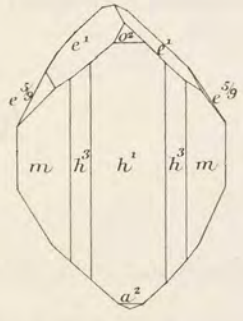


Fig. 3 et 4.
Wolfram de la Vilate (Type II).

Haute-Loire. Pascal dit (*Étude géol. Velay*, 1865. 398) avoir recueilli dans les scories basaltiques du volcan de la Denise, près le Puy, un bloc de granite modifié par la chaleur, renfermant du wolfram ; cet échantillon ne se trouve pas dans sa collection conservée au Muséum.

Gisements douteux.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* Sage a signalé (*J. M.* I. 83. 1794) un gisement de wolfram à Caëtanos, dans la montagne de Tatlesdu

je n'ai pu recueillir aucun renseignement précis sur la position de cette localité. Il existe un Coat-ann-Noz, au Sud-Est de Belle-Ile-en-Terre, mais le wolfram n'y a pas été rencontré récemment, au moins à ma connaissance. Il serait intéressant de rechercher ce gisement.

Antilles. — *Martinique*. Cortès a indiqué (*J. P.* LXX. 133. 1810) la découverte à la Martinique d'un fragment de wolfram, englobé dans du quartz. L'existence de ce minéral sur un sol exclusivement volcanique est invraisemblable : les roches volcaniques de l'île ne renferment, à ma connaissance, aucune enclave de nature granitique.

3° *Dans les alluvions.*

Le wolfram se rencontre parmi les minéraux lourds des sables des régions renfermant des filons wolframifères (*Limousin*). Il est exploité dans un seul gisement colonial français.

Tonkin. — Le gisement en question se trouve dans la région de Nguyen-Binh ; le wolfram y accompagne la cassitérite dans des alluvions exploitées (Dupouy, *op. cit.*, 115).

HÜBNÉRITE

$MnWO^4$

Monoclinique : mm 79°48′.

$$b : h = 1000 : 665{,}00 \qquad D = 767{,}13 \qquad d = 641{,}50$$

$$\text{Angle plan de } p = 100°12'$$

$$\text{— } \qquad m = 90°34'$$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}83623 : 1 : 0{,}86684 \\ zx = 89°7' \end{array}\right]$$

Formes et faciès. La hübnérite se rencontre en cristaux analogues

à ceux du wolfram. Dans les gisements français décrits plus loin, elle forme seulement des cristaux ou des masses clivables, dans lesquels ne se distinguent que les formes g^1 (010), h^1 (100) et m (110) (fig. 2).

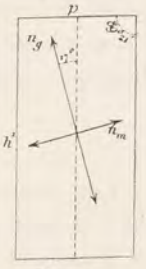


Fig. 2. Face g^1 (010) perpendiculaire au plan des axes optiques et de la bissectrice obtuse **n**p.

Macles. Macle h^1 (100) comme dans le wolfram.

Clivages. Clivage g^1 (010) extrêmement facile. Difficile suivant h^1 (100).

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 7,17.

Coloration et éclat. Brun rouge, jaune rouge, brun noir dans les types ferrifères. Poussière jaune brunâtre, gris verdâtre ou noirâtre. Transparente, translucide ou opaque. Éclat métallique à adamantin très vif et en même temps résineux, surtout sur la cassure.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques normal à g^1 (010). La bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) fait dans g^1 un angle de 17 à 20° avec l'axe vertical dans l'angle obtus ph^1. La bissectrice obtuse ($\mathbf{n}_p$) est perpendiculaire au clivage g^1.

$2V = 75°$ (Li) Groth et Arzruni (hübnérite artificielle).

Pléochroïsme. Le pléochroïsme peu intense se fait dans les teintes suivantes dans les types uniquement manganésifères :

$\mathbf{n}_g$ = jaune vert.
$\mathbf{n}_m$ = brun jaune.
$\mathbf{n}_p$ = jaune d'or.

Composition chimique. On a vu page 285 qu'il existe une série continue entre la ferbérite uniquement ferreuse et la hübnérite exclusivement manganeuse. Je rattache à la hübnérite tous les types contenant moins de 9 % de FeO.

La hübnérite de Valcroze renferme d'après une analyse de M. Nicolardot 5,5 % de FeO et 18,8 de MnO : cette composition la rapproche de celle de Bayeska (Oural) : la hübnérite des Pyrénées ne contient presque pas de fer. Le minéral de Valcroze contient en outre 0,5 % de ($Nb^2O^5 + Ta^2O^5$).

Essais pyrognostiques. Comme pour le wolfram, mais sans les réactions du fer, ou avec celles-ci très faibles.

Diagnostic. Par sa couleur, la hübnérite peut être confondue au premier abord, suivant ses variétés, soit avec le rutile, soit avec la

blende; l'examen d'une lame de clivage en lumière polarisée permet immédiatement d'établir le diagnostic, que complète une attaque par l'eau régale. Les variétés ferrifères se différencient du wolfram par leur plus grande transparence en lames minces.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements de la hübnérite sont comparables à ceux du wolfram, je l'ai observée :

1° dans des filons quartzeux ;

2° dans un gisement manganésifère.

1° *Dans les filons quartzeux.*

Plateau Central. — *Lozère.* Je dois à l'obligeance de MM. Brajon des échantillons d'une hübnérite ferrifère provenant de Valcroze en Gabrias non loin de Marvéjols; elle constitue dans les micaschistes un filon à gangue quartzeuse à peu près E. O., dont l'épaisseur aux affleurements ne dépasse pas 0 m. 12 : il a été trouvé dans une cave au cours du creusement d'un puits.

La hübnérite de Valcroze se distingue bien par sa structure du wolfram des gisements français; elle est en effet constituée par l'empilement à axes imparfaitement parallèles d'un grand nombre de cristaux aplatis suivant h^1 (100) et souvent limités uniquement par les faces p, h^1 et g^1 (fig. 1).

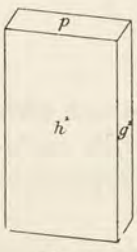


Fig. 1. Hübnérite de Valcroze.

Il existe aussi des géodes dans lesquelles les cristaux sont trop enchevêtrés pour pouvoir être isolés, mais qui cependant présentent les mêmes formes assez distinctes. Leur couleur rappelle celle de la *mégabasite* de Schlackenwald ; elle est aussi transparente en lames minces et alors d'un beau rouge.

M. Guéras a signalé (*C. R.* CXXXVIII. 1121. 1904) à Barjac des filons quartzeux (renfermant de la barytine à leur centre), au milieu des micaschites. Outre la barytine et le quartz, on y rencontre des veinules de 1 à 2 cm. formées par de la cassitérite, du wolfram (probablement hübnérite), de la pyrolusite.

C'est sans doute d'un filon analogue que provient un échantillon drusique de hübnérite que m'a remis M. Braly ; il a été recueilli sur la route de Barjac à Valcroze, à 1 km. de son intersection avec la

route de Barjac à Mende ; les cristaux ont la même forme que ceux qui viennent d'être décrits.

2° *Dans les gisements manganésifères.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. La hübnérite a été signalée à Adervielle par M. E. Bertrand (*B.S.M.* V. 90. 1882).

J'en ai recueilli quelques échantillons dans les déblais de la mine de Nabias ; elle y constitue le plus rare des minéraux de ce curieux gisement. Elle accompagne la téphroïte, la friedélite et l'alabandite dans les filonnets de dialogite spathique, qui traversent le minerai normal formé par la dialogite, associée aux divers autres minéraux manganésifères, dont il est question page 626 du tome III.

La hübnérite de Nabias se présente sous forme de petites lames d'un jaune rouge ou d'un brun rouge, dont les clivages brillent à la façon de ceux de la blende transparente d'Espagne ; leur transparence est assez grande pour que les propriétés optiques d'une lame de clivage puissent être facilement examinées en lumière polarisée.

MOLYBDATES HYDRATÉS

MOLYBDITE

Depuis la publication du tome III, page 7, M. W. F. Schaller a montré (*Amer. J. of. sc.* XXIII, 297. 1907) que la molybdite n'est pas de l'anhydride molybdique, mais un molybdate de fer hydraté dont la formule Fe^2O^3, $3MoO^3 + 7{,}5\ H^2O$ correspond à la composition théorique suivante :

MoO^3.....	59.4
Fe^2O^3.....	22.0
H^2O.....	18.6
	100.0

Le minéral des gisements français, cités tome III (page 7), est trop peu abondant pour qu'il soit possible d'en faire l'analyse quantitative. J'ai pu constater seulement sur celui de Corse qu'il donne les réactions du fer et dégage de l'eau dans le tube.

La molybdite est donc à transporter ici dans la systématique.

ALUMINATES, FERRITES, CHROMITES

GROUPE DES SPINELLIDES

Ce groupe comprend de nombreux types, se rapportant à la formule générale $\overset{II}{R}\,\overset{III}{R^2}O^4$ ou $RO\,R^2O^3$; tous ces minéraux sont cubiques, ils se présentent en général sous la forme d'octaèdres réguliers, parfois maclés suivant a^1 (111) (*macle des spinelles*) ; ils sont tous absolument monoréfringents et doués d'une haute réfringence.

Les principaux types sont les suivants, que l'on peut distribuer en deux groupes. Le premier comprend les types dans lesquels $\overset{III}{R}$ est constitué essentiellement par de l'aluminium et du chrome ; tous ces minéraux sont insolubles dans les acides et remarquablement réfractaires à l'action des dissolvants chimiques. Le second renferme les spinellides, dans lesquels $\overset{III}{R}$ est constitué essentiellement par du fer : tous, à l'inverse des précédents, sont magnétiques et solubles dans l'acide chlorhydrique.

SPINELLIDES ALUMINEUX ET CHROMÉS

Spinelle	$MgAl^2O^4$
Pléonaste	$(Mg,Fe)Al^2O^4$
Chlorospinelle	$Mg(Al,Fe)^2O^4$
Ferropicotite	$(Mg,Fe)(Al,Fe)^2O^4$
Picotite	$(Fe,Mg)(Al,Cr)^2O^4$
Hercynite	$FeAl^2O^4$
Gahnite	$ZnAl^2O^4$
Dysluite	$(Zn,Fe,Mn)(Al,Fe)^2O^4$
Kreittonite	$(Zn,Fe,Mg)(Al,Fe)^2O^4$
Chromite	$FeCr^2O^4$
Magnésiochromite	$(Fe,Mg)(Cr,Al)^2O^4$

SPINELLIDES FERRIQUES

Magnétite	$FeFe^2O^4$
Titanomagnétite	$Fe(Fe,Ti)^2O^4$
Magnésioferrite	$(Fe,Mg)\,Fe^2O^4$
Franklinite	$(Fe,Zn,Mn)\,Fe^2O^4$
**Jacobsite*	$(Mn,Mg)\,(Fe,Mn)^2O^4$

SPINELLE — PLÉONASTE — HERCYNITE

$MgAl^2O^4$ — **$(Mg,Fe)Al^2O^4$** — **$FeAl^2O^4$**

Cubiques.

Formes observées. a^1 (111) ; b^1 (110).

Macles. Macle suivant a^1 (111), avec rotation de 120° autour de l'axe ternaire (*macle des spinelles*, fig. 1), généralement accompagnée d'un aplatissement suivant la face d'accolement ; ces macles sont parfois polysynthétiques.

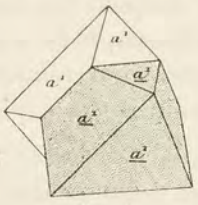


Fig. 1.
Macle des spinelles.

Clivages. Traces de clivage ou plans de séparation suivant a^1 (111), devenant très nets dans les lames minces de certains spinelles.

Dureté. 3, 5 (spinelle), à 3, 7 (pléonaste) et 3,95 (hercynite).

Coloration et éclat. Rarement incolore, le plus souvent rouge (rubis spinelle), rose (*rubis balai*) ou orangé (*rubicelle*), bleu, vert ou noir ; ces dernières variétés sont vertes en lames minces (*pléonaste* et *hercynite*). Les variétés transparentes sont employées comme pierres précieuses. Transparents, translucides parfois seulement en lames minces.

Éclat vitreux, parfois très éclatant.

Propriétés optiques. Monoréfringents.

$$\mathbf{n} = 1{,}7155\ (\text{Na})\ \text{spinelle (Dx.)}$$

L'indice croît avec l'intensité de la couleur, du spinelle à la hercynite (c'est-à-dire avec la richesse en fer).

Phosphorescence. Le spinelle rouge est phosphorescent avec une lueur rouge, donnant au spectroscope une bande rouge ($\lambda = 6857$ Crookes).

Composition chimique. La formule $MgAl^2O^4$ correspond à la composition suivante (*spinelle*) *a*) et $FeAl^2O^4$ (*hercynite*) à la composition *b*).

	a	*b*
Al^2O^3	71,8	58,6
MgO	28,2	»
FeO	»	41,4
	100,0	100,0

Le magnésium peut être remplacé par une quantité plus ou moins grande de fer ; quand celle-ci est de 3 ou 4 %, le spinelle prend une couleur foncée et perd sa transparence sous une certaine épaisseur (*pléonaste*), en présentant le même aspect physique que le type dépourvu de magnésium et uniquement ferreux (*hercynite*).

Une petite quantité d'aluminium peut en outre être remplacée par du Cr^2O^3 ou du Fe^2O^3 ; quand ces oxydes sont abondants, le minéral passe à la *picotite* et à la *ferropicotite* décrites plus loin.

Essais pyrognostiques. Infusibles. Chauffées dans le tube, les variétés rouges deviennent brunâtres, puis, au rouge naissant, incolores ; elles reprennent par refroidissement leur couleur originelle sans passer par une couleur verte (différence avec le rubis). Le pléonaste, et, à fortiori, la hercynite donnent les réactions du fer.

Inattaquables par la plupart des acides (même l'acide fluorhydrique) ; seul l'acide sulfurique attaque avec la plus grande difficulté la poudre de spinelle pulvérisée très finement.

Attaqués par fusion avec le sulfate de calcium et par le bisulfate de potassium.

Altérations. Malgré leur résistance aux agents chimiques, les spinelles se montrent parfois dans la nature transformés en diverses substances : stéatite, serpentine, hydrotalcite, micas. J'ai observé aussi des pseudomorphoses en chlorite (pennine) et en brucite.

Diagnostic. La forme cristalline, la monoréfringence, la haute réfringence, la résistance aux agents chimiques ne permettent pas de confondre les spinelles avec d'autres minéraux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le spinelle se rencontre dans les diverses conditions de gisement suivantes :

1° dans les roches éruptives ;

2° dans les schistes cristallins ;

3° dans les roches métamorphisées par les roches éruptives ;
4° dans les alluvions.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les roches grenues.*

Granites.

Madagascar. — J'ai rencontré de jolis octaèdres de pléonaste noir (vert en lames minces) dans les pegmatites et les granulites à

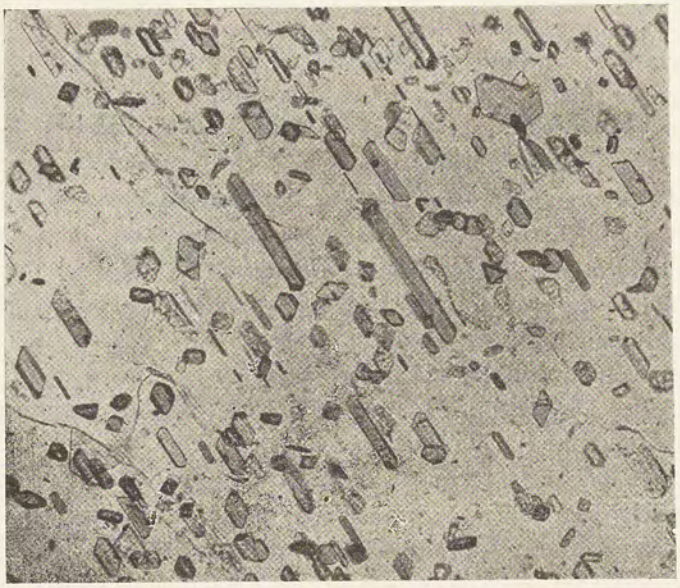


Fig. 3.
Inclusions de spinelle régulièrement distribuées dans le plagioclase de la troctolite d'Anabohitsy (*Grossissement 100 diamètres. Lumière naturelle.*)

grandidiérite, andalousite et almandin de la falaise d'Andrahomena près Fort Dauphin.

Gabbros et enclaves gabbroïques des roches volcaniques.

Madagascar. — J'ai décrit (*B. S. M.* XXX. 39. 1907 et XXXI. 320. 1908) une curieuse troctolite formant au milieu de la plaine gneissique du pays Mahafaly la butte d'Anabohitsy (à l'est de la route d'Ampanihy à Ampotaka). Le labrador y est noir par suite de

l'extraordinaire abondance d'inclusions d'octaèdres de pléonaste vert, le plus souvent déformés par allongement irrégulier suivant un axe binaire ; cet allongement est souvent orienté parallèlement à la trace des macles de l'albite et de la péricline.

Antilles. — *Guadeloupe.* J'ai rencontré (*La Montagne Pelée et ses éruptions.* 1904. 587) le pléonaste vert comme élément de gabbros à olivine constituant des blocs dans les tufs de labradorite de la Soufrière et de la rivière Madame (Vieux Fort).

b) *Dans les roches volcaniques.*

Andésites.

Antilles. — *Martinique.* J'ai décrit (*La Montagne Pelée.* 1904. 567, et pl. XVII, fig. 3), une curieuse andésite provenant du Diamant, dans laquelle se trouvent, avec hypersthène, augite, hornblende, olivine, quartz, biotite, bytownite, des phénocristaux très corrodés de cordiérite. A leur contact avec le magma microlitique, ceux-ci sont bordés par une zone de cristaux automorphes de labrador ou de bytownite, renfermant des cristallites d'hypersthène, des grains et des cristaux de spinelle brun.

Plateau Central. — *Cantal.* Peut-être faut-il attribuer une origine de ce genre aux petites enclaves à plagioclases et spinelle renfermées par quelques andésites du Cantal.

Trachytes phonolitiques.

Plateau Central. — *Cantal.* J'ai trouvé au Griounot (*C. R.* CXLV. 493. 1907) un contact du trachyte phonolitique à hauÿne et d'un basalte. Le trachyte envoie dans celui-ci (transformé en une sorte de camptonite) des apophyses, dans lesquelles il a subi une curieuse transformation métamorphique ; il a perdu ses feldspathoïdes et il est devenu extrêmement riche en octaèdres microscopiques de spinelle vert.

2° *Dans les schistes cristallins.*

Les spinelles sont surtout fréquents dans les cipolins, mais on les rencontre parfois aussi dans les gneiss ou dans les micaschistes eux-mêmes.

a) *Dans les cipolins.*

Le spinellide des cipolins français est en général le spinelle magnésien pauvre en fer ; il est d'ordinaire accompagné par des minéraux du groupe de la humite, par de la phlogopite, etc.

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai découvert (*B. C. F.* II, n° 11, 9. 1890) à Mercus et à Arignac, sur les bords de l'Ariège au nord de Tarascon, un remarquable gisement de spinelle. Ce minéral, en octaèdres a^1 (avec parfois b^1 sous forme de très petites facettes), atteint exceptionnellement 1 cm. 5 de plus grande dimension, mais forme le plus souvent des cristaux de 1 à 2 mm. Il se trouve dans les cipolins, associé à des humites, à de la phlogopite, de l'amphibole, etc. A Mercus, les cristaux sont d'un vert sombre et opaques (pléonaste), à Arignac, ils sont d'ordinaire violacés et souvent translucides. Assez fréquemment, les minéraux des cipolins s'isolent pour former des roches extrêmement silicatées, parfois très riches en spinelle, qui est d'ordinaire inclus dans les autres minéraux ; dans quelques échantillons d'Arignac, on voit le spinelle se transformer en pennine ou en brucite.

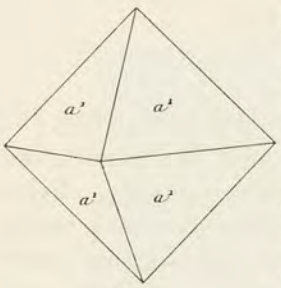


Fig. 1.
Spinelle. Forme la plus commune.

J'ai trouvé au Port de Saleix, entre Vicdessos et Aulus, des bancs de cipolins recouverts par les calcaires liasiques à dipyre, qui, au point de vue minéralogique, rappellent beaucoup ceux d'Arignac ; le spinelle y accompagne aussi les humites, il y est cependant plus ferrugineux (pléonaste) ; ses octaèdres sont noirs, mais transparents dans les lames minces, et peu teintés en verdâtre.

Sous l'église de la Pège, dans la vallée de Vicdessos, j'ai recueilli de jolis cristaux de spinelle d'un gris vert dans les cipolins et surtout dans des lits riches en phlogopite, qui alternent avec ceux-ci.

Enfin, j'ai observé les mêmes associations minérales dans les cipolins de la partie orientale du massif du pic des Trois-Seigneurs près de Carniès, sur le bord de la route ; ces mêmes cipolins renferment de grandes masses de diopside blanc laiteux.

Vosges. — *Vosges et* [*Alsace*]. Les cipolins du Chipal en La-Croix-aux-Mines (*Vosges*) et ceux de Sainte-Marie-aux-Mines [*Alsace*] con-

tiennent des cristaux de spinelle, offrant une assez grande ressemblance avec ceux de l'Ariège, non seulement par leur aspect, mais encore par leurs associations minéralogiques. Ce sont des octaèdres violacés, d'ordinaire disséminés dans le calcaire, mais à la carrière Saint-Philippe près Sainte-Marie, ils constituent parfois aussi des nodules aplatis, dans lesquels ils sont moulés par de la calcite et de la pyrrhotite ; ces nodules sont entourés par des lames de phlogopite brune, implantées perpendiculairement à leur surface.

Madagascar. — Le pléonaste en jolis octaèdres vert foncé ou noirs et aussi le spinelle rosé, abondent dans certains cipolins riches en minéraux du groupe de la humite : environs de Tananarive (Andempombe, Tsiafahy), dans le massif de Kiranomena (Betsiriry) (échantillons que m'a remis M. Dropsy) ; dans le pays Mahafaly, aux environs d'Ampanihy, etc. ; les cristaux de Manankaralahy, sur la route d'Ampanihy à Ejeda, atteignent parfois près de 1 centimètre. Les spinelles transparents des sables aurifères de l'île tirent certainement leur origine de ces cipolins.

b) *Dans les gneiss.*

Les spinelles abondent dans les gneiss à cordiérite, mais seulement sous forme *microscopique* en grains ou en octaèdres ; ils appartiennent au pléonaste d'un vert très foncé, ou peut-être à la hercynite. (Pour les principaux gisements, voir tome I, page 519.)

3° *Dans les roches sédimentaires métamorphisées par les roches éruptives.*

a) *Dans les calcaires métamorphiques.*

Pyrénées. — Je n'ai jamais trouvé dans les Pyrénées de spinelle dans les calcaires métamorphisés par le granite ; les quelques gisements qui vont être cités sont constitués par des calcaires secondaires modifiés, soit par la lherzolite, soit par les ophites.

Haute-Garonne. M. Gourdon m'a communiqué un échantillon du calcaire marmoréen d'Eup, près Saint-Béat, métamorphisé par une diorite, en relation avec des ophites ; il contient un spinelle rose très fendillé et entouré d'une écorce de pennine vert pomme.

Ariège. J'ai trouvé de beaux cristaux de spinelle à Lordat, dans un calcaire blanc, tacheté de jaune ; ce sont des octaèdres de 1 à 2 cm.

(a^1 ; a^1 b^1) d'un noir très éclatant (très foncé en lames minces), appartenant au pléonaste.

J'ai observé le même minéral, associé à la forstérite, dans un calcaire modifié au contact de la lherzolite du Bois du Fajou à Caussou.

On trouvera dans le supplément qui termine ce volume, la description de curieuses pseudomorphoses de dipyre en spinelle, forstérite et phlogopite, que j'ai trouvées (*B. S. M.* XXIV. 19. 1901) dans la haute vallée d'Ercé, près du col d'Eret, au milieu d'un calcaire secondaire ayant subi le double métamorphisme d'une ophite et d'une hornblendite feldspathique. Le spinelle y est très abondant ; c'est lui qui donne à ces pseudomorphoses la couleur vert foncé qu'elles montrent lorsqu'on les a isolées par l'action d'un acide.

b) *Dans les schistes métamorphiques.*

Contact du granite.

Bretagne. — *Finistère*. Le pléonaste se rencontre avec corindon, sous forme microscopique, dans les enclaves de schistes micacés du granite de Pont-Paul, près Morlaix.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. La gédrite de Gèdres renferme à l'état d'inclusions, de petits nids d'un spinellide vert (pléonaste), mélangé de corindon bleu ; ce minéral, qui n'est pas distinct à l'œil nu, est cependant assez abondant pour qu'il soit très facile de l'extraire en traitant par les liqueurs denses un peu de poudre de gédrite.

Les schistes micacés du lac de Caillaouas contiennent du spinelle microscopique, qui accompagne le corindon et enveloppe parfois avec lui des cristaux de staurotide.

Contact du gabbro.

Vendée. — *Loire-Inférieure*. J'ai montré (*B. C. F.* n° 67. X. 1899) que les gabbros des environs du Pallet renferment de nombreuses enclaves à cordiérite, parfois riches en graphite, résultant de la transformation métamorphique de fragments de schistes voisins. Au contact de ces enclaves et sur les bords du massif, les gabbros se transforment eux-mêmes en norites à cordiérite. Toutes ces roches, et particulièrement les enclaves, sont extrêmement riches en grains et en octaèdres de pléonaste vert foncé.

c) *Dans les enclaves énallogènes des roches volcaniques.*

Le spinelle est un des minéraux néogènes les plus fréquents parmi les blocs de roches anciennes englobées par les roches volcaniques de tout genre (*trachyte*, *andésite*, *phonolite*, *basalte*) : il ne se rencontre du reste jamais qu'à l'état microscopique. Il est de couleur vert foncé et appartient au pléonaste plutôt qu'à la hercynite, car il est presque toujours possible de démontrer qu'il s'est produit par fusion de la biotite. On le voit fréquemment aussi mélangé à la sillimanite, aux épigénies d'andalousite décrites t. I, page 31 (fig. 11).

Cette formation de spinelle s'observe souvent dans des roches assez peu modifiées pour avoir conservé encore tous leurs caractères extérieurs primordiaux, mais on trouve aussi ce minéral dans des agrégats microscopiques isolés au milieu des trachytes et des andésites et résultant de la fusion, puis de la recristallisation d'enclaves de petites dimensions, qui ont peut-être une autre origine (voir p. 301).

Je renvoie à mes *Enclaves des roches volcaniques* (Mâcon, 1894), pour les nombreuses localités françaises où j'ai observé des cas de cette production de spinelle sous l'influence de semblables conditions me contentant de donner ici quelques exemples caractéristiques.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Enclaves de granite et de gneiss dans les scories basaltiques de la Denise, du Croustet, etc.

Cantal. Enclaves de gneiss dans les andésites de Liadouze, près Mandailles ; du Lioran.

Puy-de-Dôme. Enclaves de gneiss à cordiérite dans le trachyte du Capucin, de Fontenille (blocs dans les conglomérats).

4° Dans les alluvions.

Les spinelles, en raison de leur densité et de leur inaltérabilité, se rencontrent parmi les résidus lourds des alluvions d'un grand nombre de régions :

Plateau Central.— *Haute-Loire*. La collection du Muséum renferme un tube contenant des cristaux de zircon semblables à ceux d'Espaly et des octaèdres de spinelle rouge ; il porte l'étiquette *Auvergne*. Il s'agit probablement de cristaux des environs du Puy, si tous les minéraux qu'il contient proviennent véritablement du Plateau Central.

Madagascar. — Le spinelle est assez abondant parmi les résidus lourds des lavages aurifères de l'île, et particulièrement du Bélambo près Mevatanana. Il y accompagne le corindon, la cymophane, la topaze, les grenats, les tourmalines, le zircon, etc. ; il présente diverses couleurs (rosé, rose, parfois incolore, vert pâle). La variété vert pâle est particulièrement à signaler, parce qu'elle est associée à du corindon ayant exactement la même couleur et lui aussi dépourvu de formes géométriques ; des spinelles analogues m'ont été signalés aux environs d'Ambositra. Tous ces spinelles proviennent probablement de la destruction des cipolins, signalés plus haut.

PICOTITE	*FERROPICOTITE*
$(Fe,Mg)(Al,Cr)^2O^4$	$(Fe,Mg)(Al,Fe)^2O^4$

Formes observées. a^1 (111) ; $a^{1/2}$ (221) ; b^1 (110).

Dureté. 8.

Densité. 4,08 (picotite) Lherz ; 3,87 (ferropicotite) le Croustet.

Coloration et éclat. Noir de poix, brun foncé en lames minces. Transparentes en lames très minces. Éclat gras et résineux.

Composition chimique. La *picotite* est intermédiaire au point de vue chimique entre le spinelle magnésien, la hercynite et la chromite.

Je donne le nom de *ferropicotite* à un spinelle différant essentiellement de la picotite par le remplacement du chrome par du fer.

Analyses *a*) de la *picotite* de l'étang de Lherz par M. Damour (*B. S. G.* XIX. 413. 1862).

b) de la *ferropicotite* de la Haute-Loire par M. Pisani (*C. R.* LXIII. 49. 1866).

	a	*b*
Al^2O^3	56,00	56,06
Cr^2O^3	8,00	»
Fe^2O^3	»	10,72
FeO	24,90	13,60
MgO	10,30	17,20
SiO^2	2,00	»
	101,20	97,58

Essais pyrognostiques. Comme le pléonaste, mais avec en plus les réactions du chrome pour la picotite : celles du fer sont très intenses.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La picotite se rencontre exclusivement dans les péridotites ; la ferropicotite se trouve dans les tufs basaltiques et dans les ariégites.

1° *Dans les péridotites.*

Pyrénées. — Ce minéral a été signalé tout d'abord par Picot de Lapeyrouse (*Mém. Acad. Toulouse*, III. 405. 1788) dans la première description de la roche de Lherz, qui, en 1797, devait être appelée lherzolite par Delamétherie ; ce fut J. de Charpentier qui, en 1812, (*J. M.* XXXII. 329) proposa le nom de *picotite* pour cette substance, qu'il ne sut rapporter à aucune espèce connue. Beaucoup plus tard, M. Damour établit (*B. S. G.* XIX. 413. 1862) sa véritable nature et montra qu'elle se rattachait au groupe des spinelles.

La picotite forme, dans tous les gisements de lherzolite des Pyrénées (*Ariège* : environs de Prades, Suc, Sem, Vicdessos, vallée de Suc, Lherz, vallée d'Ercé, environs de Castillon etc. ; *Haute-Garonne* : Tuc d'Ess, Coulédoux, Moncaup-Arguénos etc. ; *Hautes-Pyrénées* : Avezac-Prat, Médous près Bagnères-de-Bigorre ; *Basses-Pyrénées* : Moun-Caou près Louvie-Juzon), des grains noirs, à éclat de poix, très éclatants, d'un brun foncé en lames minces. Ils sont toujours dépourvus de formes géométriques ; ils moulent habituellement les silicates et sont souvent de petite taille. On en trouve cependant exceptionnellement des grains atteignant la grosseur d'une noisette.

Dans les *ariégites* [1] des mêmes gisements, le spinelle est vert en lames minces, mais passe par des étapes insensibles à la picotite ; il semble que ce spinelle doive être souvent rapporté à la ferropicotite. Il se rencontre en plus gros individus que le précédent et les échantillons de

1. J'ai décrit sous ce nom (*C. R.* CXXXII, 258. 1901 et *C. R. Congr. géol. internat.*, Paris. 1900. 1.) des roches dépourvues de feldspath et d'olivine, formant dans la lherzolite des traînées et des filons ; elles sont essentiellement constituées par des pyroxènes (diopside, diallage, bronzite) et du spinelle, avec ou sans grenat et amphibole ; ce dernier minéral prédomine parfois sur le pyroxène. Grâce à la richesse en spinelle et parfois en grenat et en amphibole, ces roches renferment de 15 à 20 % d'alumine ; elles se distinguent donc par ce caractère des types ordinaires de pyroxénolites et de hornblendites. En recuisant le produit de leur fusion, j'ai obtenu des roches basaltiques constituées par de la bytownite et du pyroxène, avec ou sans olivine.

la grosseur d'une noisette ne sont pas rares ; dans l'*Ariège*, il faut citer spécialement les environs de Prades, la vallée de Suc et Lherz. Ce spinelle est parfois associé d'une façon intime à du grenat pyrope ; il forme aussi avec le pyroxène de remarquables associations kélyphitiques [vallée de Suc et Lherz (*Ariège*), Tuc d'Ess et Moncaup (*Haute-Garonne*)].

Plateau Central, Vosges, etc. — La picotite se rencontre comme élément microscopique dans tous les gisements de péridotites et de serpentines signalés tome I, page 185, et d'une façon plus générale, dans toutes les roches similaires françaises.

2° *Dans les formations volcaniques.*

a) *Dans les nodules à olivine et les basaltes.*

La picotite joue dans les nodules à olivine le même rôle que dans la lherzolite, dont ils ont la composition. Je n'ai pas de gisement particulièrement intéressant à citer à ce point de vue et je renvoie à cet égard au tome I, page 188.

La picotite y est normalement xénomorphe, mais s'y trouve sous forme d'octaèdres nets, quand les nodules ont subi des phénomènes de fusion et de dissolution par suite de leur englobement dans le magma et ont recristallisé à leur contact avec le basalte.

La picotite, en octaèdres microscopiques, se rencontre parfois dans le basalte lui-même et notamment en inclusions dans l'olivine ; il est possible que dans bien des cas, elle provienne de la dissolution de nodules à olivine dans le magma.

b) *Dans les nodules à hornblende et pyroxène et dans les tufs volcaniques.*

La *ferropicotite* se rencontre en assez grande abondance dans les sables résultant de la désagrégation des cendres basaltiques du *Plateau Central*. Ce minéral se présente en grains parfois volumineux (2 centimètres) ou en cristaux arrondis, corrodés, offrant la forme a^1, avec parfois b^1 ou celle d'un octaèdre pyramidé (fig. 1), qui ne peut être déterminé avec précision, mais qui paraît être $a^{1/2}$ (221). La ferropicotite a l'éclat vitreux, elle est noire ou d'un brun noir, transparente en lames très minces et alors brunâtre ou verte.

Ce spinelle est évidemment un élément ancien, intratellurique, du magma basaltique et me paraît provenir de la désagrégation d'enclaves homœogènes ; si, en effet, on le rencontre presque toujours en cristaux ou en fragments isolés, je l'ai trouvé cependant aussi engagé dans quelques nodules à pyroxène et hornblende (Tareyre, Croustet). Il est généralement accompagné par la titanomagnétite, qui a la même origine et aussi par de gros cristaux de zircon et de corindon provenant, eux, de la désagrégation de roches granitiques.

Au point de vue chimique, la ferropicotite est caractérisée par l'existence d'une quantité de Fe^2O^3 atteignant presque celle de FeO et aussi par la faiblesse de la teneur en magnésium ; elle peut donc être regardée comme un pléonaste riche en Fe^2O^3. C'est pour rappeler l'analogie qu'elle présente avec la picotite par son gisement, par sa couleur, par sa teneur en fer total que je l'appelle *ferropicotite*.

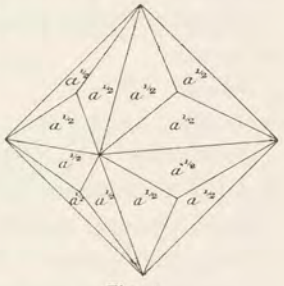


Fig. 1.
Ferropicotite du Velay.

Les principaux gisements à citer sont les suivants :

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Les tufs et les brèches basaltiques des environs du Puy : (Taulhac, le Croustet, la Denise, le rocher Corneille), le volcan du Coupet (voir à corindon), St-Jean-de-Nay, Bilhac, Sainzelle, Vialette.

Corbières. — *Hérault.* Des cristaux de ferropicotite, identiques à ceux de la Haute-Loire, se rencontrent dans les tufs basaltiques des environs de Montpellier ; les cristaux sont parfois assez nets : les localités dont la collection du Muséum possède de beaux échantillons sont les suivants : Valmaillargues (Valmailhargues) en Grabels et Montferrier ; on en trouve également dans la vallée du Lez, ils résultent de la désagrégation de ces mêmes tufs (Moulin de Soret).

Coirons. — *Ardèche.* Des spinelles du même genre se rencontrent dans les tufs basaltiques des Coirons (Rochemaure, etc.)

Madagascar. — De beaux cristaux de ferropicotite (a^1 ; $a^1\,b^1$) atteignant 1 centimètre de plus grande dimension sont fréquents dans la région de Diégo-Suarez (Antsirane) : ils sont très arrondis, souvent caverneux et superficiellement irisés.

De gros octaèdres (1 cm.) avec arêtes arrondies, indiquant l'existence de trioctaèdres, se trouvent avec hornblende, augite et olivine dans les tufs basiques d'Ankalampo (Nosy bé) ; je signale encore les environs d'Antsirabe.

GAHNITE

$ZnAl^2O^4$

Cubique.

Formes observées. a^1 (111).

Macles. Suivant a^1.

Clivages. Parfois plans de séparation suivant a^1. Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 7,5 à 8.

Densité. 4,0 à 4,6.

Coloration et éclat. De diverses nuances, allant jusqu'au noir ; brune, violette. Poussière grise. Translucide à opaque.

Éclat vitreux, parfois un peu gras.

Propriétés optiques. Monoréfringente.

Composition chimique. La composition chimique théorique est donnée ci-contre. Une partie du zinc peut être remplacée par du fer et du manganèse (*dysluite*), du fer et du magnésium (*kreittonite*) (densité 4,48 à 4,89). En même temps, une petite quantité d'aluminium peut être remplacée par du fer.

Al^2O^3	55,7
ZnO	44,3
	100,0

Essais pyrognostiques et diagnostic. Comme le spinelle, mais le minéral, chauffé au chalumeau, avec un mélange de borax et de soude, donne un enduit d'oxyde de zinc.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La gahnite et ses variétés sont des minéraux des schistes cristallins ; ils ne se rencontrent dans aucun gisement français, mais je les ai trouvés comme produit néogène dans les matériaux de l'incendie de la ville de Saint-Pierre consécutive à l'éruption de la Montagne Pelée du 8 mai 1902 (*La Montagne Pelée et ses éruptions.* Paris, 1904, 635.)

Antilles. — *Martinique.* Les laves synthétiques, produites par la fusion des murs d'andésite de la maison d'un marchand de fer de Saint-Pierre, renferment de nombreux minéraux néogènes produits par la réaction du verre d'andésite sur le mortier, le verre et les métaux (fer, cuivre, zinc), préalablement oxydés.

Dans les portions, qui ont englobé des objets de laiton et de zinc, j'ai rencontré des cristaux nombreux de willémite, de zincite et enfin des octaèdres transparents de gahnite, à côté d'octaèdres opaques, à rapporter en partie à la franklinite. Cette gahnite possède des couleurs variées, brune, violette ou verte : il est permis de penser que ces diverses particularités sont le résultat de variations d'une composition chimique, qu'il n'est malheureusement pas possible de préciser, la quantité de matière étant trop peu considérable.

CHROMITE MAGNÉSIOCHROMITE CHROMOPICOTITE

$FeCr^2O^4$ **$(Fe, Mg)Cr^2O^4$** **$(Fe, Mg)(Cr, Al)^2O^4$**

Cubique.

Formes observées. Les cristaux de chromite sont peu fréquents ; ce sont des octaèdres a^1(111), avec parfois b^1 (110). Le plus souvent le minéral se présente sous forme grenue ou compacte.

Cassure. Cassure inégale.

Dureté. 5,5. Fragile.

Densité. 4,32 à 4,57.

Coloration et éclat. Noires de fer. Poussière noire. Souvent transparentes en lames très minces et alors jaune brun foncé ; opaque. Éclat submétallique, souvent gras.

Propriétés optiques. Monoréfringentes.

n = 2,0965 (Thoulet).

Composition chimique. La composition théorique correspondant à la formule $FeCrO^4$ est donnée en *a*. Une partie du fer peut être remplacée par du magnésium (*magnésiochromite*), une partie du chrome par de l'aluminium, plus rarement par du fer ; le minéral passe alors à la picotite (*chromopicotite*).

b) de la *chromite* de la Bastide de la Carrade par M. Chabrié. Une ancienne analyse de Vauquelin et Tassaert. (*Bull. Soc. philom.* II. 57. 1800) a donné Cr^2O^3 43,0 ; Al^2O^3 20,3 ; FeO 34,7 ; SiO^2 2,0 = 100,0.

Analyses de la *magnésiochromite c*) de la Nouvelle-Calédonie par Liversidge (*Roy. Soc. N. S. Wales.* 1880).

d) id. (Mine Anne Madeleine) par M. Glasser (*op. cit.*).

De la *chromopicotite e*), de la météorite de l'Aigle (*Orne*), par Schwager (*Sitzungs. bayr. Akad. Wiss. München.* VIII. 39. 1878). Cette analyse conduit au rapport $Cr^2O^3 : Al^2O^3 = 10 : 3$.

	a	*b*	*c*	*d*	*e*
Cr^2O^3	68,0	61,53	66,54	68,00	52,13
Al^2O^3	»	3,72	4,51	3,00	10,25
FeO	32,0	31,53	10,85	16,70	37,68
MgO	»	1,29	15,03	11,10	»
CaO	»	0,34	»	»	»
SiO^2	»	0,55	3,54	»	»
	100,0	98,96	100,47	99,89[1]	100,06

Essais pyrognostiques. Au feu réducteur, la chromite s'arrondit sur les bords et devient magnétique. Dissoute dans le borax ou dans le sel de phosphore, elle donne à chaud seulement les réactions du fer, mais fournit à froid la coloration verte du chrome (surtout en présence de l'étain).

Inattaquable par les acides, mais décomposée par fusion avec le bisulfate de potassium ou le sulfate de calcium.

Diagnostic. L'absence de magnétisme permet de distinguer la chromite et ses variétés de la magnétite ; la résistance aux acides et les réactions pyrognostiques de l'ilménite ; la densité et les réactions intenses du chrome, du pléonaste et de la ferropicotite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La chromite se rencontre dans les péridotites et les serpentines résultant de leur décomposition ; on la trouve aussi dans les météorites et plus rarement dans des roches métamorphiques.

1° *Dans les péridotites.*

Maures. — *Var.* C'est à la Bastide de la Carrade, près Gassin, que ce minéral a été trouvé pour la première fois dans la nature. Vauquelin, qui venait de découvrir le chrome, en donna une première

1. Y compris 1,09 d'hématite mélangée mécaniquement.

description sous le nom de *fer chromaté* (*Bull. soc. philom.* II. 55, 1800 et *J. M.* X. 521.1801). Elle forme dans ce gisement peu important des nodules au milieu d'une serpentine ; l'analyse récente *b* de M. Chabrié est fort différente de l'ancienne analyse due à Vauquelin.

Algérie. — *Constantine*. Des masses de chromite se trouvent à l'ouest de Collo à Euch-el-Bez et à Taffercha, au milieu de la serpentine. Des tentatives d'exploitation, infructueuses du reste, ont été faites sur le premier de ces gisements, dont la chromite est compacte, sans apparence de forme cristalline.

Nouvelle-Calédonie. — Cette colonie est l'un des centres les plus importants de la production mondiale de minerais de chrome. Celui-ci paraît être constitué par de la *magnésiochromite* (analyses *c* et *d*) existant comme élément normal des péridotites (dunites et harzburgites) serpentinisées ; elle s'y trouve toujours en petits grains ou en menus octaèdres disséminés. Elle y constitue aussi des ségrégations, des amas ou des filons, dans lesquels elle existe seule ou est associée à de la bronzite, du diopside chromifère, des plagioclases kaolinisés, etc. Ce sont ces amas ou filons qui constituent les gisements en place.

Mais les exploitations les plus importantes ont lieu sur des gisements, souvent qualifiés inexactement d'alluvionnaires Ils consistent en agglomération de cristaux ou de fragments de magnésiochromite enveloppés dans une terre jaune, provenant de la décomposition sur place des serpentines. Il existe aussi, d'ailleurs, de vrais gisements alluvionnaires dans le thalweg des vallées descendant des massifs serpentineux.

La magnésiochromite de la Nouvelle-Calédonie constitue des octaèdres réguliers très nets, lorsqu'elle est englobée dans une gangue silicatée. Les plus beaux que j'ai observés, atteignant plusieurs centimètres, sont enveloppés pœcilitiquement dans de grands cristaux de diopside chromifère et de bronzite.

La magnésiochromite constituant les filons et les amas est souvent compacte, à éclat gras très éclatant, donnant de grandes surfaces de cassure continue.

Dans d'autres cas, elle présente une structure coccolitique et fournit par le choc des solides polyédriques à surface quelquefois courbe, dont les dimensions peuvent atteindre celles d'une noix.

Je signalerai enfin une variété possédant des clivages interrompus suivant a^1 (111), creusés de cavités et dont l'aspect moiré semble indiquer une structure hétérogène.

La magnésiochromite détritique est constituée par des cristaux, des fragments anguleux ou roulés. Ses grains sont parfois recouverts d'un enduit de rouille, qui leur fait donner le nom de *chrome rouge* par les mineurs. J'ai observé des échantillons (Tiebaghi) constitués par l'agglomération de petits cailloux arrondis de magnésiochromite entourés d'un vernis d'un noir bleuâtre d'asbolite, qui les soude solidement les uns aux autres. Enfin, il n'est pas rare de rencontrer des sortes de conglomérats, dans lesquels les fragments de chromite sont cimentés par de l'hydrargillite, dont les lames sont implantées perpendiculairement à leur surface et se terminent par des pointements cristallins dans de très nombreuses cavités. Quand celles-ci sont de grande dimension, elles sont tapissées de belles productions stalactiformes d'hydrargillite.

Je signalerai, en terminant, la fréquence dans la chromite compacte, de veinules d'un beau vert émeraude constituées par de petits rhombododécaèdres agglomérés d'*ouwarowite*.

Les gisements sont légion ; je citerai parmi ceux exploités, ceux de Tiebaghi, de Plum, de Saint-Vincent, des alentours de la plaine des Lacs (mine Anne-Madeleine, mine La Tchaux), des environs du cap Goulvain (mine Belle-Pluie etc.), des environs du Nakéty, la mine Espérance dans la vallée de Pouéo près Bourail, dans laquelle on aurait trouvé un sulfure de nickel (Glasser. *A. M.* V. 69. 1904. Ce mémoire renferme la description de nombreuses mines).

2° *Dans les météorites.*

La chromite est un élément assez fréquent des météorites pierreuses ; elle s'y trouve en petits cristaux ou en grains inclus dans l'olivine et les pyroxènes rhombiques. Elle est particulièrement abondante dans la météorite asidère (*chassignite*) tombée à Chassigny, près Langres, (7 % Damour, *C. R.* LV. 593. 1862), et dans les météorites oligosidères de Saint-Mesmin (2.18%. Pisani, *C. R.* LXII. 1326. 1866), de Montrejeau (0,67 % Chancel et Moitessier, *C. R.* XLVIII. 481. 1859 ; 1.03 %. Harris (*An. Ch. Pharm.* CX. 184. 1859), de l'Aigle (analyse *e*), de Kérilis (Daubrée *C. R.* XCI. 30. 1880), de Saint-Christophe-la-

Chartreuse à Rocheservière (5 novembre 1841)[1] et de Chantonay (0.84%). Berzélius a signalé des traces d'étain dans la chromite de la météorite de cette dernière chute (*P. A.* XXXIII, 25. 1834).

3° *Dans les roches métamorphiques.*

Vendée. — *Loire-Inférieure.* La carrière de Malabry à Vieillevigne est ouverte sur une dolomie quartzifère, localement colorée en vert par une sorte de muscovite (fuchsite), qui est accompagnée de petits grains de chromite. Cette dolomie peut-être rapprochée de la listwänite de l'Oural, le mica y joue le même rôle que le talc dans cette dernière roche ; elle est intercalée dans les schistes à séricite.

Périgord. — *Dordogne.* Une roche analogue, tachetée de rose et de vert, se trouve à Combeyrol près Jumilhac-le-Grand ; elle contient aussi de petits grains de chromite.

MAGNÉTITE

$$Fe^{III}Fe^{2}O^{4}$$

Cubique.

Formes observées. p (100) ; a^1 (111) ; b^1 (110).

Macles. Macle suivant a^1, souvent polysynthétique, donnant naissance à des bandes hémitropes, qui se manifestent par des stries sur les faces octaédriques et par des plans de séparation parallèles à celles-ci.

Faciès des cristaux. La forme dominante est l'octaèdre régulier, portant souvent de petites facettes b^1 (fig. 3) ; c'est la forme habituelle de la magnétite jouant le rôle d'élément de roche.

Le rhombododécaèdre est rare en France et localisé dans les gisements métallifères ; ses faces portent des stries parallèles aux faces octaédriques ou à un axe ternaire (fig. 11).

Je n'ai à citer plus loin qu'un seul exemple de l'existence du cube (fig. 1 et 2).

Exceptionnellement, dans les cristaux des fumerolles volcaniques, la magnétite se présente en cristaux aciculaires, très allongés suivant un axe quaternaire (fig. 9), ou un axe ternaire (fig. 10).

1. Cette météorite n'est pas citée tome I, page 192, dans l'énumération des chutes des météorites françaises ; elle était restée inconnue ; je l'ai récemment décrite (*B. S. Sc. nat. Ouest.* VI.41.1906).

Les octaèdres ont une grande tendance à former des groupements cristallitiques, en s'enfilant le long des axes quaternaires (fig. 8) ; c'est la forme caractéristique de la magnétite microscopique des verres fondus naturels ou artificiels, refroidis rapidement ; des groupements du même genre, mais macroscopiques existent dans les produits de fumerolles volcaniques. La magnétite forme aussi entre les lames de mica de délicates dendrites, soumises aux mêmes lois géométriques.

Elle constitue fréquemment des masses grenues à éléments plus ou moins fins ou des masses compactes, qui, très exceptionnellement, présentent une surface botroïde. Il existe enfin des variétés terreuses.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. — Groupements avec hématite. Les groupements réguliers de magnétite et de magnésioferrite avec l'hématite, découverts pour la première fois au Vésuve, sont fréquents parmi les produits des anciennes fumerolles de l'Auvergne ; j'en ai décrit déjà une première modalité (*B.S.M.* XV. 11. 1892) ; ils se rapportent à deux types :

1° Les octaèdres sont formés par l'entrecroisement de cristaux lamelleux d'hématite, dont les intervalles sont remplis par la magnétite ou la magnésioferrite. L'axe ternaire de l'hématite coïncide avec un des axes ternaires de la magnétite. Les lames a^1 (0001) du premier minéral sont par suite disposées parallèlement à l'une des faces a^1 (111) de la magnétite ; de plus, les axes binaires du premier coïncident en direction avec les diagonales de la face octaédrique (fig. 4 à 6).

2° Le second type est moins fréquent ; de nombreux octaèdres de magnétite sont accolés sur la base d'une grande lame d'hématite spéculaire, à laquelle ils sont liés par la même relation géométrique que dans le cas précédent (fig. 7).

Groupements de magnétite et d'ilménite. — Les deux minéraux sont associés comme dans le type précédent, mais le groupement n'est pas visible par les caractères extérieurs ; pour le mettre en évidence, il est nécessaire d'attaquer une lame mince par l'acide chlorhydrique, qui dissout plus rapidement la magnétite que l'ilménite et permet au bout de quelque temps de distinguer cette dernière, grâce à sa translucidité. La constatation de ces groupements est importante, car elle montre que certaines des magnétites titanifères, dont il va être question plus loin, ne sont que des associations physiques de deux minéraux différents.

Groupements avec la biotite. — J'ai rencontré dans les sanidinites de Menet (*B.S.M.* XIV, 316. 1891) de petits octaèdres néogènes de magnétite, groupés sur de la biotite ancienne, d'après la deuxième relation indiquée plus haut ; ils sont accompagnés de lamelles d'hématite, également orientées sur leur hôte.

Clivages. Il n'existe pas de clivages, mais parfois des plans de séparation parallèles à a^1, accompagnant des macles secondaires : ils peuvent être extrêmement faciles et ne s'observent que dans les roches ayant subi des actions dynamiques.

Cassure conchoïdale à inégale. La cassure conchoïdale est particulièrement nette dans la titanomagnétite d'Auvergne.

Dureté. 5,5 à 6,5. Fragile.

Densité. 5,17 à 5,18. Magnétite normale. La densité est plus faible dans les variétés contenant des éléments autres que du fer : 4,65 à 4,57 dans la *magnésioferrite*, 5,065 (*titanomagnétite* du Croustet).

Coloration et éclat. Noire de fer. Poussière noire.

Éclat variable suivant les échantillons, tantôt métallique et extrêmement éclatant (titanomagnétite d'Auvergne en particulier), tantôt faiblement métallique ou même aspect terne.

Propriétés optiques. Opaque, mais en plaques extrêmement minces, comme dans le cas des dendrites dans les micas, la magnétite peut devenir légèrement transparente et brunâtre.

Propriétés magnétiques. Extrêmement magnétique. Exceptionnellement magnétipolaire (*pierre d'aimant*).

Composition chimique. La composition théorique $\overset{II,\ III}{Fe}Fe^2O^4$ ou $FeO\ Fe^2O^3$ correspond à l'analyse *a*).

L'oxyde ferreux peut être remplacé en quantité plus ou moins grande par du magnésium (*magnésioferrite*), très rarement et en moindre quantité par du manganèse (*manganomagnétite*), plus rarement encore par une faible quantité de nickel. De même, une petite partie de l'oxyde ferrique est fréquemment remplacée par du Ti^2O^3 (*titanomagnétite*) ; on a signalé quelques magnétites contenant une faible proportion de Cr^2O^3 ou de V^2O^3.

b) Analyse de la *titanomagnétite* du Croustet (*Haute-Loire*), par M. Arsandaux (*B.S.M.* XXIV. 475. 1901) ; le Ti^2O^3 y est exprimé en TiO^2, forme sous laquelle le titane a été dosé.

	a	*b*
Fe^2O^3	69,0	57,7
FeO	31,0	34,5
MnO	»	0,9
MgO	»	0,5
TiO^2	»	5,3
	100,0	98,9

Propriétés pyrognostiques. Très difficilement fusible au chalumeau : au feu oxydant, perd son magnétisme en se transformant en hématite ; donne les réactions du fer, et dans les variétés citées plus haut, celle du magnésium et du titane. A cet égard, la titanomagnétite se comporte comme l'ilménite (t. III, p. 289). L'essai du titane par la morphine dans la solution chlorhydrique du minéral est celui que j'emploie de préférence.

La magnétite et la titanomagnétite sont plus solubles dans l'acide chlorhydrique que l'ilménite ; la magnésioferrite, au contraire, paraît moins attaquable.

Diagnostic. La forme géométrique, le magnétisme, la poussière noire sont caractéristiques de la magnétite. Les deux premières propriétés notamment permettent de distinguer facilement la titanomagnétite de l'ilménite, qui présente le même aspect extérieur et lui est souvent associée.

Altérations. Par réduction, la magnétite se transforme en FeO, qui se carbonate, se transformant en sidérite, qui peut à son tour subir un nouveau cycle d'altération par oxydation.

Par oxydation, la magnétite se transforme en hématite ; les pseudomorphoses de ce genre constituent la *martite*, sur la nature de laquelle on a longtemps discuté ; on a admis successivement qu'elle est une forme cubique d'hématite ou une pseudomorphose de magnétite ou de pyrite en hématite. Les pseudomorphoses complètes ont une poussière rouge franc et ne sont pas magnétiques, les pseudomorphoses incomplètes ont une poussière qui tire sur le noir ; elles sont plus ou moins magnétiques. Il ne faut pas confondre, comme on l'a fait pendant longtemps, la martite avec les groupements à axes parallèles de magnétite et d'ilménite décrits plus haut.

La titanomagnétite se tranforme comme l'ilménite en sphène (*leucoxène*) (voir t. II, p. 253).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La magnétite est peut-être le minéral le plus universellement répandu dans la nature. En effet, à part certains sédiments, elle se trouve dans toutes les roches éruptives ou métamorphiques et dans des roches sédimentaires bien qu'en quantité variable ; elle forme en outre des gisements spéciaux ayant une importance économique.

Je la considérerai successivement :

1° dans les roches éruptives ;
2° dans les contacts de roches éruptives ;
3° dans les filons métallifères ;
4° dans les fentes de roches diverses ;
5° dans les schistes cristallins ;
6° dans les roches sédimentaires ;
7° dans les produits d'usine ou d'incendie.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les roches grenues.*

α. Dans les roches granitiques.

La magnétite se rencontre comme élément constituant des roches granitiques, mais elle ne s'y trouve d'ordinaire qu'en très petite quantité, surtout dans les variétés très acides ; elle y est généralement peu ou pas titanifère. La seule roche dans laquelle elle forme des échantillons un peu gros est la pegmatite ; ce sont les micas de ces roches qui renferment parfois les dendrites de magnétite, dont il a été question plus haut. A cet égard, la seule région française intéressante à signaler est la suivante.

Madagascar. — On verra plus loin que la magnétite est très abondante dans les schistes cristallins de la grande île ; elle ne l'est pas moins dans les roches granitiques et il n'est pas toujours facile d'établir une distinction bien nette entre ces deux catégories de roches. Quelques-uns des blocs et des gros cristaux de magnétite, qui sont rapportés de cette colonie, proviennent de pegmatites ; tel est le cas en particulier de beaux échantillons, que j'ai eu l'occasion d'examiner et qui ont été recueillis à Besakoa, sur le chemin de Bakihy, à 60 km.

de Bininitra ; ce sont de gros octaèdres à faces en escalier, qui englobent du quartz et de la muscovite ; ils portent à leur surface l'empreinte de lames de ce dernier minéral.

La magnétite de ce genre de gisement présente fréquemment des plans de séparation suivant a^1.

β. Dans les gabbros, diorites, diabases.

En général, la magnétite est d'autant plus abondante que ces roches sont plus basiques. Elle y forme des plages macroscopiques, moulant les autres éléments ou est incluse dans ceux-ci sous forme d'octaèdres nets. Elle peut atteindre plusieurs centimètres de plus grande dimension dans les variétés à grands éléments [gabbros du Pallet (*Loire-Inférieure*) par exemple]. Le minéral appartient généralement à la *titanomagnétite* ; il est fréquemment associé à l'ilménite. Je n'insiste pas sur ces gisements, qui sont innombrables, et sans intérêt minéralogique.

Il n'existe pas, en France, au milieu des roches feldpathiques basiques, de ces importantes concentrations magmatiques de magnétite, qui sont connues et exploitées dans d'autres régions ; je ne connais sur notre territoire que les gisements suivants, qui constituent une indication de ce phénomène. (Voir aussi plus loin pour des gisements dus à des phénomènes de contact.)

Pyrénées. — *Ariège*. De petits amas de magnétite s'observent dans les ophites des bords du Salat, à la Métairie de Roquilles, près de Mercenac et à la Métairie de Coulomé, entre Castelnau-Durban et Rimont.

γ). Dans les roches feldpathiques basiques comme produit secondaire.

Algérie. — *Alger*. Les gisements triasiques de l'Algérie renferment des blocs de roches ophitiques plus ou moins complètement dipyrisés ; elles ont parfois subi des actions mécaniques, qui les ont transformées en roches finement rubanées ; je dois à l'obligeance de M. Gentil un échantillon dipyrisé recueilli dans le gypse de Teniet el Haad (La Rampe) et qui contient en grande quantité de jolis octaèdres de magnétite à faces brillantes, dont la distribution est sans rapport avec le rubanement ; leur cristallisation a été par suite postérieure aux actions dynamiques qui ont produit celui-ci ; il s'agit donc là nettement d'une production de magnétite par voie secondaire.

γ. Dans les péridotites (serpentines).

La magnétite est un fréquent produit d'oxydation des silicates renfermant du protoxyde de fer, aussi la voit-on en abondance sous forme microscopique dans les serpentines. Elle constitue quelquefois en outre dans les péridotites (serpentinisées ou non) des concentrations magmatiques exploitables, quand elles sont de dimensions suffisantes.

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai recueilli dans la lherzolite altérée de Bestiac, des blocs de la grosseur du poing, constitués par de la magnétite à surface botroïde, structure peu habituelle dans ce minéral. Des échantillons analogues se trouvent au Tuc de Coume, près Castillon.

Plateau Central. — *Aveyron.* La magnétite forme dans la serpentine du Puy-de-Volt, près Firmi, de minces filonnets (3 cm. d'épaisseur, au maximum), s'entrecroisant et se renflant parfois en petits amas à leurs points de jonction. Cette magnétite constitue aussi des masses bacillaires, dont les baguettes se terminent par des pointements a^1. Des cristaux nets de la même forme, souvent polysynthétiques, se rencontrent dans des cavités de la même roche, associés à de la chlorite et à des scalénoèdres de calcite.

La magnétite constitue de petites masses et des veinules ramifiées dans les serpentines de Najac et d'Arvieu.

Esterel. — *Var.* Des masses de magnétite ont été rencontrées dans la serpentine de la Ferrière d'Agay, etc.

Corse. — C'est dans la même roche que se trouvent des lentilles de magnétite à Farinole et Olmeta; un commencement d'exploitation y a été fait. Cette magnétite est compacte ou finement grenue.

Ce sont probablement des gisements analogues qui ont fourni des échantillons similaires de la collection du Muséum, provenant de Poggio d'Oletta, de San-Pietro-de-Toreta et de Galiera. La magnétite est d'ailleurs fréquente dans toutes les serpentines corses ; M. Nentien m'a signalé comme particulièrement intéressant à ce point de vue le versant occidental de la crête séparant Barrettali et Canari de Pietra-Corbara (notamment les escarpements, situés au pied occidental du Monte Alticcione).

Nouvelle-Calédonie. — La magnétite et la chromite se trouvent mélangées à l'hématite compacte et scoriacée, qui abonde, comme

formation superficielle, dans les régions serpentineuses (Ile Ouen, etc.). Cette hématite provient probablement de l'oxydation des deux spinellides ferrifères.

J'ai étudié de curieux cristaux isolés, de 1 à 2 centimètres de diamètre, provenant des environs de Bourail et de Haouailou : ils sont plus ou moins corrodés ou roulés. Leur forme est singulière pour de la

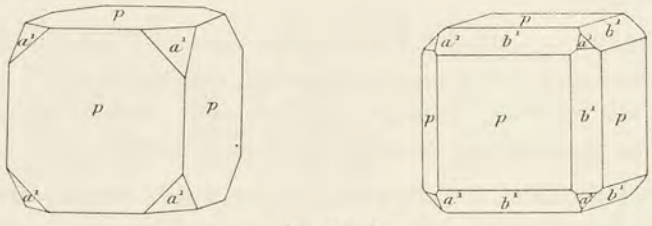


Fig. 1 et 2.
Magnétite de Bourail.

magnétite ; les uns sont des cubes avec de petites facettes a^1 (fig. 1), les autres sont constitués par des faces p (100) et b^1 (110) à peu près également développées, avec de petites facettes a^1 (fig. 2). La cassure est très conchoïde et extrêmement brillante, rappelant celle de la titanomagnétite d'Auvergne.

b) *Dans les roches volcaniques.*

La magnétite est un élément constant de toutes les roches volcaniques, mais elle y est, comme dans les roches grenues, d'autant plus abondante et souvent d'autant plus titanifère que la roche est plus basique. Elle s'y observe en phénocristaux intratelluriques et en microlites : c'est le minéral dont la période de cristallisation a été la plus longue. Fréquemment, dans les types vitreux refroidis rapidement, elle se présente avec des formes cristallitiques, qui rappellent celles que l'on trouve dans les produits d'industrie ; ces cristallites sont particulièrement abondants et beaux dans les basaltes. Dans les basaltes, dits demi-deuil, du Mont-Dore, il est fréquent de trouver de petites lamelles de biotite embrochées sur ces cristallites de magnétite.

L'abondance des cristaux intratelluriques de magnétite dans beaucoup de roches explique la fréquence de ces cristaux ou de leurs frag-

ments dans les produits de projection basaltiques, ainsi que dans certaines enclaves homœogènes (nodules à hornblende) des laves basiques.

Tout ce qui vient d'être dit concerne la magnétite ayant cristallisé directement du magma fondu. Le même minéral se forme en outre aux dépens de quelques éléments silicatés, qui ne sont stables que lorsque le magma est sous pression, c'est-à-dire avant son épanchement. Tel est le cas de la hornblende et de la biotite en voie de résorption magmatique. Tantôt la magnétite, mélangée à des produits silicatés amorphes, forme une couronne noire, continue, au minéral transformé ou en voie de transformation (*opacite* des anciens pétrographes), tantôt elle s'isole en octaèdres nets, accompagnés de pyroxènes (généralement hypersthène dans le cas de la biotite, augite, dans celui de la hornblende) ; parfois il existe en outre des feldspaths néogènes (andésites et dacites de la *Martinique*).

La magnétite se forme dans les mêmes conditions aux dépens des minéraux ferrugineux des enclaves énallogènes, englobées dans les roches volcaniques ; elle peut être facilement étudiée dans les enclaves de gneiss et de granite du trachyte du Capucin au Mont-Dore, où elle est associée à des octaèdres de spinelle pléonaste vert.

La magnétite des roches volcaniques subit un mode d'altération très fréquent, qui est important en ce qu'il modifie profondément (par *rubéfaction*) la couleur de ces roches. Il s'agit d'une transformation en hématite (*martite*). Cette rubéfaction des roches volcaniques, que l'on observe aussi bien dans les trachytes, les andésites, que dans les basaltes, peut se produire sous deux influences distinctes : elle peut prendre naissance sous l'action séculaire des agents atmosphériques, longtemps après la cessation des phénomènes éruptifs, elle peut dater aussi du refroidissement de la lave ; je renvoie pour plus de détails aux observations que j'ai faites sur ce sujet au cours de la formation du dôme de la Montagne Pelée (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904, 531).

Je ne m'occuperai plus que de quelques gisements de roches basiques fournissant de beaux échantillons de *titanomagnétite*, puis je traiterai de la magnétite non magmatique, formée sous l'influence des fumerolles.

α. Comme élément essentiel.

Plateau Central.— *Haute-Loire*. Les tufs et les scories basaltiques du Velay, ainsi que les sables provenant de leur désagrégation, ren-

ferment de nombreux cristaux de titanomagnétite à cassure conchoïde brillante et vitreuse. Ils peuvent atteindre 1 centimètre de plus grande dimension; leurs faces sont parfois remarquablement nettes[1]; elles sont souvent ternes, mais quelquefois aussi très éclatantes. La forme dominante est a^1 (les faces sont parfois creuses), avec (fig. 3) ou sans b^1 (110); cette dernière forme est rare à l'état isolé. Les gisements à citer spécialement sont le Croustet (analyse *b*), Sainte-Anne, Taulhac, Vialette, Bilhac, Mons, Sainzelle, le Coupet, etc. Les grains dépourvus de formes géométriques sont plus abondants encore.

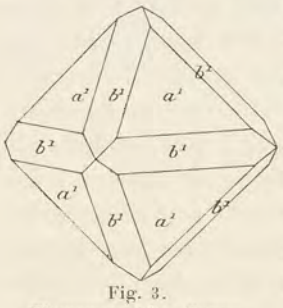


Fig. 3.
Titanomagnétite. Forme commune.

Ce minéral forme aussi, avec augite, des rognons, hérissés de pointements cristallins lus ou moins distincts, pouvant atteindre la grosseur du poing. Ils sont parfois magnétipolaires. La titanomagnétite se trouve enfin en grains ou en cristaux englobés dans le basalte de la même région.

Puy-de-Dôme. Cantal. Les basaltes et notamment les basaltes porphyroïdes renferment des cristaux de titanomagnétite, à cassure conchoïde, résineuse, atteignant parfois plus d'un centimètre de diamètre; ils paraissent dépourvus de formes géométriques; par contre, on rencontre parfois des octaèdres nets dans les tufs basaltiques de la même région. Voici quelques gisements caractéristiques ; dans le *Cantal* : Thiézac, etc.; dans le *Puy-de-Dôme* : Montaudou près Royat, Puy de Charade, Plateau de Landine près Pontgibaud (jolis cristaux $a^1\,b^1$ isolés), au Mont-Dore (Banne d'Ordanche en particulier). Dans les tufs basaltiques du Puy Corent ont été trouvés des cristaux d'augite, associés à la titanomagnétite (a^1).

Corbières. — *Hérault.* **Coirons**. — *Ardèche.* Mêmes gisements que ceux énumérés à la *ferropicotite*.

Antilles.— *Martinique et Guadeloupe.*— **Tahiti**.— **Réunion**.— **Comores**. — Les tufs basaltiques et labradoritiques de ces régions renferment des cristaux de titanomagnétite identiques à ceux du Plateau Central de la France.

1. Tous les cristaux de ce type ne viennent pas du magma basaltique. Pascal a en effet rencontré à Taulhac et au Croustet, des cristaux des titanomagnétite enveloppant des cristaux de zircon, qui, eux, proviennent certainement des granites (voir tome III).

3. Comme produit de fumerolles.

Dans les roches elles-mêmes ou à leur voisinage.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Dans la plupart des gisements d'hématite spéculaire, décrits tome III, page 255, et spécialement dans les fentes des trachytes (Sommet du Puy-de-Dôme, Puy-de-la-Tache, Grande Cascade du Mont-Dore), mais aussi parfois dans celles du basalte (Royat), ce minéral est accompagné d'octaèdres de magnétite. Ils sont parfois homogènes ; leurs faces sont alors lisses et brillantes, mais le plus souvent, ils ont une structure complexe, leurs faces sont recouvertes de lamelles d'hématite, disposées suivant le type I de la loi, indiquée page 316 (fig. 4 et 5). Ce sont de véritables boîtes octaédriques, formées par l'enchevêtrement de cristaux d'hématite, avec remplissage de magnétite. J'ai montré (*B. S. M.* XV. 11. 1892) que cette magnétite est parfois magnésienne (*magnésioferrite*). Fort souvent, un grand nombre de cristaux se groupent à axes parallèles de façon à former de grandes plaques cristallines aplaties parallèlement à a^1. La fig. 6 représente l'une d'elles.



Fig. 4.
Octaèdres de magnétite groupés régulièrement avec hématite sur trachyte. Roc de Cuzeau.
(*Grandeur naturelle.*)



Fig. 5.
Figure théorique du groupement de la fig. 4.

Beaucoup plus rares sont les groupements du type II, dans lesquels les octaèdres de magnétite sont seulement implantés régulièrement sur de grandes lames d'hématite (fig. 7).

Des cristaux de magnétite présentant ces divers groupements peuvent atteindre près d'un centimètre suivant un axe quaternaire.



Fig. 6.
Groupement à axes parallèles d'octaèdres de magnétite associés régulièrement à l'hématite. Le plan de la figure est parallèle à a^1. Puy de la Tache. (*Grossissement de 3 diamètres.*)

Ce sont eux, en partie, qui ont été désignés par les anciens auteurs sous le nom de *martite* du Puy-de-Dôme. La description qui vient d'en être donnée montre qu'ils n'ont rien à voir avec la martite. Leur poussière plus ou moins rouge, la possibilité d'extraire de celle-ci, à l'aide d'un aimant, une partie noire magnétique (magnétite), avec comme résidu une portion rouge non magnétique (hématite), s'expliquent facilement par la structure précitée, qui est d'origine primaire.

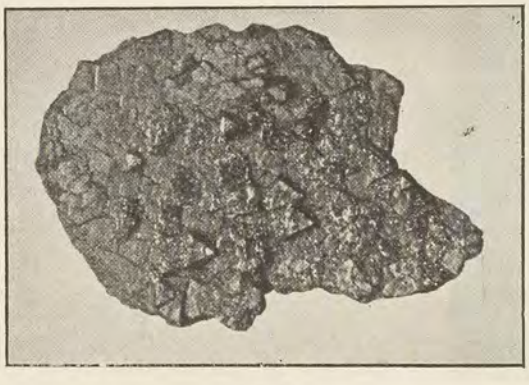


Fig. 7.
Octaèdres de magnétite groupés régulièrement sur lame d'hématite spéculaire. Puy de la Tache. (*Grossissement de 2 diamètres.*)

Au Roc de Cuzeau, au contraire, on rencontre, implantés sur le trachyte, des cristaux, qui méritent bien le nom de *martite*. Ce sont des octaèdres réguliers,

dépourvus de lames d'hématite; leurs faces sont ternes et raboteuses, leur poussière est à peu près uniformément rouge ; ce sont de véritables épigénies de magnétite en hématite, produites sous l'influence de fumerolles. L'hématite secondaire a une structure grenue et n'est pas en relation géométrique avec l'octaèdre qu'elle épigénise.

Cette martite, qui a été signalée pour la première fois par M. Gonnard

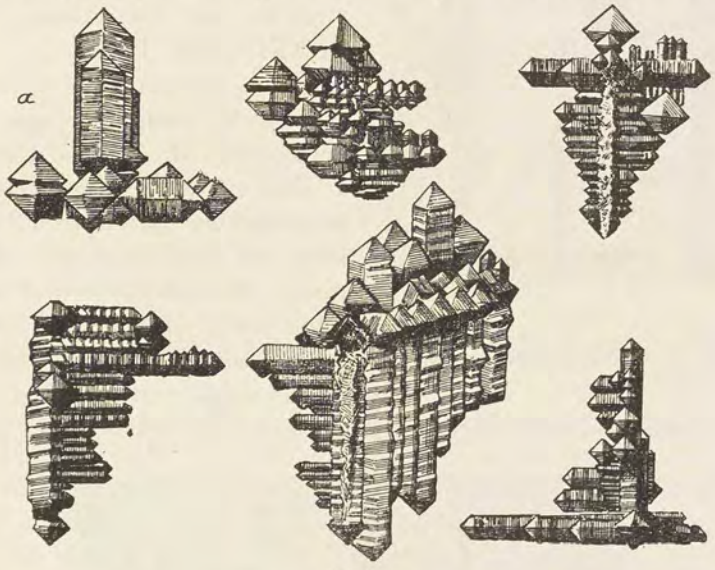


Fig. 8.
Groupements cristallitiques suivant un axe quaternaire de magnétite (transformée en martite). Roc de Cuzeau. (*Dessin légèrement grossi.*)

(*B.S.M.* VIII. 308. 1885), ne forme pas seulement des octaèdres nets ; elle constitue aussi des associations cristallitiques régulières, dépassant 3 cm. de plus grande dimension ; elles présentent toutes les particularités de structure, qui sont si fréquentes à l'état microscopique dans la magnétite des roches volcaniques. Ces groupements consistent dans l'empilement à axes parallèles d'un grand nombre d'octaèdres (ayant souvent des dimensions très constantes) suivant les trois axes quaternaires du cube. L'agencement de ces octaèdres à la suite les uns des autres est facile à saisir, grâce à la fréquence des angles rentrants (fig. 8), mais parfois les cristaux élémentaires sont si rapprochés les uns des autres que l'assemblage offre l'apparence d'un prisme quadratique, à faces verticales striées horizontalement, surmonté d'un octaèdre (fig. 8 *a*). Ce dernier cas permet d'expliquer les cristaux du gisement suivant, dans lequel ce stade a été seul observé.

De très curieux cristaux de magnétite ont été en effet trouvés une seule fois dans les fentes du lambeau précambrien et granitique en contact avec la domite du sommet du Puy Chopine, ainsi que dans la domite elle-même. Ils ont été jadis signalés par Ch. Friedel (*C. R.* LXXXIII. 996. 1876).



Fig. 9.
Magnétite allongée suivant un axe quaternaire. Puy Chopine. (*Grossissement de 2 diamètres.*)

Je dois quelques-uns de ces cristaux à M. Fouilhoux, qui les a découverts. Ils sont à rapporter à deux types, dont les individus sont souvent enchevêtrés. Le premier est caractérisé par un très grand allongement suivant un axe quaternaire (1 cm. × 1 mm.) et terminaison par quatre faces a^1, aucun angle rentrant n'est visible dans la zone verticale (fig. 9). Le second type est allongé suivant



Fig. 10.
Magnétite allongée suivant un axe ternaire. Puy Chopine.
(*Grossissement de 2 diamètres.*)

un axe ternaire, le contour des cristaux est parfois plus ou moins

nexagonal, mais le plus souvent, la zone d'allongement est constituée non par des faces planes, mais par une surface cylindrique moirée. Le pointement ternaire est d'environ 70° : c'est là l'angle des faces du tétraèdre régulier (fig. 10). Parfois ces cristaux supportent un petit octaèdre, normalement développé, du même minéral. Ces cristaux sont magnétipolaires et présentent des pôles de sens contraire à chaque extrémité.

Dans les enclaves.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. La magnétite sous forme d'octaèdres réguliers, portant parfois de petites faces b^1 (fig. 3), est le minéral néogène le plus constant de toutes les enclaves (homoéogènes ou énallogènes) des trachytes du Mont-Dore. Ces cristaux sont particulièrement abondants au Capucin dans les cavités des enclaves (du trachyte) d'andésites diabasiques, où ils accompagnent la biotite, l'hypersthène, l'augite, le zircon, la tridymite, la fayalite, etc., ainsi que dans celles de gneiss à cordiérite ou de granite, où ils sont associés à l'hypersthène, à la tridymite et à l'orthose, etc.

Au Riveau-Grand, on les trouve avec les mêmes associations et surtout dans les géodes à cristaux de hornblende ; on peut citer encore le Puy du Barbier, le Puy de la Tache, le Puy de Surain, etc.[1].

Cantal. Dans les enclaves de sanidinites du trachyte de Lieucamp, à Menet, j'ai rencontré la magnétite, non seulement comme élément normal, mais encore comme produit néogène ; ses octaèdres sont groupés régulièrement à la surface de lames hexagonales de biotite suivant la loi indiquée page 316.

Antilles. — *Martinique*. J'ai observé de petits octaèdres de magnétite associés à des cristaux d'hypersthène dans les druses des enclaves basiques des andésites de la Montagne Pelée (laves anciennes et lave de l'éruption de 1902-1903).

1. C'est probablement d'un de ces gisements que proviennent les cristaux a^1, aplatis suivant la base, cités par Lévy (*op. cit.*, III. 105) et indiqués comme ayant été recueillis à la Bouiche (*Puy-de-Dôme*), car il n'existe pas de localité de ce nom dans ce département et je ne crois pas que l'on ait trouvé de cristaux drusiques de magnétite dans les houillères embrasées de Commentry (*Allier*), gisement appelé la Bouiche par les anciens auteurs.

2° *Dans les contacts des roches éruptives.*

a) *Dans les contacts de granites et de syénites.*

La magnétite est fréquente dans les contacts du granite ; elle peut y avoir deux origines différentes.

Dans le cas le plus fréquent, elle résulte du métamorphisme exomorphe de sédiments normalement ferrifères. C'est le cas des minerais magnétiques exploités en *Normandie*, en *Bretagne* et dans le *Maine*. Ces gisements étant nettement stratifiés, il m'a paru préférable de les passer en revue à leur place stratigraphique (page 339).

Dans d'autres cas, la magnétite résulte d'un apport venant du magma, c'est un produit de la réaction de sédiments calcaires sur les émanations d'origine profonde.

Pyrénées. — *Ariège.* Dans le ravin de Boutadiol, au Sud du lac de Laurenti, près Quérigut, la magnétite constitue un amas à allure filonienne, au contact du granite et des calcaires dévoniens. J'ai montré (*C.R.* CXXVIII. 1467. 1899) que la formation de la magnétite est contemporaine du métamorphisme de ces derniers. En effet, les silicates (grenat, pyroxène, amphibole), qui sont mélangés à la magnétite du gîte et qui accompagnent ce minéral en nids dans le calcaire, appartiennent aux mêmes groupes d'espèces que ceux produits sous l'influence du granite loin des contacts sans être accompagnés de magnétite, mais ils en constituent des espèces plus ferrugineuses : le grenat n'est plus du grossulaire, mais du mélanite ; le pyroxène n'est pas du diopside pâle, mais une sorte d'hédenbergite, etc.

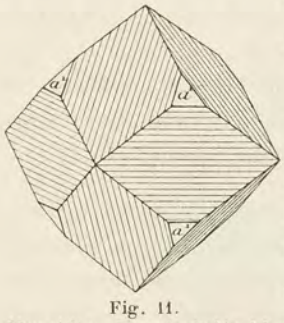


Fig. 11.
Magnétite. Rhombododécaèdre strié ; forme fréquente dans les gisements métallifères.

Quand on s'éloigne du contact, on voit sur son prolongement dans le calcaire, les minéraux métamorphiques englober encore pendant quelques mètres des nodules ou des cristaux de magnétite, puis ceux-ci disparaissent et les silicates reprennent peu à peu leur composition et leur allure normales. La formation de la magnétite est donc due à l'exagération locale de la teneur en fer des émanations ayant accompagné la mise en place du granite.

La magnétite de Boutadiol est très cristalline, riche en géodes que tapissent de gros rhombododécaèdres (1 cm.) rappelant ceux de la magnétite de Traversella et présentant la structure représentée par la figure 11.

Madagascar. — Je dois à M. Villiaume de beaux blocs de magnétite compacte en voie de transformation de martite aux affleurements, qu'il a recueillis au contact de calcaires secondaires, transformés en cornéennes à pyroxène et amphibole et de filons de syénite alcaline, près d'Ampasibitika (dans la baie d'Ampasindava).

Annam. — Il semble que ce soit une origine analogue qu'il faille attribuer au gîte de magnétite de Trong-Loc (province de Quang-Nam), dans lequel des minerais (magnétite grenue et hématite) sont accompagnés de mélanite et de pyroxénites à grenat au contact de calcaires paléozoïques et d'un granite à hornblende. Les échantillons décrits par M. Hubert (*Bull. Muséum*, 1903. 151) m'ont été envoyés par M. Dupouy.

b) *Contact des roches basiques.*

Pyrénées. — Les gisements suivants se trouvent dans des calcaires métamorphisés par la lherzolite ou les ophites.

Basses-Pyrénées. De très beaux octaèdres de magnétite, à faces brillantes, atteignant près d'un centimètre, se trouvent dans des blocs de calcaire très cristallin, englobés dans le gypse à tourmaline de Lys métamorphisé par une ophite.

J'ai trouvé des masses grenues de magnétite dans le calcaire secondaire métamorphisé par la lherzolite du Moun Caou en Louvie-Juzon.

Hautes-Pyrénées. Des octaèdres très nets de magnétite, mais ne dépassant pas 2 mm., abondent dans certains bancs des calcaires métamorphisés par l'ophite de Pouzac (sur le chemin allant de la Sablière à Bagnères-de-Bigorre).

Ariège. C'est dans les mêmes conditions que j'ai rencontré des cristaux de magnétite, à faces brillantes (a^1 et a^1 b^1), dans le gypse et l'anhydrite d'Arnave.

Vosges. — [*Alsace*]. J'ai vu de jolis octaèdres de magnétite (a^1, avec ou sans b^1), associés au grenat et à l'idocrase, dans les calcaires des environs de Framont, métamorphisés par un lamprophyre.

Algérie. — La magnétite se rencontre dans les mêmes conditions que dans les Pyrénées dans les gisements ophitiques algériens ; je citerai comme exemple les calcaires jaunes d'Aïn-Nouissy (*Oran*).

3° *Dans les filons métallifères.*

La magnétite est un minéral accessoire d'un grand nombre de filons ferrifères et en particulier de ceux constitués essentiellement par de la sidérite. En voici quelques exemples.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Des octaèdres de magnétite, pouvant atteindre 4 mm., sont régulièrement distribués (fig. 12), dans la sidérite très finement grenue, exploitée autrefois dans un ravin situé entre Asté-Béon et Louvie-Soubiron.



Fig. 12.
Octaèdres de magnétite dans sidérite. Asté-Béon.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Pyrénées-Orientales. La magnétite a été trouvée en petite quantité dans les mines de fer du Canigou et notamment à Velmanya près Fillols.

Cévennes. — *Gard* et *Lozère*. Des octaèdres nets et des masses grenues de magnétite sont engagés (avec pyrite, blende, etc.) dans la sidérite lamellaire des gîtes de La Valmy (*Gard*) et de Saint-Roman-en-Moissac (*Lozère*). Les arêtes des cristaux que j'ai examinés sont généralement arrondies.

Plateau Central. — *Rhône*. La magnétite a été trouvée sous forme de bandes au mur de l'amas pyriteux, jadis exploité à Chessy ; elle existe aussi en inclusions dans la barytine lamellaire de ce même gisement ; elle la colore en gris.

Vosges. — *Alsace*. Les mines d'hématite de Framont ont fourni de jolis petits octaèdres brillants, noirs, de magnétite transformés en hématite (*martite*). La collection du Muséum possède un gros rhom-

bododécaèdre (4 cm. de diamètre) provenant de la mine de Grandfontaine ; il est constitué par de l'hématite rouge et doit vraisemblablement être considéré comme de la martite.

Alpes. — *Isère*. On a vu aux pages 605 à 607 du tome III que la magnétite constitue un minéral accessoire des filons de sidérite de l'Isère, notamment aux environs d'Allevard, au Cros et à la Sitre et dans la région d'Allemont.

Dans quelques filons métallifères spéciaux.

Je rangerai dans cette catégorie un certain nombre de gisements métallifères, essentiellement constitués par de la magnétite et qui ne rentrent pas dans les types précédents, ou tout au moins sur lesquels je ne possède pas de documents suffisamment précis pour pouvoir leur assigner une place définitive.

Pyrénées. — *Ariège*. Près du Col de Puymorens se trouvent des gîtes très importants, qui sont essentiellement constitués par de la magnétite, mélangée à de l'hématite, à de la limonite et à un peu de sidérite.

Plateau Central. — *Aveyron*. Boisse a signalé des filons de magnétite dans les schistes micacés de Morlhon et aussi aux environs de Savensa (filon de Mas del Puech).

4° Dans les fentes de roches diverses.

La magnétite se rencontre, comme l'hématite, dans les veines quartzeuses qui traversent un grand nombre de roches éruptives ou de roches schisteuses anciennes ; elle y accompagne fréquemment l'épidote.

On la trouve parfois aussi en cristaux distincts dans les druses à cristaux de quartz, d'albite, etc. si fréquentes dans le même genre de gisement. Quelques-uns des plus beaux cristaux de magnétite du Valais se trouvent dans cette catégorie de gisement, qui, en France, est peu riche.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Je dois à M. de Brun la communication d'un échantillon de quartz et de magnétite, associé à de l'épidote

dans une veine quartzeuse, traversant un tuf porphyrique devenu schisteux de Locquemo en Trédrez.

Alpes. — *Hautes-Alpes* et *Isère*. La magnétite se rencontre parfois en petits octaèdres de 1 à 2 mm. dans les fentes à cristaux de quartz et épidote de l'Oisans, ainsi que des régions voisines. Il est assez fréquent de la voir dans des géodes ne contenant avec elle que des cristaux de quartz. Je dois à M. de la Durandière un échantillon de ce genre, provenant des environs de Villard-d'Arène.

5° *Dans les schistes cristallins.*

La magnétite est fréquente dans les schistes cristallins, comme élément essentiel ou comme accident minéralogique ; elle y forme parfois des amas très importants, constituant des gîtes métallifères exploitables. Je considérerai successivement ces deux modalités de gisement.

a) *Comme élément essentiel ou comme accident minéralogique.*

Il serait oiseux de vouloir citer tous les gisements français dans lesquels la magnétite a été signalée au milieu des schistes cristallins (gneiss, micaschistes, chloritoschistes, etc.) ; je ne m'occuperai que de ceux dans lesquels ce minéral se présente avec quelque particularité intéressante. Il y a lieu de citer à cet égard d'une façon spéciale les très jolis octaèdres, que l'on rencontre, souvent uniformément distribués, dans les chloritoschistes.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Des octaèdres de quelques millimètres abondent dans les chloritoschistes précambriens de Plestin.

Morbihan. De jolis octaèdres, atteignant près d'un centimètre, sont engagés dans la chlorite écailleuse de diverses localités de l'île de Groix et notamment dans celle du ravin allant de Locmaria à la mer ; ils accompagnent des cristaux d'albite.

Loire-Inférieure. J'ai recueilli jadis dans la carrière de gneiss de la Ménageraie, près Saint-Viaud, des octaèdres de magnétite (1 cm.), qui sont remarquables par la constance et la facilité des plans de séparation parallèles à a^1 ; ils sont parfois magnétipolaires. Des cristaux semblables se trouvent avec épidote et grenat à la carrière des Pins près Frossay.

La collection du Muséum renferme un échantillon de magnétite compacte, très magnétipolaire, recueilli aux environs de Saint-Nazaire ;

il est probable que son gisement se trouve dans les micaschistes. M. Baret a cité un assez grand nombre de gisements de magnétite dans les schistes cristallins de ce département (*op. cit.* 83. 1898). Le plus intéressant se trouve dans les quartzites précambriens affleurant sur la route de Saint-Gildas-des-Bois à Missillac, depuis le Gué-aux-Biches jusqu'au Moulin de Perny ; ces roches renferment de nombreux octaèdres de magnétite.

Plateau Central. — *Corrèze.* A Saigne, sur la route de la Croix de Leyrat, à 5 kilom. de Tulle, abondent des blocs de magnétite compacte, accompagnés parfois d'octaèdres (5 à 6 mm.), que m'a communiqués M. Puyaubert. Ce minéral provient probablement de la désagrégation des amphibolites du sous-sol.

Allier. Les schistes verts, dans lesquels se trouve le filon d'érubescite de Charrier en la Prugne, renferment, au voisinage de celui-ci, de la magnétite, qui devient localement assez abondante pour former la masse presque tout entière. L'examen microscopique y décèle en outre une chlorite, du grenat.

Alpes. — *Savoie.* Des octaèdres nets de magnétite abondent dans les calcschistes des environs de Bessans (ruisseau descendant vers le Sud-Est du Glacier de Mean Martin).

Hautes-Alpes. M. Termier a rencontré des octaèdres de magnétite dans une roche de riebeckite et d'épidote, provenant du Pic Traversier dans la vallée de Saint-Véran (*B. S. M.* XXVII. 268. 1904).

Corse. — De très beaux octaèdres de magnétite se trouvent en grande quantité dans certains schistes chloriteux de l'île et notamment aux environs de Brando, d'Erbalunga.

Congo. — Des quartzites à magnétite sont très développés au Congo, notamment sur les bords de l'Ogooué, en amont de N'Djolé, d'après une communication que m'a faite M. Arsandaux.

Madagascar. — La magnétite est extrêmement abondante dans les schistes cristallins de toute l'île et particulièrement dans les gneiss et les quartzites ; elle s'y trouve en petites masses ou en cristaux octaédriques, dépassant parfois 2 cm. de plus grande dimension et présentant fréquemment les plans de séparation suivant a^1 ; les cristaux plus petits que l'on recueille dans les alluvions présentent sou-

vent la combinaison a^1 b^1. La collection du Muséum renferme en particulier de jolis cristaux isolés provenant du Mont Tsinoriha au N.E.-de-Fort-Dauphin et d'un point situé à 60 km. de la côte Est par le 14° de latitude. Elle s'y rencontre aussi parfois en masses importantes, qui sont à rapporter au type faisant l'objet du paragraphe suivant. Comme particulièrement intéressants, je citerai les quartzites à magnétite, qui, aux environs de Mevatanana, renferment quelquefois de l'or natif.

Ces cristaux ou ces débris de couches abondent dans les terres rouges de décomposition superficielle et dans le lit des rivières qui les démantellent ; c'est un des minéraux qui se trouve le plus fréquemment dans les collections rapportées de la grande île par les voyageurs. La transformation plus ou moins complète en hématite (martite) est fréquente. Cette magnétite est parfois magnétipolaire ; elle n'est généralement pas titanifère.

Elle constitue le principal minerai de fer malgache, dont il est question plus loin.

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. Les leptynites des environs de Saint-Yrieix-la-Perche renferment des cristaux de magnétite offrant des plans de séparation suivant a^1.

Nouvelle-Calédonie. — La magnétite se rencontre assez abondamment et fort bien cristallisée dans les schistes cristallins du Nord-Ouest de l'île et d'une façon particulière dans les quartzites à glaucophane (avec fréquemment plans de séparation suivant a^1) et dans les chloritoschistes (octaèdres atteignant 1 cm.) de la vallée du Diahot. A Galarino, ce minéral est accompagné de gros prismes basés jaune d'apatite. Je l'ai vu aussi engagé dans les amphibolites et notamment dans celles à glaucophane, dans des roches essentiellement constituées par de l'hématite écailleuse, de l'almandin et un peu de quartz, enfin dans d'autres riches en chlorite et en albite.

b) *En amas.*

Plateau Central. — *Aveyron*. Des amas lenticulaires de magnétite grenue se trouvent dans le gneiss de la rive gauche de l'Aveyron à la Montagne de Combenègre, près Villefranche [Dufrénoy (*A. M.* III. 60. 1828)]. Le même minéral est aussi disséminé dans les gneiss à la façon de l'hématite dans l'itacolumite.

Maures. — *Var*. Le gisement ferrifère de Collobrières est situé à 5 ou 6 km. au Sud-Est du bourg et à 150 mètres au-dessus du fond de la vallée. Il renferme un minerai, jadis exploité, composé de magnétite, souvent mélangée de grenat almandin et de grünérite, auxquels il faut ajouter la fayalite, que j'y ai découverte il y a quelques années (*C. R.* CXXX. 1778. 1910). La roche ainsi constituée est intercalée dans les micaschistes ; elle forme une série d'assises, ayant 30 mètres d'épaisseur totale et présentant de grandes variations dans les proportions relatives de ses composants. Il n'existe pas de grandes masses de magnétite absolument dépourvues de silicates.

Cette magnétite est fréquemment magnétipolaire; elle se trouve en octaèdres distincts dans des lits pauvres en grenat et riches en grünérite.

Un autre gisement se rencontre sur le côté opposé de la vallée, au Nord-Est de Collobrières (flanc sud du Mont Sauvette). Il consiste en une sorte de micaschiste, dont le mica et le quartz seraient remplacés par de la magnétite granuleuse.

Algérie. — *Alger*. Lits de magnétite grenue dans les schistes anciens d'Aïn-Oudrer au Sud-Est d'Alger.

Constantine. D'importants gîtes de magnétite sont exploités dans la région de Bône, près du lac Fezzara, au pied de l'Edough. Ce sont ceux d'Aïn-Mokra (Mokta-el-Hadid), de Karézas et de Bou-Hamra. La magnétite grenue y forme des amas, associés aux cipolins de la partie supérieure des schistes cristallins ; ils ont été suivis sur près de 2 kilomètres, le long desquels ils présentent des renflements et des amincissements. Ils sont intercalés au contact de micaschistes très grenatifères et de cipolins, auxquels ils passent par l'intermédiaire d'une zone très riche en calcite ; on rencontre aussi la magnétite dans les cipolins eux-mêmes. A un niveau inférieur de la série cristallophyllienne se trouvent des amas moins importants du même minerai : ils sont associés à une pyroxénite constituée par de l'hédenbergite souvent accompagnée de grenat.

Le minerai de tous ces gisements est de la magnétite grenue, plus ou moins mélangée d'hématite, surtout aux affleurements, où elle est aussi en partie transformée en limonite, renfermant dans ses cavités de la ranciéite, de la psilomélane. Il existe enfin un peu de pyrite, de galène,

de chalcopyrite dans les calcaires du toit et dans les argiles du mur des amas.

Le gisement de Medja-Rassoul, situé à l'extrémité du lac Fezzara, est analogue au précédent.

La magnétite se rencontre en rognons isolés dans les cipolins du Cap de Garde, à 12 km. de Bône.

Afrique occidentale. — *Guinée*. C'est probablement des schistes cristallins que proviennent des échantillons de magnétite compacte, que possède la collection du Muséum et qui sont indiqués comme ayant été recueillis sur la terre ferme, non loin de Konakry.

Côte d'Ivoire. Des quartzites à magnétite, dans lesquels ce minéral est en voie de transformation en hématite (martite), se trouvent dans la Guinée à Konian (Cercle de Beyla) et entre Kissi et Sampouyara.

Sur la frontière de la Guinée, de la Côte d'Ivoire et de Libéria, M. Chevalier a exploré une haute falaise se dressant sur le granite gneissique ; elle est formée par les mêmes roches. Dans les échantillons recueillis à la Montagne de Nzo, que j'ai étudiés, certains lits de magnétite renferment des cristaux à clivages octaédriques distincts.

Madagascar. — Des amas ou simplement des concentrations de magnétite, parfois en partie transformée en martite, dans les schistes cristallins constituent le principal minerai de fer malgache.

Voici quelques gisements cités comme exemples : dans le secteur de Manjakandriana : Mantasoa, Ambatolampy, Marorangotra ; dans le secteur d'Imerinarivo : Mahatsara et les districts d'Imerinarivo, Ambohitrandriamanitra, Ambohinaorina, Amboronosy ; dans le secteur d'Andramasina : Ambohimanoa, Manarintsoa, Tsiazompaniry ; dans le cercle d'Ankazobe, Moratelo. Des exploitations ont existé dans le Betsileo au Nord-Est d'Ambohimaha.

Dans l'extrême-Sud, la magnétite abonde dans la région de Fort-Dauphin.

6° *Dans les roches sédimentaires*.

La magnétite se rencontre dans un certain nombre de gisements sédimentaires. Elle n'y existe en quantité notable que dans les terrains paléozoïques : partout ailleurs, elle ne constitue généralement qu'un

accident minéralogique. Elle ne s'est pas déposée sous cette forme, elle constitue d'ordinaire un minéral métamorphique, résultant de la transformation d'autres minerais de fer (sidérite, hématite, limonite). Dans les gisements paléozoïques, la transformation s'est souvent effectuée sous l'influence de roches éruptives et particulièrement sous celle du granite. Ces gisements pourraient donc être traités page 331.

a) *Comme accident minéralogique.*

Ardenne. — *Ardennes.* Les schistes ardoisiers cambriens sont localement riches en magnétite octaédrique ; à signaler en particulier les gisements de Monthermé, Deville, Rimogne, Renwez et d'autres situés au delà de la frontière, en *Belgique.* Ces cristaux sont parfois transformés en hématite (martite).

b) *En couches et en amas.*

a) *Dans les formations paléozoïques.*

Normandie[1]. — *Manche.* Les gîtes anciennement exploités de Diélette sont constitués par un minerai schisteux, mélange d'hématite et de magnétite, associé à des roches grenatifères au contact du dévonien et du granite.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord. Morbihan.* Des gisements de magnétite se rencontrent à Sainte-Brigitte aux Salles de Rohan (*Morbihan*) dans le silurien et à la minière du Bas-Vallon [forêt de Lorges près de Quintin (*Côtes-du-Nord*)] dans le dévonien métamorphisé par le granite ; c'est dans ces gisements que se trouve la *havalite*, décrite page 399, tome I (voir fig. 1, p. 400, la disposition de la magnétite, qui indique l'existence d'anciennes oolites).

Maine et Anjou[1]. — *Sarthe.* Des gisements analogues se rencontrent à Fresnay-le-Vicomtat, etc

Maine-et-Loire. D'importants gisements de magnétite ont été exploités dans les grès à bilobites qui, entre Château-Gontier et Angers, forment une série de bandes parallèles, intercalées dans les schistes plus ou moins ardoisiers. Les gisements les plus importants sont ceux de Charmant en l'Hotellerie près Segré, de Noyant, de La

1. Au moment du tirage de cette feuille, paraît un mémoire de M. Cayeux sur les *Minerais de fer primaires* (*Étude gîtes minér. France.* Paris, 1909), dans lequel il démontre que ceux-ci ont tous été oolithiques à l'origine.

Gravoyère, de Vaududon, du Minguet. La magnétite y domine en profondeur, mais, au voisinage de la surface, elle se transforme en hématite, puis en limonite. Ces diverses étapes de transformation s'observent parfois périphériquement autour de blocs englobés dans les argiles ferrugineuses des affleurements.

J'ai pu étudier ces minerais grâce à l'obligeance de M. Davy, qui a décrit leur gisement (*Bull. Soc. industr. minér. de Saint-Étienne*, IX. 1880). La magnétite y constitue parfois des masses fort pures, à grains extrêmement fins, parfois friables ; on la trouve aussi dans des minerais oolitiques riches en bavalite.

Plateau Central. — *Rhône*. Une tentative d'exploitation a été faite à Lantignié sur un gîte de magnétite, qui paraît s'être produit sous l'influence du granite au contact des cornéennes. Ce gisement est surtout intéressant à cause de l'abondance du mélanite, qui est l'une des gangues de la magnétite.

Saône-et-Loire. C'est probablement à un gisement du même genre qu'il faut rapporter celui des Epériaux près de la grande Verrière : la magnétite s'y trouve au contact d'une diorite (endomorphe) et de cornéennes et de poudingues amphiboliques, considérés par M. Albert Michel-Lévy comme dévoniens, ainsi que le gisement précédent.

b) *Dans les formations secondaires.*

Plateau Central. — *Aveyron*. La magnétite accompagne l'hématite et la limonite dans le calcaire liasique de Vieuzac et en épigénise les fossiles.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle* et [*Lorraine*]. La magnétite en petits grains ou en octaèdres distincts se rencontre dans les minerais de fer oolithiques liasiques ; c'est elle qui donne à ces minerais le pouvoir magnétique qu'ils possèdent quelquefois ; elle s'observe particulièrement dans les minerais verdâtres, constitués par de la berthiérine (voir tome I, p. 401).

Jacquot a signalé (*Descr. géol. et minér. Moselle*. 1868. 415) de beaux cristaux de magnétite dans le calcaire à polypiers de Vaux et aussi à Jussy [*Lorraine*].

c) *Dans les formations tertiaires.*

Les minerais de fer en grains du sidérolitique et notamment ceux du *Berri* et de la *Franche-Comté*, sont parfois en partie constitués par de la magnétite (voir tome III, page 390).

La collection du Muséum renferme un échantillon de ce genre provenant du bois de la Pannetière près le Mans (*Sarthe*).

d) *Dans les alluvions anciennes ou modernes.*

L'extrême diffusion de la magnétite dans les roches les plus diverses, la densité assez grande, la dureté notable et la résistance relative de ce minéral aux agents atmosphériques expliquent qu'il se rencontre en quantité plus ou moins grande dans tous les sables, dans toutes les alluvions, formés par la désagrégation de toutes les roches précitées. En même temps, sa fragilité fait comprendre pourquoi on le trouve surtout dans les produits les plus fins de ces sédiments.

L'abondance de la magnétite, de même que la nature des minéraux qu'elle accompagne, est naturellement fonction de la constitution pétrographique des régions traversées par les rivières, ou des côtes où on l'observe. Quand il s'agit des côtes, il y a lieu en outre de tenir compte des courants, qui peuvent l'amener de loin [1].

On comprend dès lors pourquoi la magnétite alluvionnaire est surtout abondante dans les régions constituées par des roches basiques et dans les régions volcaniques, telles que le *Plateau Central* [2], la *Martinique*, la *Guadeloupe*, le *Massif central de Madagascar*, *la Réunion*, *Tahiti*, etc. Certains sables peuvent même être tellement riches en magnétite et en ilménite, qu'ils constituent un véritable minerai de fer.

Dans les sables à éléments très roulés, la magnétite est généralement dépourvue de formes géométriques, mais quand leurs éléments n'ont pas été trop charriés et surtout quand ils sont un peu gros, on rencontre presque toujours des octaèdres plus ou moins nets.

Dans ces gisements alluvionnaires, grâce à une préparation mécanique naturelle, la magnétite se concentre en certains points d'une

1. Tel est le cas par exemple pour la magnétite si abondante dans l'*alios* des Landes.

2. A ces alluvions, il faut ajouter les conglomérats boueux, notamment ceux des pentes du massif du Mont-Dore [en particulier ceux de Perrier près Issoire (*Puy-de-Dôme*)].

façon plus ou moins complète et tous ceux[1] qui ont parcouru une plage sableuse renfermant ce minéral ont pu voir se faire sous leurs yeux des concentrations de ce genre. C'est grâce à un mécanisme analogue, mais produit par la main de l'homme, que la magnétite et l'ilménite constituent le minéral le plus abondant des fonds de batée des lavages aurifères.

Dans les régions à roches basiques, on constate d'une façon constante que la magnétite est plus ou moins titanifère, alors que dans les régions de granite ou de gneiss acides, il est fréquent de ne pas trouver trace de titane dans la magnétite, ainsi séparée de l'ilménite; c'est ce que j'ai constaté récemment dans des sables provenant des lavages aurifères du Mananjary à Madagascar.

7° *Dans les produits d'usine ou d'incendie.*

Boussingault a décrit (*C.R.* LXXXIII. 1007. 1876) de beaux octaèdres réguliers en trémies de magnétite, formés avec hématite dans un four des forges de Ria (*Pyrénées-Orientales*), où l'on grillait de la sidérite.

La magnétite se forme, on le sait, aux dépens du fer chauffé au contact de l'air[2] dans un milieu peu oxydant. Les objets ainsi transformés dans les incendies peuvent conserver leur forme ; souvent ils se boursouflent ou fondent en masses caverneuses, dans lesquelles se produisent des octaèdres nets de magnétite. J'en ai rencontré de ce genre dans des produits de l'incendie du château de Saint-Cloud (*Seine*) et dans ceux de Saint-Pierre (*Martinique*).

Dans ce dernier incendie, il s'est produit des modifications minéralogiques nombreuses (voir à *gahnite*), que j'ai étudiées (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904). Dans les ruines de la maison d'un marchand de fer, transformée en une masse continue par la fusion des murs (andésite) avec de nombreux objets métalliques, j'y ai trouvé des masses de magnétite, ayant la grosseur des deux poings, dont la cas-

1. Pendant mon séjour à la *Martinique*, j'ai souvent suivi avec intérêt sur les plages plates, notamment au Carbet et sur la côte Nord, entre Basse-Pointe et Grand-Rivière, les séparations de ce genre, accumulant dans des rides concentriques la magnétite et l'ilménite d'une part, l'hypersthène, avec un peu d'augite, d'une autre.

2. C'est en vertu de cette propriété que la magnétite se trouve dans la croûte fondue très mince de toutes les *météorites pierreuses* renfermant du fer métallique.

sure, finement grenue, rappelle celle de la magnétite de beaucoup de gisements naturels.

Dans les scories de ces incendies, comme dans tous les laitiers et scories d'usines, l'examen microscopique montre des cristaux et surtout des cristallites de magnétite des plus intéressants pour l'étude de la genèse de ce minéral dans les magmas fondus.

FRANKLINITE

$(Zn,Mn)Fe^2O^4$

Cubique.

Formes observées. a^1 (111).

Clivages. Parfois plans de séparation suivant a^1. Cassure conchoïde à inégale.

Dureté. 5,5 à 6,5. Fragile.

Densité. 5,07 à 5,22.

Coloration et éclat. Noire de fer. Poussière brun rouge à noir. Éclat métallique.

Propriétés optiques. Opaque.

Propriétés magnétiques. Faiblement magnétique.

Composition chimique. La formule $(Zn,Mn)Fe^2O^4$ correspond à la composition ci-contre, dans le cas où Zn : Mn = 2 : 1, mais dans la nature, ce rapport est variable ; une partie du Fe^2O^3 peut en outre être remplacée par Mn^2O^3.

Fe^2O^3	67,1
ZnO	22,9
MnO	10,0
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Infusible ; avec le borax, donne au feu oxydant la perle violette du manganèse et au feu réducteur la couleur vert bouteille du fer.

Chauffée avec la soude, colore celle-ci en vert (manganèse) et donne un enduit d'oxyde de zinc, plus distinct, quand on a ajouté du borax.

Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Se distingue de la magnétite par son magnétisme moins fort, par les réactions du manganèse et du zinc, accompagnant celles du fer.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La franklinite est connue dans un très petit nombre de gisements métallifères, qui ne sont pas réalisés en France; je l'ai observée seulement dans les conditions suivantes :

Antilles. — *Martinique.* Dans celles des scories de l'incendie de Saint-Pierre, qui sont riches en fragments de zinc, j'ai rencontré, en l'absence de la gahnite, des octaèdres opaques, d'une magnétite zincifère, qui peut être considérée comme une franklinite, dépourvue de manganèse. C'est probablement au même minéral qu'il faut rapporter une partie des octaèdres opaques accompagnant la gahnite.

CYMOPHANE

(*CHRYSOBÉRYL*)

$Gl\,Al^2\,O^4$

Orthorhombique : $mm = 119°46'$ (Dx) [1].

$b : h = 1000 : 406{,}611 \qquad D = 865{,}005 \qquad d = 501{,}762.$

$[a : b : c = 0{,}58007 : 1 : 0{,}47007]$

Macles. Macle de contact ou de pénétration suivant g^2 (130), souvent répétée, donnant un assemblage à symétrie pseudohexagonale, avec ou sans angles rentrants.

Faciès. Les cristaux sont d'ordinaire plus ou moins aplatis suivant p (001); les faces p sont striées parallèlement à l'arête pg^1; les macles deviennent très distinctes grâce à l'entrecroisement de ces stries suivant des angles presque rigoureusement à 60° et 120°.

1. Beaucoup d'auteurs, et en particulier M. Dana, ont adopté une forme différente; celle employée ici a été préférée par analogie avec celle des péridots, comme mettant mieux en évidence la forme limite du minéral.

Lx.		Lx.	
m (110)	$= e^1$ (011)	p (001)	$= h^1$ (001)
h^1 (100)	$= p$ (001)	$b^{1/2}$ (111)	$= b^{1/2}$ (111)
g^1 (010)	$= g^1$ (010)	$e^{1/3}$ (031)	$= g^2$ (130)

Clivages. Clivages assez faciles suivant m (110), peu nets suivant g^1 (010) et p (001). Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 8, 5. Fragile.

Densité. 3,5 à 3,84.

Coloration et éclat. Jaune d'or et diversement teintée de jaune et de vert. La variété *alexandrite* est d'un vert olive, avec des reflets rouges; elle apparaît rouge quand on l'examine à la lumière artificielle.

Éclat vitreux, très vif, un peu gras. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010) et bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) normale à h^1 (100).

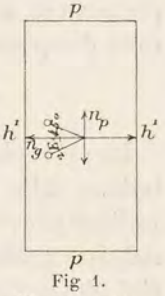


Fig 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

L'écartement des axes est très variable suivant les plages d'un même cristal. Des Cloizeaux a trouvé certaines plages troubles des cristaux du Brésil uniaxes pour les rayons rouges, alors que pour les rayons bleus, les axes sont peu écartés dans un plan parallèle à p. D'autres plages ont leurs axes dans cette direction pour toutes les couleurs du spectre. Une élévation de température rapproche les axes parallèles à p et écarte ceux qui sont parallèles à g^1. Cette transformation est réversible, mais devient permanente, si la température a été poussée plus haut.

$$\mathbf{n}_g = 1{,}7565 \text{ (Dx.) (Na)}$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}7484$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}7470$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0095$$
$$\text{d'où } 2\,V = 45°20' \quad 2\,E = 84°43'$$

Pléochroïsme. Pléochroïque en lames très épaisses, dans la variété alexandrite.

$\mathbf{n}_g$ = vert émeraude
$\mathbf{n}_m$ = jaune orangé
$\mathbf{n}_p$ = rouge.

Composition chimique. La formule $GlAl^2O^4$ répond à celle des spinelles : elle correspond à la composition suivante :

Al^2O^3	80,2
GlO	19,8
	100,0

Essais pyrognostiques. Comme le spinelle. Les réactions de la glucine (précipitation de cristaux monocliniques maclés d'oxalate double de glucinium et de potassium par addition d'oxalate de potassium dans une solution sulfurique) peuvent être obtenues après attaque du minéral par fusion avec du sulfate de calcium.

Diagnostic. La dureté, la densité, jointes aux propriétés optiques, permettent de distinguer facilement la cymophane des autres minéraux d'aspect similaire.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cymophane est un minéral des pegmatites et des schistes cristallins. Elle se trouve en cristaux isolés dans les alluvions gemmifères provenant de la destruction des gisements précédents ; elle y subsiste grâce à sa grande dureté et à son inaltérabilité, jointes à sa densité élevée.

Madagascar. — J'ai trouvé la cymophane parmi les pierres lourdes des alluvions aurifères de Belambo près Mévatanana. Elle y constitue des grains roulés, ayant en moyenne 4 millimètres de diamètre. Ils sont d'un beau jaune d'or, transparents et peuvent être employés comme pierres précieuses. J'en ai fait tailler de fort jolies petites pierres, pesant 1/2 carat.

Ce minéral est accompagné de corindon, de spinelle vert clair, de tourmaline, de grenats, etc. ; il ressemble beaucoup à la cymophane de Miñas-Geraes, bien que d'une couleur plus foncée ; son origine doit être certainement recherchée dans les roches granitiques du Massif central.

La cymophane se trouve sous la même forme dans les alluvions d'Ifempina, près d'Ambositra, avec corindon, topaze, almandin, spessartine orangée, béryl, zircon, etc.

Gisement incertain.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* D'après Bouillet (*Topog. Minér.* 116), Mossier aurait trouvé la cymophane dans un granite à grains fins des environs de Clermont, entre Chanat et Ternant. Cette observation n'a jamais été confirmée et je n'ai pu trouver trace de ce minéral dans aucune collection locale.

BORATES

HAMBERGITE

$Gl^2(OH)BO^3$

Orthorhombique : $mm = 102°46'$.

$b : h : 1000 : 567,85$ $\quad D = 781,33$ $\quad d = 624,11$.

$[a : b : c = 0,79877 : 1 : 0,72676$ (Brögger)].

Formes observées. p (001); m (110), h^1 (100), g^1 (010), h^3 (210); $x = (b^{1/3} b^{1/9} g^{1/2})$ (362).

Les angles suivants ont été mesurés sur un cristal de Madagascar.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
$*mm$ s. g^1	77°14	77° env.	$*pe^1$	143°59'30''	
mg^1	128°24'	128° —	e^1e^1	107°59'	
mh^1	141°13'	141° —	h^3x	138°53'	138°20'
mh^3	163° 9'	163° —	xx	120° 6'	121° 0'
h^3 g^1	111°46'	112°28'			
h^1h^3	158°14'	158°22			
h^1g^1	90°	90° —			

Faciès des cristaux. Les cristaux, toujours de grande taille, sont allongés suivant l'axe vertical. Les faces h^1 sont très cannelées verticalement (figures de corrosion superposées).

Figures de corrosion. Les figures de corrosion sont très nombreuses. Sur h^1, elles sont allongées suivant l'axe vertical; sur g^1 parallèlement à a et enfin sur p, suivant l'axe b.

Clivages. Clivages, extrêmement facile suivant g^1 (010) et très facile suivant h^1 (100), donnant tous deux des lames remarquablement planes et brillantes, qui rappellent à ce point de vue les clivages basiques de la topaze blanche. Cassure conchoïdale.

Dureté. 7, 5.

Densité. 2,36 (Madagascar).

Coloration et éclat. Incolore ou blanche, parfaitement transparente ou seulement translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) perpendiculaire à p (001).

$\mathbf{n}_g = 1{,}6272$ (Na) Madagascar.
$\mathbf{n}_m = 1{,}5864$
$\mathbf{n}_p = 1{,}5530$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0742$, d'où $2V = 86°22'$

Composition chimique. La formule $Gl^2(OH)BO^3$ ou $4\,GlO.B^2O^3 + H^2O$, correspond à la composition *a*).

b) Analyse de la hambergite de Madagascar par M. Pisani (*in* A. Lacroix, *op. cit.*).

	a	*b*
B^2O^3	37,1	35,10
GlO	53,3	54,80
Na^2O	»	tr
K^2O	»	tr
H^2O	9,6	10,95
	100,0	100,85

Essais pyrognostiques. La hambergite n'est modifiée par la chaleur qu'à haute température ; elle perd alors de l'eau, devient blanche et fragile, mais ne fond pas au chalumeau.

Insoluble dans les acides, sauf dans l'acide fluorhydrique à chaud. Le produit de l'attaque, évaporé à sec et additionné d'alcool, colore la flamme de celui-ci en vert. Réactions de la glucine.

Diagnostic. L'inégale facilité des clivages prismatiques et leur rectangularité, jointes à leurs propriétés optiques et notamment à leur haute biréfringence, enfin la faible densité permettent aisément de distinguer la hambergite du triphane incolore, qui, à Madagascar, se rouve dans les mêmes gisements. Les réactions chimiques complètent le diagnostic.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — La hambergite n'était connue que par un seul échantillon trouvé par M. Brögger dans une pegmatite de syénite alcaline du Langesundfjord ; je l'ai rencontrée récemment (*B.S.M.* XXXII.

320. 1909 et XXXIII. 49. 1910) parmi des minéraux, provenant d'un gisement riche en tourmaline lithique, Anjanabonoana, au sud-ouest Betafo, que je dois à M. Buhan, puis dans le gisement de Maharitra, (massif du Mont Bity).

Les échantillons d'Anjanabonoana sont des fragments de cristaux, parfaitement limpides, trouvés sur le sol dans une terre rouge, avec quartz, rubellite, triphane, ils ne sont adhérents à aucune gangue et ne renferment en inclusions aucun autre minéral, mais proviennent

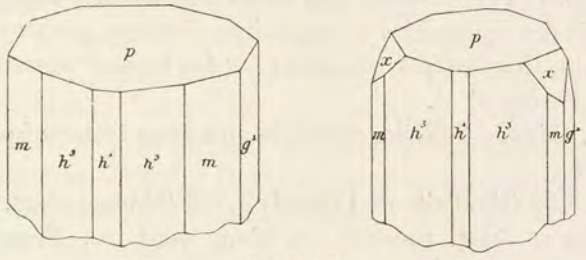


Fig. 1 et 2.
Hambergite de Maharitra.

certainement de pegmatites ; à Maharitra, ils ont été recueillis dans la pegmatite même avec triphane, rubellite, béryl, etc.

Le plus gros cristal d'Anjanabonoana, que j'ai examiné, mesure 8 cm. 5 suivant l'axe vertical, 4 cm. suivant b et 3 cm. 5 suivant a ; il ne représente cependant que la moitié au plus d'un cristal divisé par un clivage g^1 ; il en existe de plus gros. Il possède les faces g^1, h^1, m, h^3. Le plus souvent, la hambergite est trouvée sous la forme de solides rectangulaires, limités par les clivages h^1 et g^1 et, à leurs deux extrémités, par des cassures conchoïdes ou par une surface courbe voisine de p. J'ai vu un fragment de cristal terminé par une face p terne.

Les cristaux de Maharitra (fig. 1 et 2) ne dépassent pas 4 cm. suivant l'axe vertical ; les faces h^3 (210) sont souvent prédominantes dans la zone verticale. Sur un échantillon, j'ai observé la pyramide x (362), dont je ne donne le symbole que sous réserve, étant donnée l'imperfection des mesures prises sur ce cristal peu réfléchissant.

RHODIZITE

$B^{12}Al^{6}Gl^{4}(Li,K,Na,H)^{8}O^{35}$

Cubique, tétraédrique.

Formes observées. p (100) ; b^1 (110) ; $+ 1/2\ a^1$ [π (111)], $- 1/2\ a^1$ [π ($1\bar{1}1$)].

Faciès. La rhodizite se présente toujours en cristaux distincts, dans lesquels dominent soit $+1/2\ a^1$ [π (111)] (fig. 1 et 2), soit b^1 fig. 3).

Le tétraèdre (111) possède des stries parallèles à ses côtés et supporte parfois des pyramides triangulaires, formées par des lamelles a^1 décroissantes, limitées par des plans b^1 ; les faces b^1 sont striées parallèlement à l'arête $a^1\ b^1$.

Clivages. Clivage difficile, parallèle aux faces tétraédriques.

Dureté. 8.

Densité. 3,38 (rhodizite de l'Oural) 3,305 (Madagascar).

Coloration et éclat. Incolore ou blanc verdâtre. Transparente ou translucide. Poussière blanche.

Éclat vitreux un peu gras.

Propriétés optiques. Les phénomènes biréfringents sont du type de ceux de la boracite, mais peu distincts dans la rhodizite de Madagascar : ils ne disparaissent pas à une haute température comme dans la boracite.

$$n = 1{,}69\ (Na)$$

Pyroélectricité. Pyroélectrique.

Composition chimique. La formule $B^{12}Al^{6}Gl^{4}(Li,K,Na,H)^{8}O^{35}$ ou $6\ B^2O^3, 3\ Al^2O^3, 4\ GlO, 4\ (Li,K,Na,H)^2O$ est celle qui se rapporte à l'analyse *a*) de la rhodizite d'Antandrokomby par M. Pisani (*in* A. Lacroix, *op. cit.*); *b*) est la même analyse, calculée après déduction d'une petite quantité de triphane, mise en évidence par l'examen microscopique et auquel est attribuable la silice de l'analyse *a*).

	a	*b*
B^2O^3.....	40,60	41,69
Al^2O^3	30,50	30,70
GlO.....	10,10	10,36
Li^2O.....	7,30	7,36
$K^2O(+Cs^2O)$	5,90	6,05
Na^2O	3,30	3,38
SiO^2.....	1,36	»
Perte au feu	0,45	0,46
	99,51	100,00

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond difficilement en un verre blanc. Colore la flamme d'abord en vert, puis en rouge. Insoluble dans tous les acides.

Diagnostic. La forme tétraédrique, la grande dureté, la résistance aux acides et les réactions pyrognostiques sont caractéristiques de la rhodizite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — La rhodizite n'était jusqu'ici connue que comme extrême rareté en petits cristaux implantés sur la rubellite de l'Oural. Je l'ai signalée (*C. R.* CXLIX, 896, 1909 et *B. S. M.* XXXIII. 40. 1910.) à Madagascar, d'après un petit cristal de la région du Mont Bity (sans indication plus précise), qui m'avait été donné comme constituant peut-être du diamant et d'après des cristaux plus gros, que je dois à M. Dabren, qui les a recueillis dans le filon d'Antandrokomby.

Ces derniers ont 1 cm. 5 de diamètre ; leur forme est reproduite par les figures 1 à 3; les faces du tétraèdre dominant présentent les particularités de structure, décrites plus haut. Le faciès trapézoédrique

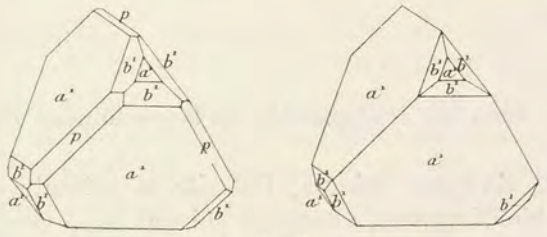


Fig. 1 et 2.
Rhodizite d'Antandrokomby.
(*Faciès tétraédrique*).

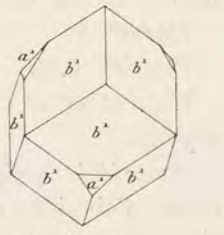


Fig. 3.
Rhodizite d'Antandrokomby
(*Faciès rhombododécaédrique*).

(fig. 1 et 2) est le plus fréquent; le premier cristal que j'ai examiné est aplati suivant a^1.

A Antandrokomby, la rhodizite est incluse dans le triphane pierreux, qui, sur le bord du filon, constitue, avec le quartz, l'élément prédominant de la pegmatite. Celle-ci renferme, en outre, de la tourmaline rose et verte et de petits octaèdres de microlite.

L'analyse donnée plus haut diffère de celle de la rhodizite de l'Oural publiée par Damour (*B. S. M.* V. 97. 1882), mais cette dernière a été

faite sur 0 gr. 132 de matière, et il est fort probable qu'elle demande révision. Il est à remarquer en particulier que l'alumine y est sensiblement égale à la somme ($Al^2O^3 + GlO$) du minéral de Madagascar. Celui-ci paraît donc être une variété lithique de rhodizite, à moins qu'il ne constitue une espèce distincte qui, dans ce cas, serait extrêmement voisine de la rhodizite.

ULEXITE

(*BORONATROCALCITE*)

$NaCaB^5O^9 + 8\,H^2O$

Monoclinique ?

Formes et faciès. L'ulexite forme des agrégats, souvent globuleux, de fines aiguilles entremêlées, qui présentent parfois l'aspect et la texture de balles de coton.

Dureté. 1.

Densité. 1,65.

Coloration et éclat. Blanche, transparente en lames minces. Éclat soyeux.

Propriétés optiques. En lames minces, l'ulexite se présente sous forme d'aiguilles peu biréfringentes, allongées suivant $\mathbf{n}_m$, car leur allongement est de signe variable : l'obliquité maximum de l'extinction est faible.

Saveur. Insipide.

Composition chimique. La composition théorique correspondant à la formule $Na\,Ca\,B^5O^9 + 8\,H^2O$ ou $Na^2O, 2CaO, 5B^2O^3 + 16H^2O$ est la suivante :

B^2O^3.....	43,0
CaO.....	13,8
Na^2O	7,7
H^2O.....	35,5
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne beaucoup d'eau. Fond facilement en un verre incolore et se gonfle ; le minéral colore tout d'abord la flamme en jaune intense, mais, après avoir été humecté avec de l'acide chlorhydrique, il donne une flamme d'une coloration fugitive vert foncé (bore).

Un peu soluble dans l'eau chaude ; l'ulexite est facilement soluble dans les acides.

Diagnostic. Les réactions du bore permettent de distinguer l'ulexite des minéraux blancs fibreux ayant des caractères extérieurs analogues, à l'exception cependant de la howlite, qui donne en outre les réactions de la silice et ne contient pas de sodium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le principal gisement de l'ulexite se trouve dans d'anciens lacs, aujourd'hui desséchés, de certaines régions désertiques (Chili, Névada, Californie, etc.) et y constitue parfois un véritable minerai d'acide borique, mais on la trouve aussi comme simple accident minéralogique, au milieu du gypse de la Nouvelle-Écosse ; c'est un gisement du même genre que j'ai à décrire ici.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle.* Gaillardot a signalé (*Précis trav. Soc. roy. sc. lettr. Nancy de 1824-1827-1829*, p. 50) l'existence, dans le gypse compact de Lunéville, de rognons parfois sphériques et pouvant atteindre 2 cm. d'une substance blanche fibreuse, qu'il attribuait à la boracite. Des Cloizeaux y a constaté (*op. cit.* II. 12. 1874) l'absence du magnésium et l'existence du calcium : il l'a rapportée à l'hayésine. On sait que ce nom a été donné en 1850 par Dana (*Miner.* 217) à un minéral décrit par Hayes, comme un borate de calcium hydraté, mais des analyses faites plus récemment mettent en doute l'existence de cette espèce ; ils renferment tous, en effet, du sodium et sont par suite à rapporter à l'ulexite.

La collection du Muséum possède trois échantillons de cette substance ; ils sont indiqués comme provenant l'un, des environs de Lunéville sans plus de précision, les autres, de Foulcrey et de Bathelément-lès-Bauzemont près Arracourt ; ils sont identiques, leur gangue est constituée par un gypse compact jaune, porphyroïde.

La quantité de matière que j'ai à ma disposition est insuffisante pour permettre une analyse complète, mais j'ai pu constater qualita-

tivement l'existence de tous les éléments caractéristiques du minéral et en outre faire doser la perte au feu, qui est de 34,5 %. Ces constatations, jointes à celle des propriétés physiques, ne laissent donc aucun doute sur l'assimilation de ce minéral à l'ulexite.

D'après les renseignements que m'ont fournis les géologues qui ont étudié récemment cette région, il semble que ce minéral ne se rencontre plus dans les carrières actuellement exploitées.

ANTIMONITES

NADORITE

PbO.SbOCl

Orthorhombique $mm = 106°29'$

$b : h = 1000 : 822{,}83$ D = 801,18 d = 598,43

$[a : b : c = 0{,}74694 : 1 : 1{,}0270$ (Dx.[1])]

Formes observées. p (001) ; g^1 (010), h^1 (100), g^2 (130), g^5 (230), h^7 (430) ; a^3 (103), a^1 (101), $a^{3/5}$ (503), $a^{8/15}$ (15.0.8), $a^{1/2}$ (201), $a^{3/7}$ (703), $a^{3/11}$ (11.0.3) ; $b^{1/2}$ (111) ; $x = (b^{1/10}\ b^{1/27}\ h^{1/6})$ (37.17.12) ; y ($b^{1/6}\ b^{1/11}\ h^{1/2}$) (17.5.4).

Macles. Macle suivant e^1 (011), dans laquelle les composants sont croisés presque à angle droit, car $e^1e^1 = 88°28'$ (fig. 7). Elle se produit sans angles rentrants, quand les cristaux appartiennent au type II (fig. 2).

Les angles suivants ont été mesurés par Des Cloizeaux et par M. Cesàro (C.).

	Angles calculés.	mesurés.
g^1g^2	155°57′	156°27′ moy.
g^2h^1	114° 3′	
g^1g^5	138°15′	138°15′
h^1g^5	131°45′	132° 0′
g^1h^7	119°15′30″	118°52′ à 119°15′
h^1h^7	150°44′30″	150°30′
h^7h^7 s. g^1	58°31′	

	Angles calculés.	mesurés.
a^3a^3 s. p.	130°46′	130°28′
h^1a^3	114°37′	114°28′
a^1a^1 s. p.	72° 3′30″	72° 4′ (C)
h^1a^1	143°58′	144° à 144°30′
$a^{3/5}a^{3/5}$ s. h^1	132°51′	
$a^{3/5}h^7$	143° 6′	144° env.
$h^1a^{3/11}$	168°47′	168°40′

1. Ces paramètres ont été calculés en partant des angles de Des Cloizeaux, mais en adoptant la forme primitive proposée par M. Cesàro. Voici la correspondance des deux positions :

Dx		Dx		Dx		Dx
p (001) =	g^1	a^3 (103) =	$g^{3/2}$	h^7 (430) =	$a^{1/2}$	$a^{3/7}$ (703) = h^6
h^1 (100) =	h^1	a^1 (101) =	g^4	$b^{1/2}$ (111) =	e_4	$a^{3/11}$ (11.0.3) = $h^{8/3}$
g^1 (010) =	p	$a^{3/5}$ (503) =	m	x = (37.17.12) =		($b^{1/3}\ b^{1/10}\ h^{1/2}$) env.
g^2 (130) =	a^2	$a^{8/15}$ (15.0.8) =	h^{17}	y = (17.5.4) =		($b^{1/6}\ b^{1/13}\ h^{1/2}$) env.
g^5 (230) =	a^1	$a^{1/2}$ (201) =	h^{11}			

$^{*}a^{3/5}\,a^{3/5}$ s. p.	47° 9′	47° 9′
$h^1\,a^{3/5}$	156°25′30″	156°27′
$a^{8/15}\,a^{8/15}$ s. p.	42°24′	42°15′
$h^1\,a^{8/15}$ s. p.	158°48′	158°51′
$a^{1/2}\,a^{1/2}$ s. p.	39°56′	
$h^1\,a^{1/2}$	160° 1′	
$a^{3/7}\,a^{3/7}$ s. p.	34°38′	
$h^1\,a^{3/7}$	162°41′	162°46′
$a^{3/11}\,a^{3/11}$ s. p.	22°26′	
$a^{3/7}\,a^{3/5}$	173°44′	175° env.
$a^{3/5}\,a^3$	138°11′30″	138°22′
$a^{3/5}\,a^1$	167°32′30″	167°30′
$a^{3/11}\,a^{8/15}$	170°1′	170° 0′
e^1e^1 s. p.	88°28′	

$h^1\,y$	164°26′	164° 3′ moy.
yy adj.	31° 7′	33° moy.
$h^1\,y$ s. y	15°34′	15°37′
$h^1b^{1/2}$	133°48′30″	133°47′ (C)
$b^{1/2}\,b^{1/2}$	92°23′	
$g^1\,b^{1/2}$	121° 8′	
$b^{1/2}\,b^{1/2}$ s. a^1	117°44′	
$b^{1/2}\,b^{1/2}$ s. p	60°27′30″	60°21′ (C)
xx	45°13′	45°20′
$a^{3/5}\,x$	158°56′	158°20′ à 159°
$a^{3/5}\,y$	161°36′	161° env.
$a^{3/5}\,g^5$	127°37′	127°35′
$g^1\,y$	102°13′	
$g^1\,x$	108°28′	108°25′45″

Facies des cristaux. Plusieurs types se rencontrent dans les cristaux de nadorite.

Type I. Ce type possède un aspect quadratique, par suite de l'égal développement de h^1 et de g^1 ; les cristaux, terminés par $b^{1/2}$ (111), sont toujours très nettement allongés suivant l'axe vertical (fig. 6). parfois ils sont un peu aplatis suivant h^1.

Type II. Les cristaux sont essentiellement constitués par $a^{3/5}$ ou d'autres dômes avec (fig. 4) ou sans g^1 (fig. 5).

Type III. C'est de beaucoup le type le plus fréquent. Les cristaux sont aplatis suivant h^1 (100) ou présentent des dômes et des prismes très obtus sur h^1 (fig. 1). Le plus souvent, les formes sont courbes, et les cristaux consistent en lames minces, groupées en éventails ou en gerbes (fig. 3).

Les faces g^1 et g^5 (230) sont unies ; a^3 (103) est souvent striée parallèlement à l'axe b, mais parfois unie et éclatante, tandis que les autres faces sont fréquemment arrondies et plus ou moins ternes.

Clivages. Clivages, parfaits suivant h^1 (100) ; difficiles suivant a^3 (103).

Dureté. 3, 5 à 4.

Densité. 7,02.

Coloration et éclat. Jaune brunâtre, brun de foie, plus ou moins foncé. Poussière jaune.

Eclat résineux passant à l'adamantin. Translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à g^1 (010). A travers le clivage h^1 (100), perpendiculaire à la bissectrice obtuse ($\mathbf{n}_p$), Des Cloizeaux a constaté que $2\,H > 145°$, avec énorme dispersion, $\rho > v$.

Pléochroïsme. Les cristaux de nadorite n'ont jamais une couleur identique dans toute leur masse ; non seulement l'intensité de leur couleur varie, mais ils sont zonés à la façon de ceux de cassitérite ; le pléochroïsme se fait dans les teintes suivantes :

n_g = incolore ou jaune brunâtre
n = jaune très pâle, parfois un peu rosé
n_p = jaune verdâtre.

Composition chimique. La formule $PbCl,SbO^2$ ou $PbSb^2O^4,PbCl^2$, généralement adoptée, correspond à la composition *a* : il semble préférable d'adopter celle donnée plus haut, M. Cesàro ayant reproduit ce minéral en faisant réagir SbOCl sur PbO (*Ann. Soc. géol. Belg.* XVI. 1889. *Mém.* p. 139).

Analyse de la nadorite du Djebel Nador :

b) par M. Pisani (*C. R.* LXI. 319. 1870).

c) par Flajolot (*op. cit.*).

d) par Tobler (*Z. d. d. geol. Gesell.* XXIV. 40. 1870).

	a [1]	*b*	*c*	*d*
Sb	30,5	31,17	31,55	31,21
Pb	52,4	51,88	51,60	50,69
O	8,1	8,22	8,00	8,56
Cl	9,0	9,00	8,85	8,15
	100,0	100,27	100,00	99,28[2]

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, décrépite et donne un sublimé blanc. Au chalumeau sur le charbon, donne un globule de plomb entouré d'une auréole blanche (antimoine). Ajoutée à une perle de phosphore contenant du cuivre, colore la flamme en bleu (chlorure de cuivre). Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Altérations. La nadorite est souvent transformée en bleiniérite, d'un jaune citron, qui englobe ou supporte des cristaux de cérusite.

Diagnostic. Les caractères extérieurs et la forme de la nadorite sont très caractéristiques de ce minéral, que les propriétés pyrognostiques ne permettent en outre de confondre avec aucun autre.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Algérie. — *Constantine.* La nadorite est jusqu'ici spéciale à l'Algérie et elle n'y est connue que dans un seul gisement, où elle a été découverte par Flajolot (*C. R.* LXXI. 237 et 406, 1870, et *Z. d. d.*

1. Sb^2O^3 = 36,57 PbO = 28,24 Pb = 26,20 Cl = 8,99.
2. Y compris 0,67 H^2O.

geol. Gesell. XXIV, 4, 1872. Voir aussi dans ce dernier recueil, Braun, 1872, 30).

Son étude cristallographique a été faite par Des Cloizeaux (*C. R.* LXXIII. 81. 1871), puis par M. Cesàro (*B. S. M.* XI. 44, 1888) ; les propriétés optiques ont été décrites par Des Cloizeaux (*B. S. M.* V. 122, 1881).

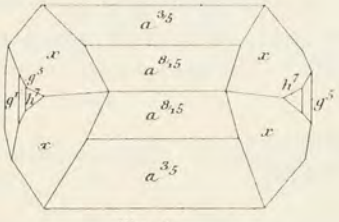


Fig. 1.
Nadorite (Type III).

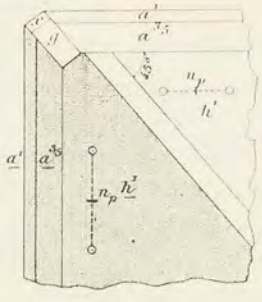


Fig. 2.
Nadorite. Macle suivant e^1 (011) de cristaux du Type II.

Le gisement en question se trouve au Djebel Nador, à quelques centaines de mètres des bains chauds d'Hammam N'baïl.

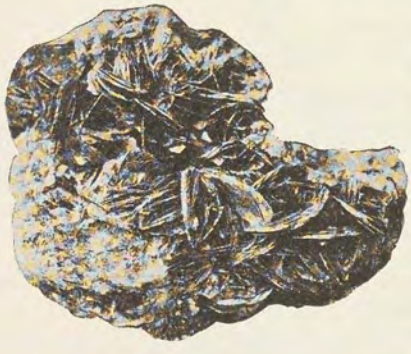


Fig. 3.
Géode de nadorite du Type III.
(*Photographe réduite de 1/3*)

Ce gîte métallifère consiste en lentilles alignées du nord au sud comme les couches qui les renferment et qui, d'après les indications que m'a fournies M. Blayac, appartiennent à l'oligocène lacustre. Le minerai est situé à la limite de séparation d'un banc de calcaire à hélix et de marnes brunes, bariolées au contact. Le remplissage est très varié ; dans les parties hautes, il est surtout formé par de la smithsonite ferrugineuse accompagnée de galène (avec accessoirement cérusite et mimétite) et de nadorite. Ce dernier minéral, qui était jadis très abondant, formait dans la smithsonite des veines d'une dizaine de centimètres d'épaisseur ; elles étaient parfois creusées de grandes géodes, d'ordinaire complètement revêtues par les cristaux de nadorite ; plus rarement ceux-ci formaient des groupes sur de la smithsonite mamelonnée. Le filon,

ayant en moyenne 5 mètres de puissance, a été mis à nu sur une longueur d'une centaine de mètres.

On y rencontrait aussi en grande abondance un antimoniate de fer terreux qui sera décrit plus loin, puis comme accident minéralogique,

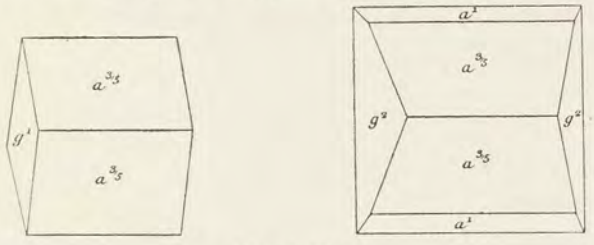


Fig. 4 et 5.
Nadorite. Type II.

l'hydrozincite, et très rarement la calamine cristallisée ; celle-ci recouvre parfois d'une façon complète les lames de nadorite, dont elle constitue des sortes de périmorphoses.

En profondeur, la nadorite a disparu et actuellement, l'on n'exploite plus que la smithsonite et l'antimoniate de fer.

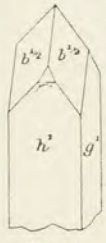


Fig. 6.
Nadorite. Type I.

Les cristaux de nadorite se rapportent généralement au type III ; les cristaux lenticulaires tapissent de vastes géodes, dont la figure 3 donne une idée; les cristaux qui les constituent ont plusieurs centimètres de plus grande dimension. Les principales combinaisons décrites par Des Cloizeaux sont les suivantes : $a^{3/11}$ (11.0.3) g^5 (230) h^7 (430) ; $a^{3/5}$ (503) $a^{3/11}$ (11.0.3) $g^1 g^5 h^7 x$ (3.6.7.17.12) ; $a^{3/5} a^{3/11} a^{8/15}$ (15.0.8) $g^1 g^2 g^5 h^7 x$; $a^{3/5}$ $a^{3/7}$ a^3 (103). Les formes a^1 (101) et y (17.5.4) sont les plus rares. La figure 2 représente, d'après Des Cloizeaux, le facies de la macle suivant e^1 des cristaux de ce type ; par suite d'une erreur de gravure la face y est notée g.

Le type II (fig. 4) constitue parfois des groupements à axes parallèles dont les dômes seuls ont des faces continues, alors que latéralement on voit apparaître la structure polysynthétique.

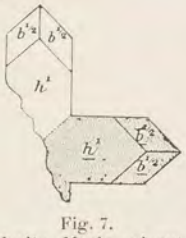


Fig. 7.
Nadorite. Macle suivant e^1 (011) du type I.

Quant aux cristaux du type I, qui ont été décrits par M. Cesàro (fig. 6, la face non notée est $a^{1/2}$), ils paraissent être peu communs. La figure 4 représente, d'après ce savant, la modalité de la macle suivant e^1, qu'ils présentent parfois.

La nadorite est assez rarement intacte : elle présente presque toujours, au moins superficiellement, les altérations en bleiniérite et cérusite, dont il est question plus haut. Souvent la pseudomorphose est complète : elle consiste en lames jaunes de soufre de bleiniérite translucide sur lesquelles est implantée la cérusite.

ROMÉITE
$CaSb^2O^4$

Pseudocubique.

Formes et facies. La roméite n'est connue que sous forme de fort petits octaèdres réguliers.

Dureté. 5, 5.

Densité. 4, 713.

Coloration et éclat. Jaune-hyacinthe à jaune clair. Éclat vitreux un peu gras.

Propriétés optiques. L'octaèdre est formé par la réunion autour du centre de huit rhomboèdres de 90°, ayant leur axe optique, unique, *positif* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à une face a^1. Une section parallèle à *d* (100) est donc divisée en quatre secteurs s'éteignant suivant ses côtés et obliques sur l'axe optique.

Composition chimique. La formule $CaSb^2O^4$ correspond à la composition suivante : Il existe parfois un peu de manganèse.

Sb^2O^3....	83,8
CaO.....	16,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Fond en une scorie noire. Sur le charbon, avec la soude, donne des vapeurs antimonieuses et un globule d'antimoine. Insoluble dans les acides.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Algérie. — *Constantine.* La roméite n'est connue jusqu'ici que dans les mines de manganèse de Saint-Marcel [*Piémont*].

Je pense que c'est à ce minéral qu'il faut rapporter de fort petits octaèdres (avec parfois *p*), jaunes ou bruns, que j'ai observés à la surface d'un échantillon de nadorite du type I, recouvert d'une pellicule de bleiniérite ; je n'ai pu faire sur eux aucun essai chimique.

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR

Paris, 15, rue des Saints-Pères. — Liège, 21, rue de la Régence.

EXTRAIT DU CATALOGUE

Les enclaves des roches volcaniques, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle, 1 volume grand in-8° de 710 pages avec 35 figures dans le texte, 8 planches en couleur (représentant 96 préparations microscopiques) et index géographique.

Cet ouvrage, tiré à petit nombre d'exemplaires et mis en vente à 30 fr. (1893), est sur le point d'être épuisé ..... 40 fr.

Minéralogie de la France et de ses colonies, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. Tome I, grand in-8° de xx-723 pages avec nombreuses figures dans le texte..... 30 fr.
Tome II, grand in-8° de 804 pages avec nombreuses fig. dans le texte..... 30 fr.
Tome III, *id*..... 30 fr.
Tome IV et dernier (*sous presse*)..... 30 fr.

Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 23 figures dans le texte et 3 planches..... 6 fr. 75

Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact. 1er Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège*, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 3 planches..... 3 fr. 75
— 2e Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège, de l'Aude, des Pyrénées-Orientales et des Hautes-Pyrénées*. 1 volume grand in-8° avec 16 figures et 3 planches.... 3 fr.

Le gabbro du Pallet et ses modifications, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 1 planche..... 3 fr. 25

Roches de l'Ariège et de l'Auvergne. — I. Contribution à l'étude des roches métamorphiques et éruptives de l'Ariège (feuille de Foix). — II. Sur les enclaves acides des roches volcaniques de l'Auvergne, par A. Lacroix, 1 brochure grand in-8°, avec 12 figures dans le texte..... 3 fr.

Les minéraux des roches. 1° Application des méthodes minéralogiques et chimiques à leur étude microscopique, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 2° Données physiques et optiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte et une planche en couleur... 12 fr. 50

Tableaux des minéraux des roches. Résumé de leurs propriétés optiques, cristallographiques et chimiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume in-4, relié..... 6 fr.

Structures et classification des roches éruptives, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 1 volume grand in-8°..... 5 fr.

Minéralogie. Manuel pratique de minéralogie, introduction à l'étude scientifique des minéraux. *Propriétés essentielles des minéraux. Description des espèces minérales les plus importantes*, par H. A. Miers, professeur de minéralogie à l'Université d'Oxford, traduit de l'anglais, par O. Chemin, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite, 1 volume in-8°, avec 716 figures dans le texte et 2 planches en couleur hors texte. Relié..... 20 fr.

Cristallographie. *Déformation homogène. Groupements cristallins. Symétrie apparente. Polymorphisme. Isomorphisme*, par F. Wallerant, Membre de l'Institut, Professeur de minéralogie à la Sorbonne, 1 volume in-8° avec 230 figures. Relié.... 18 fr.

Pétrographie. Etudes de pétrographie. Introduction à l'étude microscopique des roches, par A. Harker, professeur de géologie à l'Université de Cambridge, traduit par O. Chemin. 1 volume in-8° contenant 75 figures dans le texte. Relié. ... 12 fr. 50

Carte géologique de la France au $\frac{1}{80000}$, publiée par le Ministère des Travaux publics. (*Demander le catalogue des cartes parues.*)

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME QUATRIÈME
2e PARTIE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21
1910
Tous droits réservés

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME QUATRIÈME
2e PARTIE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21
1910
Tous droits réservés

PHOSPHATES, ARSÉNIATES, VANADATES, ANTIMONIATES

TYPES ANHYDRES

GROUPE DE LA TRIPHYLITE

Ce groupe renferme les quatre espèces suivantes :

	Triphylite....	$(Fe,Mn)LiPO^4$
*	*Lithiophylite*.	$(Mn,Fe)LiPO^4$
	Natrophylite..	$(Mn,Fe)NaPO^4$
*	*Béryllonite*...	$GlNaPO^4$

La triphylite seule se trouve dans les gisements français, mais l'*alluaudite* qui s'y rencontre paraît être un produit d'altération de la natrophylite.

TRIPHYLITE
$(Fe,Mn)LiPO^4$

Orthorhombique : $mm = 97°53'$.

$b : h = 1000 : 794,131$ (Dx.) $\quad D = 754,041 \quad d = 656,827.$

$[a : b : c = 0,87105 : 1 : 1,10531]$

Faciès des cristaux. Les cristaux de triphylite sont très rares, allongés suivant l'axe vertical et basés ; ce minéral ne se trouve dans les gisements français qu'en masses laminaires.

Clivages. Clivages, parfait suivant p (001), facile suivant g^1 (010), interrompus suivant h^3 (210)[1]. Cassure inégale ou conchoïdale.

Dureté. 4,5 à 5.

Densité. 3,42 à 3,56.

Coloration et éclat. Gris bleu à gris verdâtre (*triphylite*) ; rose saumon, brune à brunâtre (*lithiophylite*). Éclat vitreux à résineux.

1. Dana a choisi une forme un peu différente m (110) $= g^3$ (120) ; h^3 (210) $= m$ (110) ; e^1 (011) $= e^{1/2}$ (021).

Propriétés optiques. Les propriétés optiques changent rapidement dans la série continue s'étendant de la lithiophylite, optiquement positive, à des triphylites de plus en plus riches en fer, qui deviennent alors négatives : $\mathbf{n}_g$ est toujours normal à g^1. Voici les données fournies par Penfield et Pratt (*Am. J. of. Sc.* L. 387. 1895).

	Lithiophylite (Branchville) FeO = 9,42	Triphylite			
		Grafton FeO = 26,58			Rabenstein FeO = 35,05
	jaune	vert	jaune	rouge	
Plan des axes	p (001)	p (001)		h^1 (100)	h^1 (100)
Bissectrice	$\mathbf{n}_g$	$\mathbf{n}_g$	$\mathbf{n}_g$	$\mathbf{n}_g$	$\mathbf{n}_p$
2V autour de $\mathbf{n}_g$ =	62°54′	21°53′	0°	15°3′	120°
$\mathbf{n}_g$ =	1,687	1,698	1,692	1,691	1,707
$\mathbf{n}_m$ =	1,679	1,692	1,688	1,684	1,702
$\mathbf{n}_p$ =	1,676	1,691	1,688	1,683	1,692
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p$ =	0,011	0,007	0,004	0,008	0,015

La dispersion est très forte $\rho < v$ autour de la bissectrice aiguë ; en lumière convergente, la triphylite de Grafton donne avec la lumière blanche, des images semblables à celles de la brookite ; la triphylite du Limousin a des propriétés analogues à celles du type de Rabenstein.

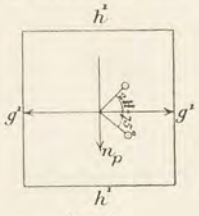


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à p (001).

Inclusions. Les minéraux sont souvent riches en inclusions liquides à bulle.

Composition chimique. Les minéraux de ce groupe oscillent entre la *triphylite* purement ferrifère ($FeLiPO^4$) (*a*) et la *lithiophylite* exclusivement manganésifère ($MnLiPO^4$) (*b*). Ces deux types théoriques n'existent pas à l'état de pureté parfaite ; ce sont leurs intermédiaires que l'on rencontre, avec tendance généralement marquée vers l'un ou l'autre type.

c) Analyse de la triphylite de la Vilate par M. Pisani.

	a	*b*	*c*
P^2O^5	45,0	45,3	43,00
FeO	45,5	»	31,90
MnO	»	45,1	14,40
MgO	»	»	1,03
Li^2O	9,5	9,6	7,91
Na^2O	»	»	0,40
H^2O	»	»	0,40
	100,0	100,0	99,04

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite généralement, noircit et donne un peu d'eau d'altération. Au chalumeau, facilement fusible en colorant la flamme en pourpre (lithium), avec bordure bleuâtre (phosphore). Avec le borax et le sel de phosphore, donne les réactions du fer (dominant dans la triphylite) et du manganèse (dominant dans la lithiophylite). Soluble dans l'acide chlorhydrique ; les variétés altérées donnent un dégagement de chlore, par suite de l'existence d'inclusions d'oxydes de manganèse.

Altérations. L'altération de la triphylite donne naissance à un grand nombre de minéraux dans les gisements du Limousin ; le minéral étant souvent mélangé à la triplite, il n'est pas toujours facile de savoir la part qui revient à chacun d'entre eux dans la production des minéraux secondaires.

1° Transformation en hétérosite. Cette transformation s'effectue graduellement suivant les clivages ; on trouve tous les passages possibles entre la triphylite intacte et l'*hétérosite* violette, dont le clivage facile coïncide avec le clivage *p* (001) de la triphylite ; il existe parfois un minéral brun intermédiaire ; cette altération est essentiellement caractérisée par la perte du lithium et d'une quantité notable de l'anhydride phosphorique, ainsi que par l'oxydation des métaux et, semble-t-il, par un gain en manganèse (voir à *hétérosite*).

2° Transformation en huréaulite. Ce mode de transformation est plus rare que le précédent ; la collection du Muséum possède un magnifique échantillon de ce genre ; l'altération a cheminé dans les clivages basiques de la triphylite, qui n'est pas oxydée et a gardé sa couleur claire ; le minéral est creusé de rainures profondes, dont le plan coïncide avec le clivage *p*. C'est dans les cavités ainsi produites, que se sont développés de beaux cristaux de huréaulite de couleur rose pâle, qui imprègnent progressivement le minéral ancien.

3° Transformation en phosphates complexes. Cette transformation, qui se rencontre à la Vilate, est le résultat d'une altération bien plus complète : dans une masse riche en oxydes de manganèse (psilomélane, etc.), on observe çà et là de petits lambeaux d'hétérosite et de triphylite, englobant des masses fibreuses de dufrénite ; des cavités sont souvent tapissées de petits cristaux de huréaulite, de masses bleues, caverneuses, d'anglarite, de fibres rougeâtres d'huréaulite, etc.

Diagnostic. La couleur, les deux clivages rectangulaires, et surtout la coloration donnée à la flamme par la triphylite, permettent de reconnaître très facilement ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Alluaud a décrit (*Ann. sc. nat.* VIII. 346. 1826) sous le nom d'*hétérosite*, Vauquelin (*A. C. P.* XXX. 294. 1825) sous celui incorrect d'*hétéposite*, un minéral trouvé aux Huréaux en Saint-Sylvestre et qui sera étudié plus loin. En lisant leur description et surtout celle, postérieure, de Dufrénoy (*A.M.* VII. 13. 1830), il est facile de voir que ces savants ont confondu sous la même dénomination la triphylite intacte d'un gris bleu et l'hétérosite violette, son produit d'altération. La collection du Muséum possède une série d'échantillons, donnés par Alluaud au moment de la publication de son travail; ils présentent un mélange inextricable des deux minéraux. Il en est de même pour les échantillons conservés dans la collection de l'École des mines et auxquels Dufrénoy fait allusion.

Dans son mémoire, puis plus tard dans sa Minéralogie (II. 424. 1845), Dufrénoy a pris pour type de l'hétérosite, non pas le minéral violet, surtout considéré par Vauquelin et Alluaud, mais la substance intacte, c'est-à-dire la triphylite, dont il a donné l'analyse suivante : P^2O^5 41, 77 ; FeO 34, 89 ; MnO 17,57 ; H^2O 4,40 ; quartz 0,22 = 98,85. Il est probable que cette analyse a été faite sur un produit déjà altéré et dans lequel le lithium n'a pas été cherché : l'analyse nouvelle (*c*) que M. Pisani a faite sur une matière, que j'ai purifiée avec soin, donne la composition de la triphylite à peu près intacte.

La triphylite des Huréaux, aussi bien que celle trouvée plus tard dans la carrière de la Vilate, à Chanteloube en Razès, forme de grosses masses laminaires dépourvues de formes géométriques et pouvant atteindre un décimètre. Sa couleur d'un gris bleuâtre, parfois un peu verdâtre, la fait ressembler à celle de Bodenmais, en Bavière. Elle constitue un élément essentiel de la pegmatite, dans laquelle elle est associée à la triplite, à l'alluaudite et à tous les minéraux secondaires, énumérés plus haut, qui se sont formés à ses dépens.

NATROPHYLITE

$MnNaPO^4$

La natrophylite, d'un jaune foncé, possède les propriétés cristallographiques et optiques de la lithiophylite, dont elle diffère par la substitution du sodium au lithium. Sa densité est de 3,41. Elle n'a été

trouvée jusqu'à présent qu'à Branchville (Connecticut), mais c'est probablement elle qui, par son altération, a donné naissance à l'alluaudite.

ALLUAUDITE

Faciès. L'alluaudite se présente sous forme de masses très cristallines, clivables, constituées par des cristaux agglomérés.

Clivages. Il existe trois clivages rectangulaires, dont un très facile.

Dureté. 4 à 5.

Densité. 3,468.

Coloration et éclat. Brun à brun rouge. Poussière jaune brunâtre. Transparente en lames minces seulement. Éclat nacré et doré sur les lames de clivages.

Propriétés optiques. Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire au clivage le plus facile, avec axes optiques assez écartés.

Pléochroïsme. Assez pléochroïque dans les teintes d'un jaune brunâtre avec maximum suivant $\mathbf{n}_m$.

Composition chimique. La composition théorique de la natrophylite, exclusivement manganésifère, est donnée en *a*). L'analyse *b*) est due à M. Damour (*A. M.* XIII. 341. 1848), elle a été faite sur l'alluaudite ; elle semble se rapporter à un produit d'altération par hydratation, perte d'alcalis et oxydation incomplète d'une natrophylite ferrifère, à moins qu'il ne s'agisse d'une triphylite, dans laquelle le lithium a été remplacé par du sodium par voie secondaire. Le minéral donne du chlore, quand on l'attaque par l'acide chlorhydrique, car il est mélangé de psilomélane.

	a	*b*
P^2O^5	41,1	41,25
Fe^2O^3	»	25,62
Mn^2O^3	»	1,06
MnO	41,0	23,08
Na^2O	17,9	5,47
SiO^2	»	0,60
H^2O	»	2,65
	100,0	99,73

Essais pyrognostiques. Fusible en un globule non magnétique. Les autres réactions sont celles de la triphylite, avec cette différence que la coloration de la flamme est jaune (Na), et non rouge (Li).

Diagnostic. La structure lamellaire, due aux trois clivages faciles et la petite dimension des plages permettent de distinguer facilement

l'alluaudite de la triphylite en énormes cristaux, à laquelle elle est associée ; la présence du sodium constitue également un caractère différentiel important [1].

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* L'alluaudite accompagne la triphylite et ses produits d'altération, ainsi que la triplite, dans la carrière de pegmatite de la Vilate. Elle forme parfois, à elle seule, des masses de près d'un décimètre de plus grande dimension ; les éléments qui les constituent atteignent un centimètre.

C'est M. Damour, qui, en 1848 (*op. cit.*), a décrit ce minéral, que l'on donne généralement comme produit d'altération de la triplite, ce qui est certainement inexact, étant données sa haute teneur en sodium et sa structure ; cette composition rend plus vraisemblable la parenté avec la natrophylite, qui a été indiquée plus haut : les propriétés optiques me font penser qu'il n'y a pas identité entre l'alluaudite et le minéral brun désigné plus loin sous le nom de *pseudohétérosite*.

XÉNOTIME

$Y PO^4$

Quadratique.

$$b : h : = 1000 : 874{,}25 \quad D = 707{,}107.$$

$$[a : c = 1 : 0{,}61867. \text{ (Vom Rath-Klein).}]$$

Formes observées. m (110) ; $b^{1/2}$ (111).

$$^*b^{1/2}b^{1/2}\,\text{s.}\,a^1 \quad 124°30' \qquad\qquad b^{1/2}\,b^{1/2}\,\text{s.}\,p \quad 97°38'$$

Faciès des cristaux. Les cristaux de xénotime se présentent sous deux aspects, suivant que $b^{1/2}$ (111) (fig. 1 du zircon, page 210 ; t. III), existe seul ou est associé à de très petites facettes m (110) (fig. 1), ou bien au contraire qu'il est accompagné de h^1 (100), avec allongement suivant l'axe c (fig. 2 du zircon, page 212, t. III).

1. M. Baret a signalé (*op. cit.* 84. 1898) l'alluaudite dans une aplite de la métairie de Kéron, à 1 km. au N. O. d'Herbignac (*Loire-Inférieure*) : l'échantillon que nous avons réexaminé, M. Baret et moi, est constitué par un micaschiste grenatifère, imprégné de psilomélane.

Clivages. Clivages parfaits suivant *m* (110). Cassure inégale ou écailleuse.

Dureté. 4 à 5. Fragile.

Densité. 4,45 à 4,56

Coloration et éclat. Jaune ou brun de diverses nuances ; quelquefois incolore ou blanc. Poussière incolore ou jaunâtre. Transparent ou translucide.

Éclat résineux à vitreux.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positif* ($\mathbf{n}_g$).

$$\begin{aligned} \mathbf{n}_g &= 1{,}8155 \text{ Brésil. [Kraüs et Reitinger (Na)]} \\ \mathbf{n}_p &= 1{,}7207 \\ \mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p &= 0{,}0948 \end{aligned}$$

Groupement avec d'autres minéraux. Le xénotime se groupe à axes parallèles avec le zircon, dont les formes sont très voisines.

Composition chimique. La formule YPO^4 correspond à la composition centésimale suivante, dans laquelle une partie de l'yttrium peut être remplacée par de l'erbium, du cérium ; il existe aussi parfois un peu de silicium et de thorium.

P^2O^5	38,6
Y^2O^3	61,4
	100,0

Des observations récentes ont montré que la soi-disant *hussakite*, qui a été décrite comme un sulfophosphate, dont le xénotime serait un produit d'altération, a la composition normale du xénotime.

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau. Humecté par l'acide sulfurique et chauffé au charbon, colore la flamme en jaune vert bleuâtre. Insoluble dans les acides.

Diagnostic. Voir à *zircon* et à *monazite.*

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le xénotime est un minéral des granulites et des pegmatites. Il s'y trouve en cristaux dépassant parfois un centimètre de plus grande dimension, mais généralement plus petits.

M. Orville Derby a montré qu'il accompagne aussi comme élément microscopique le zircon et la monazite dans un grand nombre de roches

acides du Brésil et notamment dans les granites à muscovite. On peut mettre en évidence son existence en lavant à la batée la roche pulvérisée. Le résidu lourd est ensuite traité par l'iodure de méthylène, puis par l'aimant ; le xénotime reste avec le zircon dans les produits les plus lourds, non magnétiques ; il se présente sous forme d'octaèdres $b^{1/2}$ (111), avec rarement traces de m (110) ; ceux-ci sont incolores ou plus souvent en partie opaques et d'un blanc de lait.

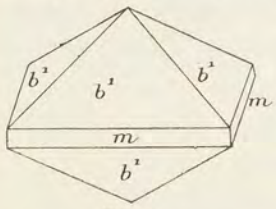


Fig. 1.
Xénotime. Forme commune.

C'est par ce procédé que M. Orville Derby a trouvé le xénotime dans le résidu du lavage d'un échantillon de kaolin des environs de Limoges (*Haute-Vienne*). Il y était associé à des cristaux prismatiques de zircon, à de la magnétite, de l'ilménite, de l'anatase et de la pseudobrookite (*Min. Mag.* XI. 304. 1897).

MONAZITE

$(Ce, La, Di)PO^4$

Monoclinique : $mm = 93°22'$.

$b : h = 1000 : 661{,}353$ (Dx.) $\quad D = 717{,}508 \quad d = 696{,}550.$

Angle plan de $p = 91°41'53''$

— $\quad m = 99°32'28''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}9708 : 1 : 0{,}92173 \\ zx = 76°14' \end{array}\right]$$

Formes observées. m (110), h^3 (210), h^1 (100), g^3 (120), g^1 (010) ; o^1 (101), a^1 ($\bar{1}01$) ; e^2 (012), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021) ; $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ; $\omega = (b^1\, d^{1/3}\, g^1)$ ($\bar{1}21$), $z = (b^{1/2}\, b^{1/4}\, h^1)$ ($\bar{3}11$) ; $a_3 = (b^1\, b^{1/3} h^1)$ ($\bar{2}11$).

Macles. Macle suivant h^1 (100).

Les angles mesurés suivants ont tous été obtenus sur des cristaux de turnérite de l'Oisans par Lévy (L.), Marignac (M.), Philipps (P.), vom Rath (R.) ; ou de la Meije par moi-même (Lx).

	Angles calculés.	mesurés.
mm	93°22′	93°26′ M.
mh^1	136°41′	136°43′ M. 45′ Lx.
mg^1	133°19′	133°11′ R.
$h^1 h^3$	154°46′	155°17′ Lx.
$h^3 g^1$	115°14′	
$h^3 h^3$ av.	129°32′	
$h^3 m$	161°55′	
$h^1 g^3$	117°56′	117°48′ P.
$m g^3$	161°15′	
$g^3 g^1$	152° 4′	
$o^1 h^1$ adj.	140°43′	140°49′ Lx.
$^*ph^1$	103°46′	
$a^1 h^1$	126°13′	126°10′ Lx.
$o^1 a^1$ s. p	93° 4′	93°55′ P.
$e^2 g^1$	114° 6′	114°22′ M.
$e^2 e^2$ s. p	131°48′	131°16′ M, 50′ P. 40′ Lx.
$e^1 g^1$	131°50′	131°50′ M, 55′ P.
$e^1 e^1$ sur p	96°20′	96°10′ à 20° M. 17′ Lx.
$e^{1/2} g^1$	150°49′	150°55′ M. P.
$e^{1/2} e^{1/2}$ s. p.	58°22′	58°10′ M.
pm ant.	99°58′	
$d^{1/2} m$	146°19′	146°10′ Lx.
$b^{1/2} m$	138°58′	
$e^{1/2} h^1$ ant.	96°40′	96°46′ M.
ωh^1 adj.	109°15′	109° 5′ M.
$\omega e^{1/2}$	154° 5′	154° 6′ M.
$d^{1/2} h^1$ adj.	131°57′	132° Lx.
$e^1 h^1$ s. $d^{1/2}$	100°13′	99°40′ L. 100°25′ M. 20′ Lx.
$b^{1/2} h^1$ adj.	118°19′	118°13′ M.
$a_3 h^1$ adj.	141°30′	141°15′ M. 25′ Lx.
$z h^1$ adj.	153°10′	152°55′ M. 52′ P. 18′ Lx.
$e^1 b^{1/2}$ adj.	141°28′	
$e^1 z$ s. $b^{1/2}$	106°37′	106°41′ M.
$e^1 a_3$ adj.	118°17′	118°21′ M.
$b^{1/2} z$	145° 9′	

	Angles calculés.	mesurés.
$g^1 d^{1/2}$	120°16′	
$d^{1/2} o^1$	149°44′	149°38′ P.
$d^{1/2} d^{1/2}$	119°28′	
$g^1 \omega$	146° 5′	145°53′ M 146°10′ P.
$g^1 b^{1/2}$	126°38′	126°30′ P.
$\omega b^{1/2}$	160°33′	
$^*b^{1/2} a^1$	143°22′	143°30′ P.
$\omega\omega$ s. a^1	67°50′	68°14′ M.
$b^{1/2} b^{1/2}$ s. a^1	106°44′	107°10′ M.
$g^1 a_3$	114°57′	
$a_3 a_3$	130° 6′	130°24′ M.
$g^1 z$	107°49′	
$z z$ adj.	144°22′	144°29′ Lx.
$o^1 m$ adj.	124°17′	124°10′ Lx.
$o^1 d^1$ adj.	155°16′	
$o^1 e^1$ s. d^1	126°32′	126°10′ P.
$e^1 \omega$ adj.	145°10′	145° 9′ Lx.
$e^1 m$ post.	109°11′	109° 8′ Lx.
ωm adj.	144° 1′	143°57′ Lx.
$e^1 m$ ant.	125°55′	125°50′ Lx.
$a^1 m$ s. e^1	64°32′	
$e^1 a^1$	118°37′	118°45′ P.
$a^1 a_3$	146°17′	146°11′ Lx.
$a_3 m$ adj.	149°11′	149° 8′ Lx.
$e^{1/2} m$ ant.	133° 6′	
$b^{1/2} m$ s. $e^{1/2}$	93°41′	93°12′ M.
$e^{1/2} b^{1/2}$	140°35′	140°15′ R.
mz adj.	149°13′	149°20′ M.
$d^{1/2} h^3$ ant.	145° 3′	
$e^2 h^3$ s. $d^{1/2}$	111°45′	
$e^2 a^1$ adj.	125°56′	
$a^1 z$ adj.	142°40′	
$a^1 h^3$ post.	122°19′	
$z h^3$ adj.	159°39′	

Faciès des cristaux. Les cristaux de monazite peuvent être rapportés aux trois types suivants :

Type I. Les cristaux sont aplatis suivant h^1 (100) et allongés suivant l'axe vertical ; ils sont terminés par les faces o^1 (101) et souvent a^1 ($\bar{1}$01) ; c'est une forme fréquente dans les cristaux des pegmatites.

Type II. Les cristaux sont soit également développés suivant les trois axes (type II *a*) (fig. 5), soit aplatis parallèlement à h^1 (100) et

alors un peu allongés suivant l'axe b (type II b) (fig. 2, 3 et 6). Ce sont les deux modalités de la *turnérite*.

Type III. Les pyramides $b^{1/2}$ $(\bar{1}11)$ sont très développées ; les cristaux sont caractérisés par un allongement suivant une arête $b^{1/2}\,b^{1/2}$.

Les faces des zones ph^1 et pg^1 de la turnérite sont souvent ondulées.

Clivages. Clivage ou plans de séparation souvent faciles suivant p (001) ; clivages difficiles suivant h^1 (100) et g^1 (010). Parfois plans de séparation suivant m (110). Cassure conchoïdale à inégale.

Dureté. 5 à 5,5. Fragile.

Densité. 4,9 à 5,3.

Coloration et éclat. Rouge-hyacinthe, brun-giroflée, jaune brun, jaune vert clair ; la turnérite est souvent d'un blanc rosé très pâle. La monazite est le plus souvent incolore en lames minces.

Les cristaux de turnérite possèdent une propriété analogue à celle de l'alexandrite ; examinés à la lumière jaune d'une lampe ou du gaz, ils changent de couleur et deviennent d'un jaune plus rouge.

Poussière jaune rougeâtre ou blanche. Transparente à translucide.

Éclat vitreux à résineux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010) et presque parallèle à h^1 (100). La bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) fait dans g^1, un angle de 2 à 5° avec h^1, dans l'angle obtus de ph^1. Faible dispersion horizontale, et faible dispersion des axes $\rho < v$.

$$\mathbf{n}_g = 1{,}8411 \text{ (Wülfing)}$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}7965$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}7957$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0454 \quad \text{d'où } 2E = 23°2'$$
$$2\,E = \text{(mes.) } 22° \text{ à } 36°, \text{ suivant les localités (rouge).}$$

Pléochroïsme. Faiblement pléochroïque dans les teintes jaunes, avec maximum suivant $\mathbf{n}_m$.

Composition chimique. La composition chimique est représentée par la formule $(Ce,La,Di)PO^4$, dans laquelle les proportions relatives de ces différents métaux sont variables avec les localités ; il existe en outre une quantité variable de divers autres corps et notamment de thorium ; celui-ci donne de l'importance économique à ce minéral ; dans la monazite des sables du Mananjary (*Madagascar*), la teneur en ThO^2 atteint 10 %, d'après des essais de M. Arsandaux.

La thorine peut être mise en évidence par le procédé de MM. Wyrouboff

et Verneuil, qui est quantitatif. Le minéral est attaqué par l'acide sulfurique, qui est ensuite évaporé jusqu'à consistance sirupeuse, puis additionné d'eau glacée ; les terres rares sont alors précipitées par l'acide oxalique. Les oxalates sont transformés en nitrates ; ceux-ci sont dissous dans l'eau et la thorine est précipitée par l'eau oxygénée. Elle est ensuite transformée en azotate, dont la solution dans l'acide azotique est évaporée à sec au bain-marie : cet azotate, redissous dans l'eau, est reprécipité par l'eau oxygénée. L'opération est répétée jusqu'à ce que l'hydrate de peroxyde de thorium précipité soit parfaitement blanc.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, ne fond pas, mais devient grisâtre. Imbibée d'acide sulfurique, colore la flamme en vert bleuâtre.

Difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique ; soluble dans l'acide sulfurique.

Spectre d'absorption. Examinée avec un spectroscope de poche, la monazite fournit le spectre d'absorption du didyme.

Diagnostic. La monazite est parfois difficile à diagnostiquer en l'absence de formes géométriques, comme cela a lieu dans les sables. Sa coloration jaune, son pléochroïsme et sa biaxie établissent le diagnostic différentiel d'avec le zircon. Le spectre d'absorption est très caractéristique, quand il peut être observé. Une bonne réaction microchimique consiste à attaquer le minéral par l'acide sulfurique qui, par évaporation, donne après addition d'un peu d'acétate de sodium, de petits cristaux ovoïdes, terminés par une pointe (aspect de bacilles) de sulfate sodicocéreux. En reprenant par une goutte d'eau, on obtient des aiguilles de sulfate de cérium.

Dans les sables monazités, la monazite est en général plus roulée que le zircon.

Le changement de couleur à la lumière artificielle permet de distinguer la turnérite du sphène, qui l'accompagne fréquemment dans les fentes de quelques roches.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La monazite se rencontre dans les modes de gisements suivants :

1° dans les roches granitiques et gneissiques ;

2° dans les fentes de roches diverses ;

3° dans les sables.

1° *Dans les roches granitiques et gneissiques.*

Les granites et leurs pegmatites constituent le gisement principal de la monazite ; elle existe aussi comme élément microscopique des granites (particulièrement des granites à muscovite) et des gneiss. Ce minéral n'a été trouvé en échantillons macroscopiques dans aucune de ces roches provenant des territoires étudiés dans ce livre, mais c'est certainement de celles-ci que viennent les cristaux qui sont signalés plus loin dans les sables de la *Guyane* et de *Madagascar*.

M. Orville Derby en lavant à la batée le produit de la trituration d'un échantillon de granite de Berzet (*Puy-de-Dôme*) y a trouvé quelques cristaux de monazite, associés à du zircon et à un peu d'anatase bleue (*Miner. Magaz.* XI, 307. 1897).

2° *Dans les fentes de roches diverses.*

Alpes. — *Isère*. Lévy a décrit en 1823 (*Ann. of Philos.* XXI. 241), sous le nom de *turnérite*, de très petits cristaux d'un jaune brun, trouvés avec de l'adulaire et de la crichtonite lamellaire sur un échantillon provenant du Dauphiné. Peu après, Philips compléta cette première description (*Élem. Introd. Mineral.* 382. 1823) en donnant comme provenance le Mont Sorel (Dauphiné).

La composition chimique de la turnérite était alors inconnue. Dana fit voir en 1866 (*A system of Miner.*) que sa forme pouvait être ramenée à celle de la monazite. M. Pisani put démontrer en 1877 (*C. R.* LXXXIV. 462) par l'essai de cristaux analogues, trouvés en Suisse, que ces deux minéraux ne diffèrent pas au point de vue de la composition chimique.

Le gisement originel exact des cristaux étudiés par Lévy est incertain ; il n'existe en effet pas de Mont Sorel en Oisans. L'Alpe Sorrel, près Maronne, ne renferme pas de gisements fournissant les minéraux précités. M. Miers a examiné (*Min. Mag.* VIII. 207. 1889) l'étiquette originale de la collection de Phillips, qui a mis en circulation ce nom de localité et constaté qu'elle porte « Mt. Soret » ; or, comme cet échantillon avait été envoyé en Angleterre sous la dénomination de *pictite*, minéral que venait de décrire Soret, il est probable que Mont Soret a été écrit au lieu de Mons. Soret, nom du donateur.

Quoi qu'il en soit, les échantillons renfermés dans les vieilles collections consistent en granulite, recouverte de quartz chlorité et de crichtonite ; ils me paraissent provenir de la Combe de la Selle ; les cristaux de turnérite sont d'un beau jaune brun. Je n'ai vu aucun échantillon de ce genre trouvé depuis moins de cinquante ans, mais depuis quelques années, ce même minéral a été retrouvé avec un facies différent à la Montagne des Puits, près Saint-Christophe en Oisans, dans les fentes d'aplites riches en albite, avec petits cristaux de quartz, d'anatase, de crichtonite. Le même minéral a été trouvé avec le même aspect au Freney, dans la vallée de la Romanche.

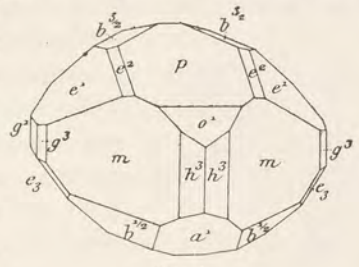


Fig. 1.
Turnérite. Figure originale de Lévy, avec l'orientation adoptée par lui.

La fig. 1 représente le dessin original de Lévy, avec l'orientation maintenue par Philipps et Des Cloizeaux dans le premier volume de sa

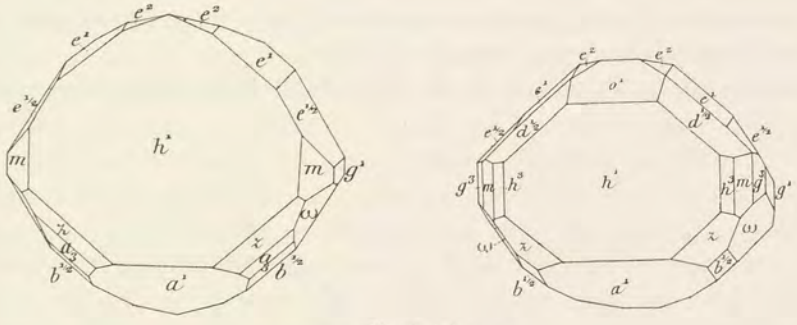


Fig. 2 et 3.
Turnérite de l'Oisans. Type II *b*.

Minéralogie (p. 533 et fig. 249 et 250, pl. XLII). Voici la concordance de cette orientation avec celle admise ici, et employée par Des Cloizeaux dans sa description de la monazite (*op. cit.* II. pl. XLV et 472).

Lévy			Lévy			Lévy		
p	$= h^1$	(100)	o^1	$= o^1$	(101)	$d^{1/2}$	$= d^{1/2}$	(111)
e^2	$= h^3$	(210)	a^1	$= a^1$	($\bar{1}$01)	$b^{1/2}$	$= b^{1/2}$	($\bar{1}$11)
e^1	$= m$	(110)	h^3	$= e^2$	(012)	b^1	$= a_3$	($\bar{2}$11)
$e^{1/2}$	$= g^3$	(120)	m	$= e^1$	(011)	$b^{3/2}$	$= z$	(311)
g^1	$= g^1$	(010)	g^3	$= e^{1/2}$	(021)	w	$= \omega$	($\bar{1}$21)

Les figures 2 et 3 ne sont autres que celles données par Des Cloizeaux en 1862, mais elles ont été redessinées pour les mettre en accord avec l'orientation nouvelle. De même, la figure 4 est la projection sur g^1 (010) de Philipps, mais avec cette même orientation nouvelle.

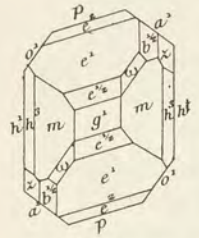


Fig. 4.
Turnérite. Projection sur g^1 (010).

Ces cristaux sont très aplatis suivant h^1 (100) et présentent les formes h^3 (210), m (110), g^3 (120), g^1 (010), o^1 (101), a^1 ($\bar{1}01$), e^2 (012), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), z (311), a_3 ($\bar{2}11$) et ω ($\bar{1}21$). C'est le type II b; les cristaux anciens existant soit dans la collection d'Haüy, soit dans celle du Muséum s'y rapportent.

J'ai trouvé dans la collection d'Haüy un très beau cristal de turnérite jaune de miel, indiqué comme sphène (titane calcaréo-siliceux); il a probablement la même origine que ceux décrits par Lévy; il diffère de ceux figurés par Des Cloizeaux en ce que les faces m (110) sont, comme dans les cristaux de la Meije, très peu développées.

Les cristaux de la Montagne des Puits, près Saint-Christophe en Oisans, sont identiques à ceux de la Meije.

Hautes-Alpes. J'ai décrit (*C. R.* XXII. 1429. 1896) les cristaux pro-

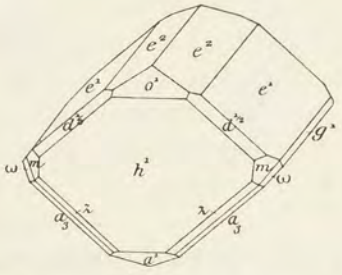


Fig. 5.
Turnérite de la Meije. Type II *b*.

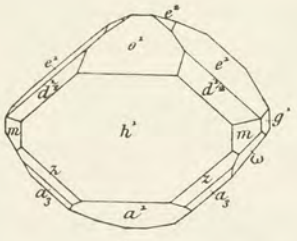


Fig. 6.
Turnérite de la Meije. Type II *a*.

venant du glacier de la Meije aux environs de la Grave, où ils accompagnent l'anatase, la brookite et le quartz hyalin. Ils sont à rapporter à deux variétés du type II. Dans la première (fig. 5), les formes dominantes sont h^1 (100) et e^1 (011), avec de petites facettes m (110), o^1(101), a^1 ($\bar{1}01$), e^2(012), ω ($\bar{1}21$), z (311), a_3 ($\bar{2}11$); très rarement, il

existe des indications de $e^{1/2}$ (021) ; ces cristaux sont d'un jaune rosé pâle ou plus rarement d'un rouge brunâtre clair.

Les cristaux de la seconde variété (type II. *b*) (fig. 6) sont d'un jaune très pâle, souvent allongés suivant une arête o^1 h^1 et en outre aplatis suivant h^1 ; celles des formes qui sont réduites dans les types précédents, prennent parfois un grand développement dans ces cristaux ; h^1 est la seule forme de la zone verticale qui soit très développée.

Les cristaux de turnérite de la Meije dépassent rarement 2 mm. de plus grande dimension.

3° *Dans les sables.*

La monazite étant dense, se concentre dans les sables des rivières et des côtes, parmi les minéraux lourds provenant de la désagrégation des roches qui les contenaient originellement. Elle s'y trouve parfois en quantité telle qu'elle peut être fructueusement exploitée pour la thorine qu'elle contient.

Madagascar. — J'ai signalé récemment (*B.S.M.* XXXII. 315. 1909) l'existence de sables monazités à Madagascar. J'en ai eu connaissance par M. Garivier. Les prospections de cet ingénieur et de M. Mathieu ont montré que ce minéral se rencontre dans les alluvions aurifères d'un grand nombre de rivières de la côte orientale de l'île et particulièrement dans le bassin du Mananjary et de ses affluents. Les fonds de batée de ces régions renferment, avec l'or, de la magnétite, de l'ilménite, de l'almandin, du disthène, du rutile, du zircon et enfin de la monazite transparente, identique à celle des sables monazités du Brésil. Celle-ci est presque exclusivement concentrée dans les portions, dont les grains ont environ 1/3 de millimètre. La monazite, séparée par électrotriage, est en moyenne d'un jaune orangé ; les grains les plus petits sont jaune d'or, les plus gros d'un jaune brunâtre. Le zircon présente les mêmes dimensions, mais ses cristaux sont d'ordinaire beaucoup moins roulés. Bien que je n'aie pu faire aucune mesure, il me semble probable, d'après leur forme, que ces cristaux de monazite sont aplatis suivant h^1 et limités en outre par m (110), o^1 (101), a^1 ($\bar{1}01$) e^1 (011) et peut-être $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), avec à peu près égal développement de ces différentes formes.

J'ai rencontré en outre, associé à cette monazite, un minéral incolore, paraissant orthorhombique, mais optiquement négatif, que je n'ai pu assimiler à aucune espèce connue.

L'origine de ces divers minéraux doit être cherchée dans les granites et les gneiss acides.

Guyane. — J'ai trouvé dans des sables aurifères, rapportés de l'ancien Contesté franco-brésilien par M. Geay, de petits cristaux de monazite se présentant avec un aspect tout différent ; ils ont 2 à 3 mm., ils sont bruns opaques et rappellent ceux d'Arendal (Type I) ; leur forme est la même : m, h^1, o^1, a^1, avec aplatissement suivant h^1. Ils sont accompagnés de petits cristaux de columbite et doivent provenir de la désagrégation de pegmatites.

CERVANTITE
Sb^2O^4

Formes et faciès. La cervantite est considérée par quelques auteurs comme orthorhombique ; il est probable que la forme des agrégats orthorhombiques, qui la constituent, est celle de stibine épigénisée. Elle forme aussi des croûtes, des concrétions, des masses pulvérulentes.

Dureté. 4 à 5.

Densité. 4,08.

Coloration et éclat. Jaune Isabelle, jaune de soufre, blanche. Poussière blanche ou d'un blanc jaunâtre.

Éclat gras et nacré, parfois terne et terreux.

Composition chimique. La formule Sb^2O^4 ou Sb^2O^3,Sb^2O^5 correspond à la composition suivante :

Sb.....	78,9
O.....	21,1
	100,0

Essais pyrognotisques. Infusible au chalumeau. Dans le tube ne se sublime pas. Sur le charbon est réduite en un globule d'antimoine, avec production d'une auréole blanche. Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. La cervantite se distingue aisément de la valentinite par son infusibilité et par sa non volatilité ; de la stibiconite, parce qu'elle ne donne pas d'eau dans le tube.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cervantite est comme son hydrate, la *stibiconite*, étudiée plus loin, le résultat de l'altération de la stibine; elle paraît être moins fréquente.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. La cervantite a été signalée par Dufrénoy (*Minér.* III. 182. 1856) à Chazelles, en croûtes adhérentes à de la stibine.

GROUPE DE L'APATITE

Le groupe de l'apatite comprend de nombreuses espèces, géométriquement hexagonales et parahémiédriques; quelques-unes d'entre elles possèdent des propriétés optiques, qui indiquent un réseau de symétrie inférieure. Ces espèces sont les suivantes :

Apatite	$(CaF)Ca^4(PO^4)^3$
	$(CaCl)Ca^4(PO^4)^3$
	$[Ca(Cl.F.OH)]Ca^4(PO^4)^3$
Pyromorphite	$(PbCl)Pb^4(PO^4)^3$
Polysphérite	$[(Pb,Ca)Cl](Pb,Ca)^4(PO^4)^3$
**Svabite*	$[Ca(F.OH.Cl)]Ca^4(AsO^4)^3$
Mimétite	$(PbCl)Pb^4(AsO^4)^3$
Campylite	$(PbCl)Pb^4[(As,P)O^4]^3$
Hédyphane	$[(Pb,Ca)Cl](Pb,Ca)^4(AsO^4)^3$
Vanadinite	$(PbCl)Pb^4(VO^4)^3$
Endlichite	$(PbCl)Pb^4[(V,As)O^4]^3$

Le tableau suivant donne la comparaison des réactions et des propriétés pyrognostiques des types plombifères de ce groupe, dont les caractères extérieurs sont souvent identiques et qui ne peuvent se distinguer les uns des autres que chimiquement ou optiquement.

	Pyromorphite	*Mimétite*	*Vanadinite*
Dans le tube fermé.	Donnent un sublimé de $PbCl^2$		Décrépite ; faible enduit de $PbCl^2$.
Au chalumeau, sur le charbon.	Fusible en globule devenant polyédrique en cristallisant. Enduit blanc de $PbCl^2$ et jaune de PbO. Flamme colorée en vert bleuâtre.	Fusible avec odeur d'ail au feu réd. Réduit en globule de plomb, avec enduit de $PbCl^2$, de As^2O^3 et de PbO.	Fusible en donnant une masse noire bulleuse, facile à réduire en un globule métallique.
Sel de phosphore.	—	—	Perle vert-émeraude (F.R) ou jaune clair (F.O).
Sel de phosphore et oxyde de cuivre.	Colorent la flamme en bleu azur (réaction du chlore).		
Acide azotique étendu.	Facilement solubles.		La solution évaporée à sec donne un résidu rouge foncé.
$n_g - n_p$	0,012	0,016	0,056 0,039 (endlichite).

APATITE

$[Ca\,(Cl, F, OH)\,Ca^4\,(PO^4)^3$

Hexagonale : parahémiédrique.

$b : h = 1000 : 732{,}712$ (Dx.) $\quad D = 866{,}025 \quad d = 500$

$[a : c = 1 : 0{,}73271]$ [1]

Formes observées. p (0001) ; m $(10\bar{1}0)$, h^1 $(11\bar{2}0)$; a^2 $(11\bar{2}2)$, a^1 $(11\bar{2}1)$, $a^{1/2}$ $(22\bar{4}1)$; b^2 $(10\bar{1}2)$, b^1 $(10\bar{1}1)$; $b^{1/2}$ $(20\bar{2}1)$; ${}_{1/2}\,a_2 = (b^1\,b^{1/2}\,h^1)\,[\pi\,(21\bar{3}1)]$, ${}_{1/2}\,a_3 = (b^1\,b^{1/3}\,h^1)\,[\pi\,(31\bar{4}1)]$; ${}_{1/2}\,\delta = (b^1 b^{1/3} h^{1/2})\,[\pi\,(31\bar{4}2)]$.

Les angles suivants ont été mesurés par moi sur les cristaux de la Villeder et sur ceux des environs de Nantes.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	120°	
mh^1	150°	
pa^2	143°46′	143°40′
$a^2\,h^1$	126°14′	
pa^1	124°19′	
$a^1\,h^1$	144°41′	
$p\,a^{1/2}$	108°50′	108°49′
$a^2\,a^1$	160°33′	
ph^1	90°	
pb^2	157°4′	157°15′
$b^2 m$	112°56′	
$b^2 b^2$ s. p	134° 8′	
$^*pb^1$	139°46′	139°48′
$b^1 m$	130°14′	
$b^1 b^1$ s. p.	99°32′	
$b^2 b^1$	162°42′	162°48′
$pb^{1/2}$	120°35′	
$b^{1/2}\,m$	149°25′	149°20′
$b^{1/2} b^{1/2}$ s. p.	61°10′	
$b^1 b^{1/2}$	160°49′	

1. Ces données se rapportent à l'apatite fluorée, les types chlorés ont l'axe vertical légèrement moins long.

pa_2	114° 4′	
ph^2	90°	
$p\delta$	123°15′	
pa_3	108° 9′	
h^1a_2	153°43′	153°48′
$h^1\delta$	143°28′	
h^1b^1	124° 1′	124° env.
h^1b^2 lat.	90°	
$a_2\delta$	169°45′	169°50′
a_2b^1	150°18′	150°10′
b^1b^2	145°59′	
a^2a^2 adj.	145°38′	
a^1a^1 adj.	131°12′	
$a^1b^{1/2}$	155°36′	155°39′
$a^{1/2}a^{1/2}$ adj.	123°30′	
$m\delta$ adj.	144°16′	
ma^2	120°47′	
a^2a^2 s. b^2	118°27′	
mb^2	101°14′	
b^2b^2 adj.	157°32′	
ma_3	157°17′	
ma_2 adj.	149°37′30″	149°30′
ma^1	135°40′	135°44′
mb^1 lat.	108°50′30″	108°58′
ma^2 lat.	90°	

a_2a_3	172°20′30″	
a_3a^1	158°23′	
a_2a^1	166° 2′30″	
a^1a^1 s. b^1	88°40′	
a^1b^1	153°10′30″	153°18′
b^1b^1 s. a^2	142°19′	142°17′
$ma^{1/2}$ adj.	145° 3′	145°13′
ma_2 opp.	135°39′	
$mb^{1/2}$	115°30′	115°29′
$m\delta$ s. $b^{1/2}$	103°25′	
ma^1	90°	
δa^1	166°35′	166°30′
$a^{1/2}b^{1/2}$	150°27′	
$a_2b^{1/2}$	161°51′	161°45′
$a^{1/2}a^{1/2}$ s. $b^{1/2}$	69°54′	
$b^{1/2}b^{1/2}$ adj.	129° 0′	
ma_3 opp.	131°13′	
ma_2 s. $b^{1/3}$	104°39′	
ma_3 lat.	105° 7′	
$ma^{1/2}$ lat.	90°	
$a_3a^{1/2}$	164°43′	
$^{1/2}a_3{}^{1/2}a_3$	123°16′	
$^{1/2}a_2{}^{1/2}a_2$	125°40′	
$^{1/2}\delta{}^{1/2}\delta$	130°34′	

Faciès des cristaux. Les cristaux d'apatite sont à rapporter à deux types :

Type I. Les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical, terminés par une pyramide, qui est généralement b^1 $(10\bar{1}1)$, au moins comme forme dominante (fig. 1) (type I *a*) et plus rarement $a^1(11\bar{2}1)$ (fig. 10) type I *b*). La base est fréquente (fig. 6 à 8).

Type II. Les cristaux sont raccourcis suivant l'axe vertical (fig. 2) et souvent aplatis suivant la base, quand celle-ci existe (fig. 5).

Les formes hémièdres (fig. 8 et 9) ne sont fréquentes que dans quelques gisements.

L'apatite constitue également des masses grenues ou compactes.

Quant aux minéraux désignés sous le nom de *phosphorites*, que l'on rattache habituellement à l'apatite, je montrerai plus loin qu'ils doivent être considérés comme distincts; je les étudierai aux articles *dahllite*, *francolite* (*staffélite*) et *colophanite*.

Clivages. Clivage *p* (0001) imparfait; traces suivant *m* $(10\bar{1}0)$. Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 5. Fragile.

Densité. 3,17 à 3,23.

Coloration et éclat. Incolore ; diverses teintes de vert, de bleu, de violet et de jaune, plus rarement, grise, brune ou noire. L'apatite est parfois rendue opalescente dans la direction de l'axe vertical par une structure fibreuse (notamment dans les variétés blanches). Poussière blanche. Transparente à translucide.

Éclat vitreux, inclinant au résineux.

Inclusions. L'apatite des roches volcaniques renferme fréquemment de très fines inclusions aciculaires (magnétite), allongées suivant l'axe vertical et orientées sur leur hôte ; par oxydation, elles donnent à l'apatite une coloration rouge.

Dans le granite, dans les filons stannifères (La Villeder), l'apatite est parfois extrêmement riche en inclusions liquides à bulle.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$). Les apatites colorées présentent parfois une structure complexe, sur laquelle Mallard a appelé l'attention. Une section basique se divise en six secteurs biaxes, dans lesquels le plan des axes est généralement parallèle à la bissectrice de l'angle formé par la trace d'une face *m* et la ligne de séparation de deux secteurs contigus ; le centre est fréquemment uniaxe.

Les indices varient avec la composition ; les apatites fluorées sont moins réfringentes que les chlorées et ce caractère permet aisément de les distinguer les unes des autres. Voici quelques indices mesurés par M. Gaubert et qui sont caractéristiques à cet égard.

	Cl.	F.	$\mathbf{n}_g$	$\mathbf{n}_p$	$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p$
Bamle.....	5,8		1,6691	1,6653	0,0038
Knappenwand.	0,03	3,63	1,6359	1,6334	0,0025
Priziac.....			1,6363	1,6332	0,0031
La Villeder....			1,635	1,633	0,002

Pléochroïsme. Les variétés colorées sont pléochroïques, au moins sur une forte épaisseur. Le maximum d'absorption a lieu suivant $\mathbf{n}_p$, c'est-à-dire parallèlement à l'allongement.

	Barbin Villeder.	*Barbin.*	*Pont-Percé.*
$\mathbf{n}_g$ =	incolore	incolore ou bleu pâle	bleu pâle
$\mathbf{n}_p$ =	bleu azur	violet rougeâtre.	bleu cobalt.

Les apatites colorées par des inclusions ferrugineuses présentent un pseudopléochroïsme très intense, dans les teintes jaunes et rouges quand celles-ci sont oxydées : le maximum de coloration a lieu aussi suivant $\mathbf{n}_p$.

Composition chimique. La formule de l'apatite normale est (CaF) $Ca^4(PO^4)^3$ ou en doublant $3Ca^3(PO^4)^2$, CaF^2 (composition centésimale *a*) et plus rarement (CaCl) $Ca^4(PO^4)^3$ (composition *b*). Une petite quantité de fluor ou de chlore est parfois remplacée par de l'hydroxyle ; de plus, il existe des apatites, à la fois fluorées et chlorées : la formule la plus générale est donc $[Ca(F,Cl,OH)]Ca^4(PO^4)^3$.

Les proportions de fluor, de chlore et d'hydroxyle ne sont pas toujours suffisantes pour satisfaire à cette formule et dans ce cas, il existe un excès d'oxygène. La composition des apatites offrant cette particularité peut rentrer dans une même formule générale (Hoskyns-Abrahall) si l'on double celle-ci, qui devient alors $[Ca^2(F^2,Cl^2,O)]Ca^8(PO^4)^6$: d'après les analyses de M. Ad. Carnot, il peut aussi exister de l'anhydride carbonique, remplaçant du fluor.

Certaines apatites contiennent une petite quantité d'oxyde manganeux ; elles sont généralement de coloration bleue. D'autres fournissent le spectre d'absorption du didyme et renferment en outre du cérium et du lanthane ; dans quelques-unes de ces dernières, ces terres rares sont dues à l'existence des inclusions de monazite (*cryptolite*).

Analyse de l'apatite de Montebras par A. Carnot (*A.M.*XIV. 214. 1896).

	a(1)	*b*(1)	c
P^2O^5.....	42,3	41,0	39,60
F.....	3,8	»	3,23
Cl.....	»	6,8	tr.
CaO.....	55,5	53,8	50,45
MnO.....	»	»	1,22
Fe^2O^3.....	»	»	0,20
Quartz....	»	»	6,35
	101,6	101,6	101,05

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond difficilement sur les bords en colorant la flamme en jaune rouge ; si le minéral a été humecté au préalable par de l'acide sulfurique, la flamme est colorée en vert bleuâtre.

Les types chlorés fondus avec le sel de phosphore et du cuivre

		a	*b*
1. Correspondant à :	$Ca^3P^2O^8$.....	92,25	89,40
	CaF^2.....	7,75	»
	$CaCl^2$.....	»	10,60
		100,00	100,00

colorent la flamme en bleu (chlorure de cuivre). Les types fluorés fondus avec le sel de phosphore dans le tube ouvert dégagent du fluor.

Soluble dans l'acide azotique. La solution précipite en jaune par le molybdate d'ammoniaque et donne du gypse par addition d'acide sulfurique.

Phosphorescence. Certaines variétés deviennent phosphorescentes après avoir été chauffées.

Altérations. L'apatite est souvent corrodée dans les roches éruptives, mais elle présente rarement des altérations en dehors de l'oxydation de ses inclusions ferrugineuses qui vient d'être signalée. Les types décrits comme contenant H^2O et CO^2 en quantité supérieure à celle prévue par les formules données plus haut et considérés par quelques auteurs comme ayant subi un commencement de décomposition sont des composés bien définis (voir *Combinaisons de phosphates et de carbonates*).

Diagnostic. La forme, les propriétés optiques et les réactions de la solution azotique de l'apatite ne permettent de la confondre avec aucun autre minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'apatite est un élément microscopique, automorphe, de presque toutes les roches éruptives ou métamorphiques ; elle est la source principale et souvent exclusive de l'anhydride phosphorique que décèlent les analyses chimiques des roches. Par contre, elle ne se trouve en éléments macroscopiques que dans un nombre limité de gisements et ce sont ceux-là seulement dont je m'occuperai. Je la considérerai successivement :

1° dans les roches éruptives,

2° dans les roches métamorphisées par les roches éruptives,

3° dans les filons métallifères,

4° dans les schistes cristallins [1].

Il n'existe pas en France de gisements drusiques d'apatite dans les fentes de roches diverses (granites ou schistes cristallins) du genre de ceux qui, dans le massif du Saint-Gothard par exemple, fournissent de si beaux cristaux.

1. Voir au paragraphe Combinaisons de phosphates et de carbonates pour les *phosphorites* et pour les soi-disant apatites des terrains sédimentaires.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les pegmatites et les aplites.*

L'apatite est fréquente dans les pegmatites et les aplites, où elle forme parfois des cristaux de grande taille, souvent pris par les anciens auteurs pour du béryl. Ces cristaux de formation magmatique engagés dans le feldspath ou le quartz, sont toujours très allongés suivant l'axe vertical et généralement réduits aux formes $m\,p$, $m\ b^1$ ou $p\ m\ b^1$; ils sont souvent associés d'une façon intime à la tourmaline, à la biotite.

Les cavités miarolitiques et les géodes des pegmatites renferment aussi l'apatite comme minéral drusique qui, à l'inverse des précédents, est de formation pneumatolitique ; ses cristaux sont alors remarquablement brillants et nets, variés de formes, rarement aussi allongés que dans les conditions précédentes, souvent raccourcis suivant l'axe vertical ou même aplatis suivant la base et riches en faces. Ils se sont d'ordinaire produits à la fin de la cristallisation des feldspaths sur lesquels ils sont implantés, avec quartz, etc.

Je considérerai successivement l'apatite dans ces deux conditions de gisement.

α. Comme élément normal.

Bretagne. — *Morbihan*. On rencontre l'apatite en cristaux verts dans le granite à muscovite de Plumeliau, de Saint-Alouestre, du Mont Foulon près Saint-Nicolas-du-Tertre.

Loire-Inférieure. Dans l'aplite et la pegmatite d'Orvault.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Dans la pegmatite du pic du Midi de Bigorre (*B. S. M.* X. 314. 1887).

Haute-Garonne. L'apatite a été signalée en petits cristaux verdâtres dans les pegmatites des environs de Luchon.

Ariège. L'apatite est parfois très abondante dans les gisements de tourmaline de l'Ariège (voir tome I) et notamment dans ceux du massif du Saint-Barthélemy (col de Girabal en particulier) : elle n'y forme que de très petits prismes blanchâtres, englobés dans la tourmaline, les feldspaths ou le quartz.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Parmi les pegmatites riches en apatite de cette région, il y a lieu de citer spécialement celles de Saint-Privat d'Allier ; la collection du Muséum possède un échantillon

de cette localité exclusivement constitué par des prismes hexagonaux jaune verdâtre d'apatite, mélangés à des lames de muscovite. Ce minéral se trouve aussi (Gonnard. *B.S.M.* VII. 65, 1884) en cristaux de 1 cm., associés à de la tourmaline, dans les pegmatites de la Chaise-Dieu.

Haute-Vienne. L'apatite n'est pas rare dans les pegmatites du Limousin ; elle se présente parfois en cristaux distincts, blanchâtres, verts ou bleutés (*pm*) à la Ferme de Biards en Glandon, dans des masses de mica (muscovite et biotite) à la Vilate en Chanteloube (avec spessartine, wolfram, mispickel), à la Chèze en Ambazac (dans lépidolite), au Pont-du-Barost (dans béryl), etc., mais le plus souvent elle constitue dans l'orthose des masses fendillées, informes, verdâtres ou blanches.

Au Mazataud et à Avent en Bessines, elle est plus abondante que dans les gisements précédents (avec béryl, cassitérite, columbite) ; à Chabanne en Saint-Sylvestre (avec triplite, columbite, etc.), elle forme dans la pegmatite des cristaux hexagonaux (*pm*) ou des masses constituées par un seul individu cristallin atteignant parfois plus d'un kilogramme ; cette apatite est d'un vert-asperge ou d'un gris verdâtre ; elle est souvent fendillée et fragile.

Mais le gisement le plus remarquable du Limousin est la Vauzelle en Compreignac ; l'apatite, d'un vert-asperge ou d'un vert grisâtre, y forme des cristaux nets (*p m*, avec ou sans b^1) atteignant plus de 5 cm. de diamètre sur plus du double de hauteur. La pegmatite de ce gisement est aussi remarquable par les énormes cristaux de quartz enfumé qu'elle renferme ; à signaler encore, dans la même commune, les carrières de Chatenet et de Venachat.

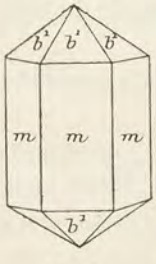


Fig. 1.
Apatite. Forme commune.

Puy-de-Dôme. Parmi les pegmatites de cette région, riches en cristaux d'apatite, il y a lieu de citer celles d'Authezat-la-Sauvetat, de la Grande-Côte près de Chadrat (Gonnard, *B.S.M.* V. 270. 1882), de Roure près Pontgibaud (avec tourmaline). Des fragments de quartz de pegmatite, renfermant de jolis cristaux rubéfiés d'apatite (*m* b^1) (fig. 1), se trouvent à l'état d'enclaves dans les scories basaltiques, notamment au Chuquet-Genestoux, sur le bord de la route du Puy-de-Dôme (Gonnard, *C. R.* CXXVI. 1532. 1898).

Rhône. L'apatite est très abondante dans les pegmatites du Lyonnais, où elle a été jadis confondue avec le béryl. M. Gonnard l'a

notamment citée (*B. S. M.* IV. 138. 1881 et V. 327. 1882) à Lyon, à Beaunan, à Irigny, à Chaponost, etc. en cristaux de quelques millimètres, souvent associés à la tourmaline.

Le même minéral est particulièrement abondant dans la vaugnérite de Vaugneray.

Saône-et-Loire. M. Michel-Lévy a signalé (*B. S. M.* V. 132. 1882), au-dessus du hameau de Lativelet, sur la route de Mesvre à Autun, un accident minéralogique de la pegmatite ; il s'agit d'une roche essentiellement composée de biotite, avec une grande quantité d'apatite verdâtre et de zircon microscopique, déterminant dans le mica des auréoles pléochroïques intenses. L'apatite se rencontre aussi dans les pegmatites des Riaux en Saint-Symphorien-de-Marmagne.

Côte-d'Ivoire. — Prismes verdâtres dans le granite à muscovite de nombreux points de cette colonie, dont le sol n'est constitué que par des roches granitiques et gneissiques.

Madagascar. — De gros cristaux (*pm*) d'apatite verdâtre de plusieurs centimètres se trouvent dans le quartz et les feldspaths des pegmatites de la région du mont Bity (notamment à Maharitra dans la vallée de la Sahatany), avec tourmaline lithique (voir au supplément à l'article *tourmaline*), grossulaire, etc. ; par leur forme et leur aspect général, ils rappellent ceux du Limousin.

β. Comme minéral drusique.

Normandie. — *Orne*. J'ai observé de fort jolis cristaux d'apatite dans les géodes des pegmatites de Pont-Percé, près Alençon. Ils sont d'ordinaire plus ou moins aplatis suivant la base et atteignent 1 cm. de plus grande dimension ; ils sont d'un bleu foncé, ou violacés, comme certains cristaux de Schlaggenwald, et présentent souvent ces deux couleurs réunies. Ils sont implantés sur des cristaux d'orthose ou de quartz enfumé ; parfois ils les moulent. Les formes sont les suivantes : p (0001), m (10$\bar{1}$0), b^1 (10$\bar{1}$1), b^2 (10$\bar{1}$2), a^2 (11$\bar{2}$2) avec souvent de petites facettes a^1 (11$\bar{2}$1) et $b^{1/2}$ (20$\bar{2}$1) ; le type le plus fréquent se rapporte à celui de la figure 2.

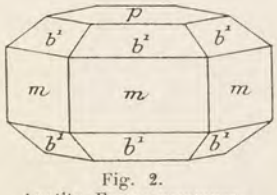


Fig. 2.
Apatite. Forme commune.

Bretagne. — *Morbihan*. Les pegmatites des environs de Pontivy renferment des cristaux d'apatite, dont les formes dominantes sont m et p, avec petites facettes h^1 $(11\bar{2}0)$, b^2 $(10\bar{1}2)$ et a^1 $(11\bar{2}1)$. La coloration est assez irrégulière, le centre des cristaux étant quelquefois bleu et la périphérie incolore. Ils rappellent beaucoup ceux d'Alençon.

M. Gaubert a signalé (*B.S.M.* XXV. 359. 1902) de jolis cristaux d'apatite d'un bleu de lin, tapissant les fentes de l'aplite de Priziac; ils ont 1 cm. de largeur sur 0 cm. 5 de diamètre. Leurs formes sont les mêmes que dans le gisement précédent, mais l'allongement est plus marqué.

De jolis cristaux blancs (pm) accompagnent le quartz dans les druses de l'aplite de Kerboulard en Saint-Nolff.

Loire-Inférieure. L'apatite en fort beaux cristaux est l'un des minéraux les plus fréquents des druses des aplites et des granites à muscovite de Nantes et de ses environs immédiats. Nous avons jadis donné, M. Baret et moi (*B. S. M.* XII. 529. 1889), la description d'un grand nombre d'échantillons, provenant pour la plupart des carrières de Barbin à Nantes, et, depuis lors, j'en ai observé de nouveaux, grâce à l'obligeance de mon ami.

Ces cristaux, qui peuvent atteindre 1 cm. 8 de plus grande dimension, mais qui n'ont souvent que quelques millimètres, sont très variés de couleur : incolores, jaunâtres, vert gris, bleus de lin, violets, améthyste. Les formes suivantes ont été observées p, m, h^1, a^1, $a^{1/2}$ $(22\bar{4}1)$, b^1 $(10\bar{1}1)$, $b^{1/2}$ $(20\bar{2}1)$ et très rarement $^{1/2}a_2$ $[\pi\,(21\bar{3}1)]$ et peut-être $^{1/2}\delta$ $[\pi\,(31\bar{4}2)]$ fournissant un grand nombre de combinaisons, qui peuvent être rapportées aux trois types suivants.

1° Cristaux ne présentant souvent que p et m, très allongés suivant l'axe c, très cannelés dans la zone verticale et parfois groupés à axes parallèles. Ce type est surtout réalisé par des cristaux incolores, jaunâtres, verdâtres, implantés sur l'aplite, avec quartz, albite, bertrandite, pyrite cubique. D'autres fois, ils sont d'un bleu de lin et seulement associés à du quartz un peu enfumé. Il faut citer aussi des cristaux raccourcis suivant c, d'une belle couleur violette, implantés sur du quartz.

2° Cristaux allongés ou raccourcis suivant l'axe vertical, caractérisés par l'association à p et m de b^1 ou de b^2 et souvent de ces deux pyramides réunies et associées à $b^{1/2}$. La combinaison $pm\,b^1$ est réalisée dans des cristaux jaunes et opaques et dans d'autres verts, bleus ou violets et transparents. Enfin, toutes les formes énumérées

plus haut sont parfois réunies dans de beaux cristaux de ce type d'un magnifique violet ou d'un bleu de lin très éclatant. Les différentes faces des pyramides sont souvent très inégalement développées, et l'aspect des cristaux est modifié suivant que p est plus ou moins large (fig. 3 et 4).

C'est à cette apatite violette qu'est associé l'or natif dans l'échan-

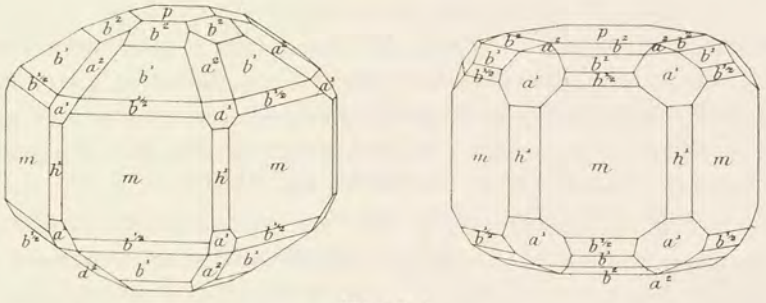


Fig. 3 et 4.
Apatite de Barbin.

tillon provenant de la route de Rennes, que j'ai décrit page 420 du tome II.

3° La combinaison pb^2 (fig. 5), avec parfois traces de m, forme de petits cristaux lenticulaires bleuâtres ou jaunâtres, qui sont peu fréquents.

Une macle cruciforme suivant a^1 a été trouvée sur un seul échantillon; des groupements avec pénétration incomplète sont surtout fréquents dans les cristaux raccourcis et dans ceux dont les faces b^1 sont très développées.

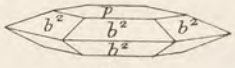


Fig. 5.
Apatite de Barbin.

L'apatite est en général de formation postérieure au quartz et à la pyrite; il en existe parfois de deux générations ; il n'est pas rare de trouver de petits cristaux d'apatite embrochés sur un cristal de quartz ou reposant sur de la pyrite ; par contre, la bertrandite est d'ordinaire postérieure à l'apatite.

Des cristaux de forme analogue à ceux de Barbin, mais moins beaux, accompagnent la bertrandite à Petit-Port (carrière de Bethléem); ils sont verdâtres ou blancs. A la carrière du champ de manœuvres de Nantes, les cristaux du type I sont quelquefois englobés dans des cristaux de quartz incolore.

M. Baret a signalé encore (*op. cit.* 86. 1898) de jolis cristaux violets, verdâtres ou blancs d'apatite à la Mercerie, près le Pont de la Verrière, en la Chapelle-sur-Erdre (avec bertrandite); à Clis, près Guérande (*p m*); à Batz (cristaux de 1 cm.) aplatis suivant *p*, blancs ou verts, renfermant des inclusions de tourmaline aciculaire. Ils se trouvent tous dans des géodes de pegmatite avec cristaux de quartz, de feldspaths, etc.

Plateau Central. — *Tarn*. M. Arsandaux a rencontré d'assez gros cristaux d'apatite fluorifère violette au milieu de pseudomorphoses d'orthose en un mélange de muscovite, de quartz et d'albite dans le filon de pegmatite à lépidolite et rubellite du Clap près de Castelnau-de-Brassac (*B. S. M.* XXIV. 430. 1901).

Loire. J'ai montré (T. II, p. 18) que les cristaux décrits par de Bournon comme émeraude de Montbrison sont constitués par de petits cristaux verts (*p m* b^1), souvent fistuleux d'apatite; ils sont implantés sur le microcline, qui tapisse les fentes des pegmatites des bords du Vizézy.

b) *Dans les roches basiques.*

L'apatite est généralement très abondante comme élément magmatique ancien dans les roches grenues basiques, mais elle ne s'y trouve jamais en beaux cristaux, aussi ne mérite-t-elle guère de mention spéciale. Il arrive cependant dans les gabbros et les diabases qu'elle devient macroscopique ; tel est le cas du gabbro du Pallet (*Loire-Inférieure*), dont les variétés à grands éléments montrent parfois des prismes hexagonaux (*p m*) d'apatite de plusieurs millimètres, englobés dans le diallage. Une roche se fait remarquer par sa richesse en apatite.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. L'apatite est, avec le sphène, l'un des éléments importants de la roche d'Avézac-Prat, que j'ai appelée *avézacite* (*C. R. Congrès géol. intern.*, 1900. 826) et qui offre une grande analogie de composition avec les nodules à hornblende des tufs basaltiques : cette roche a subi des actions mécaniques puissantes et les grandes plages d'apatite y présentent, comme celles des autres éléments, la structure en mortier.

c) *Dans les roches volcaniques.*

L'apatite d'origine magmatique des roches volcaniques [1] et particulièrement celle des andésites et des trachytes est microscopique ; sauf exception, ses cristaux ne dépassent guère quelques dixièmes de millimètre ; ils présentent toujours un très grand allongement suivant l'axe vertical ; des inclusions filiformes, probablement constituées par de la magnétite, régulièrement distribuées et orientées suivant l'axe vertical, sont extrêmement fréquentes. Elles donnent au minéral, lorsqu'on l'examine au microscope, une teinte bleuâtre ; le fait est fréquent dans les roches du *Mont-Dore*, du *Cantal*, etc. Lorsque la roche est oxydée, les inclusions se transforment en hématite ; l'apatite présente alors un pseudopolychroïsme ; telle est l'explication du cas signalé par M. Termier (*B. S. M.* XXIII. 48. 1900) dans l'andésite ancienne de Guillestre (*Hautes-Alpes*).

La néphélinite doléritique du Puy de Barneire (Saint-Sandoux) (*Puy-de-Dôme*) est remarquablement riche en longues aiguilles d'apatite, visibles à l'œil nu.

d) *Dans les enclaves homœogènes des roches volcaniques.*

α) Trachytes.

Dans ces enclaves, les cristaux d'apatite sont drusiques et dus à des actions pneumatolitiques.

Plateau Central. — *Cantal.* Les cavités des sanidinites renferment fréquemment des cristaux drusiques d'apatite ; ils n'ont guère que 2 mm. de plus grande dimension ; ils sont incolores et parfaitement limpides. Les formes sont p, m, avec ou sans b^1. Le gisement de Menet est à signaler particulièrement à cet égard , l'apatite y est accompagnée de cristaux, également filiformes, de sphène et de zircon.

Puy-de-Dôme. J'ai rencontré d'innombrables petites aiguilles d'apatite rouge, atteignant 2 mm. dans les cavités d'enclaves homœogènes

1. Dans le premier appendice à son *System of Mineralogy* (1899, p. 5), M. Edw. S. Dana a indiqué, d'après M. Washington, une macle suivant a^1 ($11\bar{2}1$) dans l'apatite de l'andésite du Mont Stavro (*Algérie*) ; cette citation est déformée par une erreur d'impression, le mémoire en question (*J. of. Geol.* III. 25. 1895) est, en effet, consacré à l'île d'Egine.

gabbroïques, en parties fondues, du trachyte du Puy du Barbier, près du Mont-Dore; elles sont associées à des cristaux d'hypersthène.

β) Basaltes.

L'apatite est très fréquente dans les nodules à hornblende et augite ou dans les fragments de cristaux de hornblende, d'augite, de titanomagnétite, qui sont si abondants au milieu des produits de projection basaltiques ; à l'inverse de ce qui a lieu dans le cas précédent, elle est d'origine magmatique. Elle s'y présente en cristaux allongés suivant l'axe vertical, réduits aux formes m avec p ou b^1 ; ils peuvent atteindre 1 cm. 5 de longueur ; ils sont transparents ou translucides, parfois rouges, grâce à des infiltrations ferrugineuses. Voici quelques gisements typiques, dont la liste pourrait être augmentée.

Corbières. — *Hérault*. Agde et près de Montpellier (Redannelle).

Plateau Central. — *Ardèche*. Rochesauve et les tufs des Coirons en général.

Haute-Loire. Le Croustet, la Denise près le Puy, Tareyre, le Coupet, Sainte-Anne, Bilhac, Sainzelle, Saint-Jean-de-Nay, etc.

Cantal. Thiézac, Suc de Védrine, etc.

Puy-de-Dôme. Les pépérites de la Limagne en général. Au Chuquet-Genestoux, près du Puy-de-Dôme, de jolis cristaux ($p\ b^1$) se trouvent englobés dans l'augite. On a vu page 384 que ces scories basaltiques renferment de petites enclaves de quartz, riches aussi en cristaux d'apatite ; c'est là un exemple typique de la variété d'origine, que l'on observe si souvent pour un même minéral trouvé parmi les matériaux des projections volcaniques.

A citer encore : la Banne d'Ordanche, au Mont-Dore ; le Tartaret, les grottes de Rajat près Murols, etc. et enfin tous les conglomérats descendant du Mont-Dore vers l'Est jusqu'à l'Allier (Perrier, etc.).

2° *Dans les sédiments métamorphisés par les roches éruptives.*

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. Le calcaire marmoréen de Saint-Béat, métamorphisé par une ophite, présente des taches vertes bordées de violet (fluorine violette), qui renferment de la fuchsite, de la tourmaline chromifère et quelquefois de l'apatite en abondance. Le même minéral se trouve aussi dans le calcaire en cristaux indépendants, prismes hexagonaux à angles arrondis d'un vert foncé, atteignant 4 mm.; ils sont fréquemment accompagnés de pyrite.

3° *Dans les filons stannifères.*

L'apatite est très fréquente dans les filons stannifères. Dans les gisements français, qui vont être étudiés, ce minéral ne se présente pas avec la forme qu'il possède dans les filons stannifères de la Saxe et de la Bohême, c'est-à-dire en cristaux aplatis suivant la base, mais en prismes allongés suivant l'axe vertical.

Bretagne. — *Morbihan*. L'apatite est l'un des minéraux caractéristiques des filons stannifères de la Villeder. Elle y est extrêmement abondante dans le quartz, en cristaux pouvant atteindre 5 centimètres suivant l'axe vertical ; ils sont seuls ou associés à la cassitérite et à la muscovite. Ils se trouvent le plus souvent dans les collections sous le nom de béryl ; ce dernier minéral, qui accompagne d'ailleurs parfois l'apatite, s'en distingue aisément parce qu'il est toujours incolore, alors que l'apatite est généralement bleue et souvent tachetée de blanc ou de jaune.

Les cristaux engagés dans le quartz ne présentent que les formes m et p ; ils sont fréquemment creux ; la cavité centrale est bordée de facettes prismatiques blanches ou incolores, appartenant généralement à un grand nombre de cristaux orientés sur un hôte unique. Parfois cette cavité centrale est remplie par du quartz.

M. Tronquoy m'a signalé qu'on peut voir encore aujourd'hui en place quelques cristaux de ce minéral dans le quartz du grand filon à découvert dans la tranchée du puits n° 1, mais l'apatite n'est vraiment abondante que plus profondément et au voisinage des épontes du filon. C'est de là que proviennent sans doute des échantillons envoyés de la mine au Muséum en 1846 et dont quelques-uns sont formés presque uniquement par des cristaux d'apatite et un peu de muscovite.

De beaux cristaux ont été trouvés libres dans des géodes de muscovite, d'où il est facile d'isoler des individus à double terminaison ; ce sont eux dont je vais m'occuper.

Ces cristaux, qui peuvent atteindre 3 cm. dans la direction de l'axe c, sont à rapporter à deux types ; les plus fréquents, souvent enchevêtrés en plus ou moins grand nombre, implantés sur la muscovite géodique, avec cassitérite en bons cristaux, sont très allongés, cannelés et souvent réduits à p, m, h^1 ; les pyramides, quand elles

existent, ne constituent que de très étroites facettes. Ils sont d'un bleu clair, généralement opaques ou simplement translucides, parfois fistuleux et creux ; les clivages basiques sont faciles. Ces cristaux sont quelquefois recouverts d'une croûte de cacoxénite.

Un second type est constitué par des cristaux d'un bleu plus ou moins foncé, généralement transparents, que je ne connais qu'à l'état isolé. Ils sont souvent recouverts d'une croûte blanche, englobant de

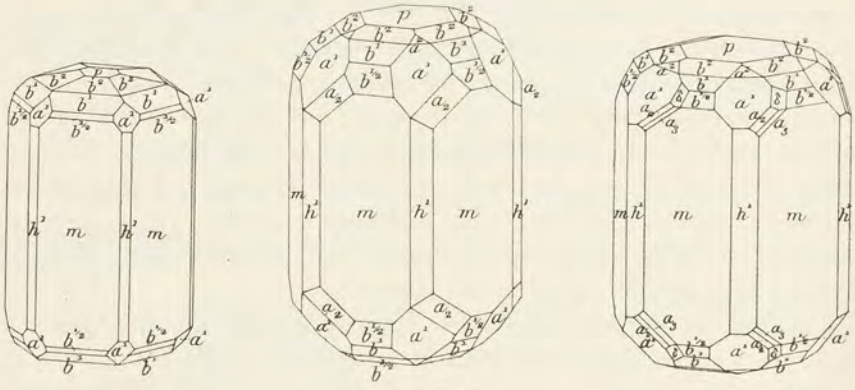


Fig. 6 à 8.
Apatite bleue de la Villeder.

petits cristaux de pyrite, croûte facile à détacher. Par leur couleur et l'arrondissement fréquent des faces de leur sommet, ils se distinguent aisément des cristaux de béryl riches en faces du même gisement.

Ils sont toujours riches en formes communes : p, m, h^1, b^2, b^1, $b^{1/2}$ (subordonné), a^2, a^1, avec presque toujours l'hémipyramide $^{1/2}\,a_2$ [π ($21\bar{3}1$)], souvent $^{1/2}\,a_3$ [π ($31\bar{4}1$)] et quelquefois $^{1/2}\,\hat{c}$ [π ($31\bar{4}2$)] ; les figures 6 à 8 représentent ces cristaux avec la régularité théorique de leurs formes, mais en réalité celles-ci offrent de très grandes irrégularités dans leur développement. La figure 9 est la projection sur la base de toutes les formes que j'ai observées dans ce gisement.

J'ai étudié un curieux cristal, malheureusement incomplet, qui offre un remarquable hémimorphisme par rapport à l'axe vertical ; il mesure 5 mm. Sa couleur est le bleu foncé ; le prisme m domine, avec h^1 subordonné ; l'un de ses sommets, qui est complet, est constitué par a^1 ($11\bar{2}1$), avec une petite face p (0001), l'autre extrémité, qui est brisée, ne présente que deux faces $b^{1/2}$ ($20\bar{2}1$), (fig. 10).

Notons en terminant qu'il résulte de l'étude pétrographique du granite à muscovite au voisinage des filons, à laquelle se livre

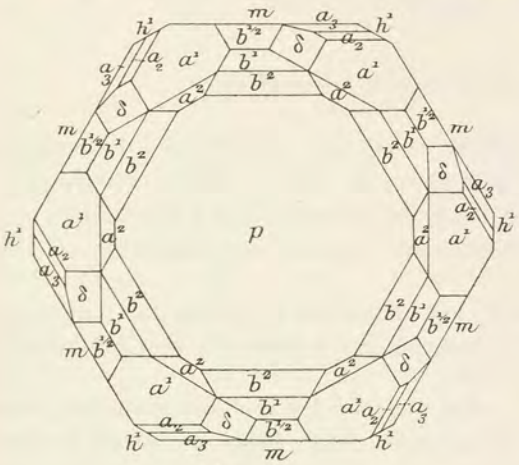


Fig. 9.
Apatite de la Villeder. Projection sur p (0001).

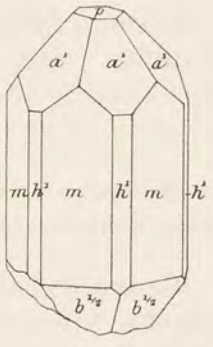


Fig. 10.
Apatite de la Villeder à faciès hémimorphe.

M. Tronquoy, que ces roches sont imprégnées d'apatite microscopique, produite par voie d'émanation.

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. Des cristaux d'apatite (p m) accompagnent la cassitérite de Vaulry.

Creuse. L'apatite manganésifère d'un bleu foncé est très abondante dans les filons stannifères de Montebras (analyse c). Elle se présente en cristaux simples de forme : p m dans le quartz (1 cm.) et aussi en cristaux plus petits, mais plus compliqués, dans une gangue formée par de la muscovite jaune, compacte ou écailleuse, d'où il est facile de les extraire. Cette gangue est souvent creusée de cavités que tapissent des croûtes fibrolamellaires de muscovite recouvrant les cristaux d'apatite. Ceux-ci n'ont que les faces m brillantes ; elles sont accompagnées de a^1 (dominant), p, avec quelquefois de petites facettes $^1/_2\,a_2$, $b^{1/2}$, h^1, b^1 ; toutes sont corrodées et plus ou moins ternes. Suivant les cristaux d'un même échantillon, il y a allongement suivant l'axe vertical, ou faible développement des faces prismatiques. En moyenne, ces cristaux se rapportent au type de la figure 10, mais sans hémimorphisme et sont comparables à ceux de la fig. 2 de la vanadinite.

J'ai observé aussi de petites lames hexagonales d'apatite de 1 mm.

de diamètre, aplaties suivant la base, et souvent réduites à un moule creux à parois minces ; elles recouvrent des cristaux de quartz d'un blanc laiteux et paraissent d'origine secondaire.

4° Dans les schistes cristallins.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* J'ai observé de jolis cristaux d'apatite verdâtre dans des rognons de sillimanite des environs de Pontgibaud (petite carrière à droite de la route allant à Clermont).

Cantal. Vallée de l'Allagnon, dans le gneiss amphibolique.

Maures. — *Var.* L'apatite est abondante et quelquefois macroscopique dans la roche à fayalite, magnétite, et grünérite de Collobrières.

Nouvelle-Calédonie. — J'ai observé des cristaux d'apatite jaune dans un chloritoschiste de Galarino et de la route de Parari (région du Nord), essentiellement constitué par du clinochlore ; ils présentent les faces p et m. A l'inverse de ceux qui entrent dans la constitution des roches étudiées plus haut, ils sont très aplatis suivant la base ; très fragiles, ils atteignent 1 cm. de plus grande dimension ; ils sont associés à de gros octaèdres de magnétite.

Madagascar. — De petits cristaux à angles arrondis, parfois bleuâtres ou verdâtres, se trouvent dans les cipolins de toute l'île.

PYROMORPHITE

$$(PbCl)Pb^4(PO^4)^3$$

Hexagonale : parahémiédrique.

$$b : h = 1000 : 736{,}20. \quad D = 866,025 \quad d = 500.$$

$$[a : c = 1 : 0{,}7362 \text{ (Haidinger)}]$$

Formes observées. p (0001) ; b^1 ($10\bar{1}1$), $b^{14/15}$ ($15.0.\bar{15}.14$), $b^{1/2}$ ($20\bar{2}1$), $b^{1/9}$ ($90\bar{9}1$), $b^{1/8}$ ($80\bar{8}1$) ; a^1 ($11\bar{2}1$).

J'ai mesuré les angles ci-contre sur des cristaux de la Nouvelle-Calédonie.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	120°		$pb^{1/8}$	98°21′	
mh^1	150°		$mb^{1/8}$	171°39′	
$^*pa^1$	124°11′	124°15′	$pb^{1/9}$	97°28′	97°51′
$a^1\ a^1$ s.p.	68°22′		$mb^{1/9}$	172°32′	
ph^1	90°		ma^1	135°46′	
pb^1	139°38′		mb^1 s. a^1	108°54′	
mb^1	130°22′		$a^1\ a^1$ adj.	131° 8′	
$pb^{14/15}$	137°41′	137°32′	$b^1\ b^1$ adj.	142°12′	
$mb^{14/15}$	132°19′		$b^{14/15}\ b^{14/15}$	140°39′	
$pb^{1/2}$	120°28′		$b^{1/2}\ b^{1/2}$	128°56′	
$mb^{1/2}$	149°32′		$b^{1/8}\ b^{1/8}$	120°42′	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s.p.	60°56′	61°	$b^{1/9}\ b^{1/9}$	120°32′	

Facies des cristaux. Les cristaux de pyromorphite sont généralement allongés suivant l'axe vertical, plus rarement les faces prismatiques sont réduites ou absentes. Les faces m sont striées horizontalement, les faces p sont souvent rugueuses ou concaves. Les cristaux ont une tendance à se grouper en grand nombre à axes parallèles pour former de gros individus, souvent continus en apparence sur de grandes surfaces.

La pyromorphite se présente aussi sous formes d'aiguilles très allongées, sans terminaisons géométriquement distinctes ; elles se réunissent en grand nombre pour former des surfaces dont l'aspect est celui de la mousse.

On trouve fréquemment encore la pyromorphite en cristaux groupés en forme de barillets (surtout dans les variétés arsénifères), en masses globulaires, concrétionnées, réniformes et stalactiformes. Plus rarement, elle constitue des masses compactes ou finement grenues.

Clivages. Traces de clivages suivant b^1 $(10\bar{1}1)$ et suivant m $(10\bar{1}0)$.

Dureté. 3,5 à 4. Fragile.

Densité. 7,5 à 7,1. Cette densité s'abaisse encore jusqu'à 5,9 dans les variétés calciques (*polysphérite*) et même à 5,042 dans la *nuissiérite*.

Coloration et éclat. La couleur est des plus variées. Le minéral est rarement incolore ou blanc; le plus généralement, il est vert, jaune ou jaunâtre de diverses nuances, parfois jaune orangé. Poussière blanche ou jaunâtre. Transparente ou translucide.

Éclat résineux.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$), dans les types dépourvus d'arsenic : devient biaxe quand l'arsenic apparaît.

M. Bowmann a mesuré les indices suivants (raie D) dans la pyromorphite de Braubach.

$$\mathbf{n}_g = 2{,}0614$$
$$\mathbf{n}_p = 2{,}0494$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0120$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est parfois nul ; quand il existe, il est faible, avec $\mathbf{n}_g > \mathbf{n}_p$:

$\mathbf{n}_g$ = incolore à vert.
$\mathbf{n}_p$ = jaune à jaune verdâtre.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. — La pyromorphite se groupe à axes parallèles avec la mimétite, formant souvent des assemblages réguliers, dans lesquels elle est entourée par ce minéral, dont elle se distingue par son uniaxie (fig. 1, page 406).

Composition chimique. — La formule $(PbCl)Pb^4(PO^4)^3$ ou $3Pb^3P^2O^8$, $PbCl^2$ correspond à la composition *a*. Le phosphore peut être partiellement remplacé par de l'arsenic, conduisant ainsi à la *campylite*, dans laquelle l'arsenic l'emporte sur le phosphore (voir page 407).

Quelques pyromorphites renferment une petite quantité de vanadium ; une proportion plus ou moins grande de plomb peut être remplacée par du calcium (*polysphérite*) : dans la *nuissiérite*, la teneur en calcium est plus grande encore et en même temps, la proportion de l'arsenic est notable. Enfin, il existe souvent une petite quantité de fer, à laquelle est généralement due la coloration du minéral.

Analyses de la pyromorphite : *b*) de Poullaouen par Kersten (*Schweiger J.* II. 17. 1831).

c) de Huelgoat par Rivot (*Docimasie.* IV. 737. 1866).

d) de la pyromorphite verte de Chenelette par Berthier (*A. M.* VII. 152. 1822).

e) de la *nuissiérite* de la Nuissière par Barruel (*A. C. P.* LXII. 217. 1836), déduction faite de 7, 2 % de quartz.

	a	*b*	*c*	*d*	*e*
P^2O^5...	15,7	15,71	18.10	16,93	21,1
As^2O^5..	»	»	»		4,7
PbO...	82,2	82,30	77,87	79,44	56,4
CaO...	»	»	1,25	»	13,2
FeO...	»	»	0,15	1,82	2,5
Cl.....	2,6	1,99	2,43	1,81	2,1
	100,5	100,00	101,00[1]	100,00	100,0

1. Y compris $CaF^2 = 1{,}20$.

Essais pyrognostiques et diagnostic. Voir page 378.

Altérations. On connaît des pseudomorphoses de pyromorphite en calcite, en calamine, en limonite, mais surtout en cérusite et en galène. Les pseudomorphoses de ce genre ont été trouvées en abondance à Huelgoat et à Pontgibaud ; elles seront étudiées plus loin, de même que celles en plumbogummite.

Inversement, la pyromorphite constitue des pseudomorphoses de galène et de cérusite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pyromorphite est, avec la cérusite, le minéral secondaire le plus fréquent des gîtes plombifères. Elle se rencontre notamment en grande quantité au chapeau de fer des filons plombifères et surtout de ceux à gangue quartzeuse ; quelques-uns d'entre eux en ont fourni une énorme quantité. Tous les gisements de galène, dont il a été question dans le tome II, en renferment plus ou moins à leurs affleurements, aussi ne citerai-je que ceux dont j'ai étudié les échantillons et qui se recommandent par quelque particularité spéciale.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* Jolis cristaux verts au Hinglé.



Fig. 1.
Pyromorphite de Huelgoat.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Finistère. Les anciennes mines de Huelgoat et de Poullaouen ont été d'une richesse extraordinaire en pyromorphite brune. La collection

du Muséum en possède un grand nombre d'échantillons, dont beaucoup proviennent de la collection de Gillet de Laumont qui, en 1786, a signalé pour la première fois ce minéral en Bretagne et a démontré quelle était sa nature (*J. P.* XXVIII. 379. 1786).

Ce minéral se présente sous des formes variées. On a rencontré des groupes de gros prismes hexagonaux (fig. 1) $p\ m\ h^1$, avec très rare-

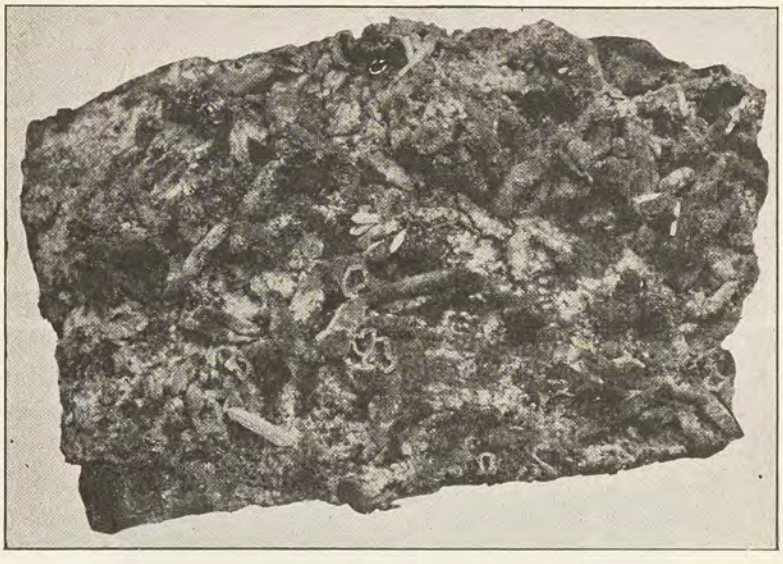


Fig. 2.
Périmorphoses de cérusite en pyromorphite. Huelgoat.
(*Photographie grandeur naturelle*).

ment de petites facettes b^1 (généralement incomplètes), d'un brun un peu violacé, quelquefois enfumés et translucides, souvent zonés de couleurs différentes ; ils atteignent jusqu'à 8 cm. de longueur. Parfois, ces cristaux se groupent à axes plus ou moins parallèles, s'enchevêtrent ou forment des masses bacillaires ; les formes nettes, qui çà et là apparaissent dans les intervalles miarolitiques, sont souvent couvertes par une chemise de quartz. Ces périmorphoses sont rarement complètes : dans d'autres cas, les cristaux sont recouverts d'une croûte superficielle de pyromorphite concrétionnée, qui en arrondit les angles. Un autre type est constitué par des cristaux aciculaires bruns, de quelques millimètres de longueur, couvrant de larges surfaces d'un quartz blanc, finement grenu, qui, au voisinage des cavités recouvertes de pyromorphite, est souvent mélangé de galène et de blende.

La pyromorphite forme aussi des mamelons, des concrétions botroydes, dont la couleur varie du jaune clair au brun foncé; elle recouvre une roche analogue à la précédente ou une brèche formée de fragments de quartz ou de galène. Tandis que les variétés précédentes ne sont généralement accompagnées d'aucun autre minéral plombifère, cette pyromorphite mamelonnée est souvent contemporaine de cristaux de cérusite ; elle les englobe ou les supporte. Parfois aussi elle constitue des périmorphoses de ce minéral, qui sont réduites à des tubes creux (fig. 2), lorsque la cérusite a disparu ; ces périmorphoses sont çà et là recouvertes par une nouvelle génération de cérusite ; quand ce minéral est ainsi associé à la pyromorphite, il est constitué par des macles polysynthétiques du type II, très allongées suivant *c*.

Lorsqu'on casse les croûtes épaisses de cette pyromorphite concrétionnée, on y trouve des vides, que remplit une variété coralloïde de pyromorphite, de couleur jaune brunâtre clair ; celle-ci constitue aussi de volumineux groupes de petits cristaux ou des stalactites souvent très élégantes; ce sont ces variétés qui présentent les transformations progressives en *plumbogummite*, décrites au paragraphe consacré à cette espèce, et dont l'existence est annoncée par un changement de couleur (coloration jaune pâle) ; c'est sur cette varitété que j'ai observé des enduits de *rosiérésite*.

Une dernière variété forme des concrétions d'un jaune ambré à fibres serrées, quelquefois translucides, présentant souvent la forme de champignons; elles sont de formation postérieure à toutes les autres et sont fréquemment implantées sur les pseudomorphoses de pyromorphite en sulfures.

Ces pseudomorphoses ont été abondantes, aussi bien à Huelgoat qu'à Poullaouen ; elles ont été pour la première fois décrites par Haüy (*op. cit.* III. 497. 1801 et III. 395. 1822) et tout ce qui a été publié depuis lors sur elles par divers auteurs n'est guère que la répétition de cette première description. Les cristaux sont de grande taille (fig. 8, p. 481, t. II), ou constitués par de longues baguettes hexagonales. Dans les échantillons que j'ai étudiés, les gros cristaux sont souvent entièrement transformés en galène grenue, parfois miarolitique et riche en cavités. Les cristaux grêles sont le plus souvent constitués par un mélange de galène et de marcasite très altérable ; ce sont surtout sur eux que sont implantés les champignons de pyromorphite néogène; je n'ai constaté aucune relation géométrique entre la galène et le minéral

qu'elle épigénise. Un fort bel échantillon de la collection du Muséum, dans lequel la pseudomorphose est incomplète, montre que celle-ci s'y est propagée à partir de la gangue, comme dans les pseudomorphoses de chessylite en malachite de Chessy.

Morbihan. Les recherches de galène de Saint-Maudez, près Baud, et de Kerbourlec en Plumelin ont fourni des cristaux de pyromorphite verte ou brune en prismes hexagonaux fort nets; le même minéral a été trouvé sous la même forme dans la minière de Trédion, où il a été pris pour de la scorodite.

Poitou. — *Charente*. Cristaux jaunes à la mine d'Alloue.

Pyrénées. — *Ariège*. La pyromorphite était peu abondante en cristaux verdâtres à la mine de Laquorre, près Aulus.

Cévennes. — *Gard*. Jolis prismes hexagonaux d'un vert vif à Génolhac.

Plateau Central. — *Tarn*. La mine des Rosières, près Carmaux, a fourni de petits cristaux jaunes de pyromorphite, associés à de la malachite; dans le même gisement a été rencontré un phosphate d'alumine et de plomb décrit plus loin sous le nom de *rosiérésite*.

Haute-Loire. La mine de la Rodde, à Ally, pendant sa courte existence, a fourni de magnifiques prismes hexagonaux basés, blancs ou jaunâtres de pyromorphite ; c'est ce minéral que M. Gonnard a désigné (*B. S. M.* XXVIII. 24. 1905) sous le nom de mimétite.

La pyromorphite a été trouvée en petits cristaux d'un jaune verdâtre dans beaucoup de filons quartzeux et barytiques des environs de Brioude : Aurouze près Paulhaguet, Champagnac-le-Vieux, etc.

Puy-de-Dôme. Les mines de la région de Pontgibaud ont fourni de fort beaux échantillons de pyromorphite. A Rosiers, ce sont des cristaux hexagonaux vert d'herbe, quelquefois aciculaires et terminés par des pyramides aiguës; ils sont implantés sur le quartz ou sur le granite et se trouvent sur des échantillons distincts de ceux contenant la campylite

A Roure, la pyromorphite est brune ou d'un jaune paille, en longues aiguilles hexagonales, implantées sur le quartz et la galène octaédrique. Ce gisement a fourni les pseudomorphoses de cérusite en pyromorphite d'un blanc jaunâtre décrites page 713 du tome III.

Enfin, j'ai observé à la mine de Pranal des cristaux allongés, jaunes, de pyromorphite implantés sur un mélange très altérable de marcasite et de pyrite et aussi des masses mamelonnées grises recouvrant du quartz.

Haute-Vienne. Je dois à M. Besnard du Temple la communication d'échantillons de pyromorphite verte et brune provenant de Saint-Paul d'Eyjeaux : ce minéral est implanté sur de la barytine avec de la cérusite.

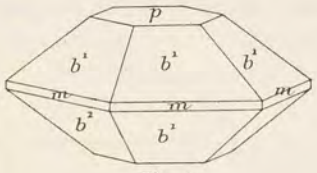


Fig. 3.
Pyromorphite.

Rhône. La pyromorphite est extrêmement abondante au chapeau de fer des filons de galène des environs de Beaujeu que j'ai particulièrement étudiés autrefois : Montchonay en les Ardillats, Monsols, Chenelette (la Douze, la Nuissière), Propières, Longefay près Claveysolles; ces gisements ont fourni des échantillons de galène couverts de jolis prismes hexagonaux vert d'herbe ou vert pistache, mais plus souvent la pyromorphite s'y trouve en cristaux jaune d'or : pm; pmh^1b^1 (fig. 5) ; pmb^1 (cette combinaison est soit allongée, soit (fig. 3) raccourcie suivant l'axe vertical) ou en masses concrétionnées jaune brunâtre ou verdâtre pesant jusqu'à plusieurs kilogrammes et associées à de la cérusite et de la wulfénite. Les cristaux en barillets, un peu arsenicaux, sont aussi fréquents : j'ai également observé de longues aiguilles sans terminaisons déterminables.

C'est à la Nuissière qu'a été trouvée la variété calcifère et arsenicale, dont l'analyse a été donnée plus haut et que Danhauser a appelée *nuissiérite* (in Barruel, *op. cit.*). La nuissiérite ne diffère par aucun caractère des types calciques non mamelonnées de pyromorphite. On trouve dans le même gisement de la plumbogummite.

A citer encore le gisement de Chasselay.

Nièvre. Beaux échantillons de pyromorphite dans le filon de la Foraterie, à Arleuf.

Saône-et-Loire. Les filons des Moléras en Saint-Prix-sous-Beuvray, de Saint-Didier près Arroux, ont fourni de la pyromorphite, jaune ou verdâtre, dont les cristaux sont souvent implantés dans les cavités cubiques laissées dans le quartz par la disparition de galène. Cette pyromorphite est recouverte de petits cristaux de wulfénite.

M. Danne a montré (*C. R.* CXL. 241. 1905) que la pyromorphite

de Grury, aux environs d'Issy-l'Évêque, est parfois radifère. On a pu penser tout d'abord que cette propriété était due à une composition chimique particulière de cette pyromorphite, mais une étude plus approfondie a permis de montrer que la radioactivité n'est pas spéciale à ce minéral et n'est pas constante ; les boues résultant du lavage des matériaux extraits de la mine sont radioactives, alors que le quartz ne l'est pas. Cette propriété résulte de l'imbibition du filon par des

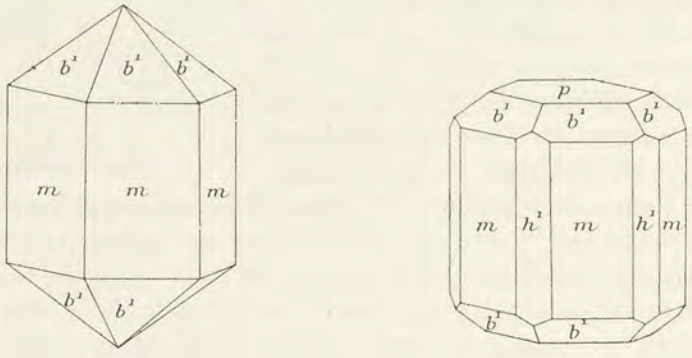


Fig. 4 et 5.
Pyromorphite. Formes communes.

sources radioactives ; il n'est pas inutile de faire remarquer à cet égard que les gisements d'autunite sont fréquents dans les granites de l'Autunois. Ce filon a fait l'objet d'une exploitation éphémère ; une tonne de minerai a permis d'obtenir jusqu'à 1 cg. de bromure de radium. Les cristaux verts ou jaunes atteignent 2 mm. et ne présentent que les formes p et m (Gaubert, *B. S. M.* XXIX. 56. 1906).

Je dois à M. Lafay la communication de jolis cristaux de pyromorphite jaune ($m\,b^1$), qu'il a recueillis dans les fentes des arkoses triasiques de Chasselas, près Mâcon, renfermant parfois des mouches de galène.

Vosges. — *Vosges*. Les filons de la Croix-aux-Mines ont fourni autrefois de magnifiques cristaux de pyromorphite, qui ont joué un rôle dans l'histoire de cette espèce ; ils ont été cités par Romé-de-l'Isle (*Cristall.* III. 392. 1793), ainsi que ceux de Sainte-Marie-aux-Mines. Ce sont eux qui ont servi à Haüy (*op. cit.* III. 490) pour déterminer la forme primitive de la pyromorphite.

J'en ai étudié plusieurs échantillons provenant de la collection de ces deux savants, ainsi que de celle du docteur Carrière, qui a éga-

lement examiné ce minéral (*Ann. Soc. émul. Vosges.* VII. 1851). Les cristaux, dont il s'agit, sont très variés de couleur, blancs, bruns, jaunes ou verts ; j'ai vu des cristaux d'un beau jaune d'or, dont les sommets ont une couleur superficielle verte. Ils sont parfois remarquables par la netteté de leurs formes et offrent diverses combinaisons : $p\,m$; pmh^1 ; pmh^1b^1 (fig. 5) ; $m\,b^1$ (fig. 4) ; mh^1b^1. Cette dernière combinaison est quelquefois compliquée par l'existence de pyramides très aiguës, conduisant à des cristaux aciculaires qu'il est impossible de déterminer avec précision, parce qu'ils sont toujours groupés à axes parallèles.

La pyromorphite blanche ou brune repose parfois sur un lit de limonite manganésifère recouvrant le quartz. On rencontre aussi des variétés concrétionnées.

Notons en terminant, que de Dietrich a émis une opinion qui paraît contestable, à savoir que la pyromorphite se formait de son temps dans les galeries de la mine.

[*Alsace*]. La pyromorphite a été jadis rencontrée à Sainte-Marie-aux-Mines. Blum a signalé dans ce gisement des pseudomorphoses de galène et de cérusite en pyromorphite et sidérite (*Pseudom.* I. 182. 1843).

Des cristaux jaunes de pyromorphite ont été trouvés aussi dans le filon quartzeux de Steinbach près Thann.

Belfort. D'assez jolis échantillons de pyromorphite verte se rencontrent encore sur les haldes des mines de Giromagny.

Haute-Saône. Cristaux jaunes à Saint-Bresson, près Luxeuil.

Alpes. — *Isère*. Les filons de galène de l'Oisans (Maronne, Brandes, etc.) ont fourni des cristaux de pyromorphite verte ; le même minéral a été rencontré aussi sur la galène à la mine des Chalanches et dans le filon aurifère de la Gardette : dans ce dernier gisement, elle est parfois associée à l'or natif.

A la Poype, près Vienne, la pyromorphite formait des masses concrétionnées brunes.

Algérie. — La pyromorphite a été signalée d'une façon plus ou moins vague dans quelques mines de plomb d'Algérie (voir à *mimétite*) : je n'en ai personnellement étudié qu'un seul échantillon provenant du gisement suivant.

Constantine. Il s'agit d'un échantillon de pyromorphite brune

d'Aïn-Barbar, constituant des masses fibro-bacillaires, recouvertes d'un enduit rouge de cuprite.

Congo. — Les mines de chalcosite de Mindouli ont fourni de magnifiques échantillons de pyromorphite, jaune d'or, que j'ai récemment décrits (*B. S. M.* XXXII. 256. 1908) ; des prismes hexagonaux réguliers, à faces planes ou groupés en barillets, en mamelons, reposent sur des cristaux de dioptase, de malachite, de chessylite ou

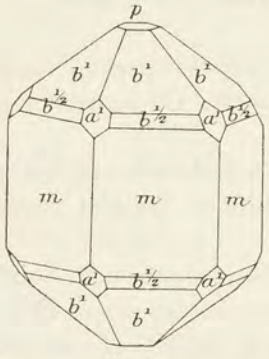


Fig. 6.
Pyromorphite de Mindouli.

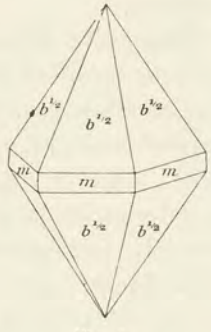


Fig. 7.
Pyromorphite de Tchicoumba.

encore sur du chrysocole. Des cristaux plus nets ($p\ m\ b^1$, avec quelquefois (fig. 6) $b^{1/2}$ et a^1), sont implantés seuls sur un grès ferrugineux. Enfin, tout récemment, M. de Romeu a recueilli dans le même gisement de petits cristaux de pyromorphite, formant des croûtes, qui entourent un gros cristal de cérusite corrodé, reposant lui-même sur la dioptase. Beaucoup plus rarement, la pyromorphite est recouverte de petits mamelons cristallins de libéthénite.

Je dois également à M. de Romeu de jolis cristaux de pyromorphite jaune d'or, essentiellement constitués par la pyramide aiguë $b^{1/2}$ ($20\bar{2}1$) et un prisme très peu développé (fig. 7) ; ils sont associés aux gros cristaux de wulfénite orangée de Tchicoumba dans les fentes d'une roche très ferrugineuse, constituée par un mélange de willémite et de quartz.

Tonkin. — M. Dupouy m'a remis des cristaux de pyromorphite, en prismes hexagonaux nets ou en barillets, blancs ou jaunes très pâles, provenant des affleurements de filons quartzeux contenant

de la galène et de la panabase à Lang-Chea près An-Chau (*Province de Quang Yen*) : ces cristaux tapissent des cavités de la limonite.

Le même minéral, un peu arsenical, se trouve aussi implanté sur la malachite et la chessylite de Bien-Dong et de Giao-Hiem (*province de Bac Giang*).

Nouvelle-Calédonie. — La mine Meretrice m'a fourni (*C. R.* CXVIII. 551. 1894 et *B. S. M.* XVII. 49 et 120. 1894) de magni-



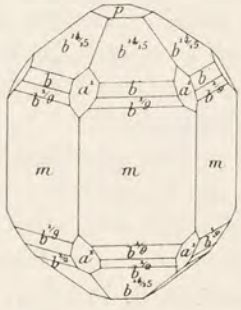


Fig. 8 et 9.
Pyromorphite de la mine Meretrice

fiques échantillons de pyromorphite, en cristaux souvent polysynthétiques. Ils sont d'un jaune foncé, mais présentent parfois des zones parallèles à la base (fig. 8), alternativement translucides et jaune foncé et fibreuses à éclat soyeux et de couleur plus pâle (jaune paille) ; ces cristaux sont quelquefois creux.

J'ai observé les formes p, m, h^1, $b^{14/15}(15.0.\bar{15}.14)$, $b^{1/2}$ et $b^{1/9}(90\bar{9}1)$. Dans les gros cristaux (atteignant 2 cm.), $b^{14/15}$ et $b^{1/2}$ ne forment que de très étroites facettes en bordure de la base, mais parfois, dans les petits cristaux, $b^{14/15}$ est assez développé pour pouvoir faire disparaître la base ; la pyramide a^1 $(11\bar{2}1)$ se trouve aussi sur de petits cristaux (fig. 9).

Madagascar. — J'ai étudié un échantillon de quartz carié provenant des bords de la Zoza, dans la baie d'Ampasindava, qui renferme des géodes de pyromorphite verte (*pm*).

MIMÉTITE

$(PbCl)Pb^4(AsO^4)^3$

Hexagonale, parahémiédrique.

$b : h = 1000 : 722{,}4 \quad D = 866{,}025 \quad d = 500$

$[a : c = 1 : 0{,}7224.$ (Haidinger)]

Formes observées. p (0001) ; m (10$\bar{1}$0), h^1 (11$\bar{2}$0) ; b^1 (10$\bar{1}$1) ; a^1 (11$\bar{2}$1).

Angles calculés.		Angles calculés.		Angles calculés.	
$*pb^1$	140°10′	ma^1	135°25′	pa^1	124°41′
$b^1 m$	129°50′	mb^1 s. a^1	108°40′	a^1a^1 s.p	69°22′
pm	90°	$b^1 b^1$ adj.	142°38′30″	ph^1	90°
$a^1 a^1$ adj.	131°27′				

Facies des cristaux. Les cristaux de mimétite se présentent avec le même aspect que ceux de pyromorphite ; le minéral a une grande tendance à cristalliser sous forme de barillets (fig. 2), qui sont presque constants dans les variétés contenant de l'anhydride phosphorique (*campylite*)[1].

La structure polysynthétique de ces groupements apparaît nettement, quand on les examine en lames minces, grâce aux différences de coloration que présentent souvent les individus constituants.

Clivages. Clivages imparfaits suivant b^1 (10$\bar{1}$1).

Dureté. 3, 5. Fragile.

Densité. 7 à 7,25, s'abaissant dans les variétés calciques (6,65, Villevieille).

Coloration et éclat. Incolore ou blanche ; jaune de diverses nuances, allant jusqu'au jaune orangé, et au brun vert. Poussière blanche, jaune ou verdâtre. Transparente ou translucide.

Éclat résineux.

Propriétés optiques. La mimétite n'est que pseudohexagonale ; une section parallèle à la base se divise en six secteurs biaxes, dans lesquels le plan des axes optiques est parallèle à la trace de m (fig. 1). L'écartement des axes peut atteindre 2 E = 64° autour de la bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), parallèle à l'axe vertical (Bertrand. *B. S. M.* IV. 36. 1881 et Jannettaz et Michel, *id.* 196).

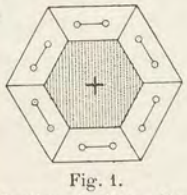


Fig. 1.
Section basique d'un groupement à axes parallèles de mimétite biaxe et de pyromorphite uniaxe.

Les indices suivants ont été mesurés par M. Bowman sur les cristaux du Cornwall (Raie D).

$$\mathbf{n}_g = 2{,}1443$$
$$\mathbf{n}_p = 2{,}1283$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0160$$

1. Voir plus loin la *prixite* de Saint-Prix-sous-Beuvray, que je considère comme distincte de la mimétite.

Groupements avec divers autres minéraux. La figure 1 représente la section basique d'un groupement régulier de pyromorphite et de mimétite dont il a été question page 396.

Pléochroïsme. Comme la pyromorphite.

Composition chimique. La formule $(PbCl)Pb^4 (AsO^4)^3$ ou $3Pb\ As^2O^8, PbCl^2$, correspond à la composition théorique *a*. Une partie de l'arsenic peut être remplacée par du phosphore (*campylite*), une partie du plomb par du calcium ; ces deux variations peuvent être concomitantes comme dans le minéral de Villevieille, dont l'analyse est donnée en *b*, d'après M. Damour (*B. S. M.* VI. 84. 1883).

Analyses de la campylite de Rosiers près Pontgibaud *c*) par E. Bertrand et *d*) par Klaproth [*in* Gonnard (*op. cit.*)].

	a [1]	*b*	*c*	*d*
As^2O^5	23,2	19,65	11,51	7,00
P^2O^5	»	3,44	8,31	13,00
PbO	74,9	71,32	77,86	75,61
CaO	»	3,46	»	6,65
Cl	2,4	2,57	1,72	1,69
H^2O	»	»	»	0,50
Perte	»	»	»	1,75
	100,0	100,44	99,40	99,55

Essais pyrognostiques et diagnostic. Voir page 378.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La mimétite se rencontre dans les mêmes gisements que la pyromorphite ; elle est moins répandue. Ces deux minéraux ont été souvent confondus par les anciens auteurs, aussi, ne citerai-je que des gisements, dont j'ai pu étudier des échantillons.

Pyrénées. — *Pyrénées-Orientales.* Je dois à M. Carrière des échantillons de quartz, renfermant de très petites aiguilles d'un jaune pâle, parfois groupées en buisson : ils proviennent d'une recherche faite à Can Pey, près Arles-sur-Tech.

Cévennes. — *Gard.* Le même minéralogiste m'a remis des cristaux (*pm*), limpides, presque incolores, de mimétite, saupoudrant

1. $PbO\ As^2O^5$ 90.7 ; $PbCl^2$, 9.3 = 100.0

une brèche quartzeuse du gîte de galène de Carnoulès en Saint-Sébastien-d'Aigrefeuille.

Plateau-Central. — *Puy-de-Dôme*. La campylite est abondante dans certains filons de la région de Pontgibaud et notamment au-dessus de Rosiers, à mi-côte de la montagne de Vaudière. Ce gisement a un intérêt historique, car c'est là que, pour la première fois, a été observé dans la nature l'arséniophosphate de plomb, dont la constitution a été mise en évidence par Fourcroy (*Hist. Acad. Sc.* 1789. 343 et par Sage, *id.* 543). La campylite y forme, soit des cristaux bruns ou vert foncé ($p\ m$), raccourcis suivant l'axe vertical et plus ou moins courbes, comme ceux de la figure 2 représentant une campylite du Cumberland, soit des masses concrétionnées botroydes à structure fibreuse, d'un jaune verdâtre, vertes ou orangées. La gangue de ces minéraux devait être originellement très pyriteuse, car elle est toujours imprégnée de limonite secondaire.

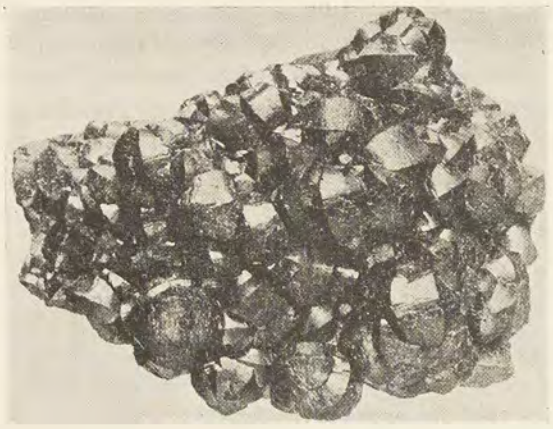


Fig. 2.
Barillets de campylite.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

A Villevieille, il existe une variété calcique du même minéra- (analyse *b*), formant des mamelons parfois tout à fait sphériques, d'un gris noir, à cassure conchoïde. Ils recouvrent les fentes du quartz et ont parfois jusqu'à 4 mm. de diamètre.

Vosges. — [*Alsace*]. Les mines de Sainte-Marie-aux-Mines ont fourni des cristaux jaune d'or de mimétite irisée, présentant parfois, en outre de p et de m, les formes h^1 $(11\bar{2}0)$, b^1 $(10\bar{1}1)$, a^1 $(11\bar{2}1)$.

Alpes. — *Isère*. Héricart de Thury a signalé (*J. M.* XXII. 307. 1807) la mimétite à l'Herpie sur la montagne de Huez, dans un filon quartzeux contenant de la galène, de la panabase argentifère, de la malachite et de la chessylite.

Maures. — *Var*. La mine de la Garonne a fourni de la mimétite presque incolore, ou d'un blanc jaune très pâle, plus rarement d'un vert brunâtre, qui forme des enduits d'aiguilles fusiformes, ou des cristaux distincts (*pm*), qui, en général, ne sont pas associés aux autres arséniates.

Algérie. — La mimétite est très abondante dans certains des gîtes calaminaires du Nord africain.

Constantine. Des cristaux et des masses compactes de mimétite verte ou jaune (associés à la pyromorphite, à la vanadinite et à la wulfénite), abondent à Sidi Rouman, au Sud-Est de la mechta Klelil; on trouve aussi le même minéral au Djebel Grouz.

M. Michel m'a communiqué de très belles masses concrétionnées de campylite jaune d'or, dans les cavités desquelles se trouvent des prismes hexagonaux ; elles proviennent du Djebel Felten.

Le gîte d'Aïn-Safra a fourni jadis un minerai, décrit par Flajolot (*A. M.* XX. 29. 1871) ; il est mélangé à la smithsonite. Sa composition est la suivante : $3PbO\,As^2O^5$; 71, 90 ; $PbCl^2$ 8,55 ; $ZnCO^3$ 13,50 $MnCO^3$ 1,10 ; $CaCO^3$ 1,70 ; $MgCO^3$ 0, 7 ; Fe^2O^3 + quartz 2,20 = 99,65. Il est donc surtout constitué par de la mimétite, ce que confirme l'examen microscopique des échantillons concrétionnés de la collection du Muséum. Ils sont d'un blanc grisâtre, avec des veines et des taches blanches. Dans le gisement voisin d'Aïn Achour, la mimétite est, avec cérusite, le minerai dominant (Dussert. *A. M.* XVII. 24. 1910) ; elle a été aussi trouvée à Hamman N' Baïl.

J'ai observé des cristaux bipyramidés ($p\ m\ b^1\ a^1$), de mimétite jaune paille, implantés sur les cristaux de willémite et de calamine du gîte calaminaire de Bou-Thaleb (Djebel Soubella) au Sud-Ouest de Sétif. La mimétite y forme aussi, dans les cassures d'un calcaire compact, des masses concrétionnées, des groupes cristallitiques jaunes ou orangés, avec des cristaux aplatis suivant la base, et des agrégats de fines aiguilles groupées en gerbes : d'après M. Dussert, cette mimétite est un peu vanadifère.

Tunisie. — M. de Brun m'a communiqué des masses jaunes, concrétionnées, de mimétite associée à de la calcite et à de la barytine et provenant du Djebel Allab, ainsi que des masses concrétionnées, mélangées de calcite, provenant du Djebel Hallouf.

VANADINITE
$(PbCl)\,Pb^4(VO^4)^3$

Hexagonale, parahémiédrique.

$b : h = 1000 : 712{,}18 \quad D = 866{,}025 \quad d = 500.$

$[a : c = 1 ; 0{,}71218\ (Vrba)].$

Formes observées. p (0001); m $(10\bar{1}0)$, h^1 $(11\bar{2}0)$; b^2 $(10\bar{1}2)$, b^4 $(10\bar{1}1)$, $b^{1/2}$ $(20\bar{2}1)$; a^1 $(11\bar{2}1)$; $^1/_2 a_2$ $[\pi(21\bar{3}1)]$.

J'ai mesuré les angles donnés ci-dessus sur des cristaux de Saïda.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$p\,a^1$	125°3′	125°18′
$a^1\,a^1$ s. p.	70°6′	
$p\,h^1$	90°	
$p\,b^2$	157°38′	157°30′
$p\,b^4$	140°33′	
$b^1\,b^1$ s. p.	101° 6′	
$p\,b^{1/2}$	121°17′	121°
$b^{1/2}\,m$	148°43′	
$p\,m$	90°	
$a^1\,a^1$ adj.	131°40′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$p\,a_2$	114°41′	114°35′
$b^{1/2}\,a^1$	154°42′	
$b^{1/2}\,b^{1/2}$ s. a^1	129°44′	
$m\,a_2$ adj.	149°10′	
$m\,a^1$	135° 9′	135°15
$m\,b^1$ s. a^1	108°31′30″	
$a_2\,b^1$	139°21′30″	
$a^1\,b^1$	153°22′30″	153°30′
$^*b^1\,b^1$ adj.	142°57′	
$b^1\,a^2$	161°28′30″	

Facies des cristaux. Les cristaux sont à rapporter aux mêmes types que ceux de pyromorphite et de mimétite, mais les formes hémièdres y sont peut-être plus fréquentes.

Ces cristaux sont souvent creux et possèdent parfois une structure fibreuse. Ils se groupent en grand nombre à axes parallèles, forment des groupements concrétionnés globulaires, des croûtes cristallines.

Dureté. 2,5 à 3. Fragile. Cassure inégale et imparfaitement conchoïde.

Densité. 6,66 à 7,23.

Coloration et éclat. Jaune paille clair, brun, brun rouge, rouge rubis. Les cristaux offrent souvent des parties différemment colorées. Poussière blanche ou jaune. Transparente ou translucide.

Éclat résineux dans la cassure ; vitreux, un peu gras sur les faces des cristaux, qui sont souvent très brillantes.

Propriétés optiques. La vanadinite est uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$). L'*endlichite* est plus ou moins biaxe. Les indices suivants, mesurés par M. Bowman, pour la raie D, montrent que la présence de l'arsenic fait baisser la biréfringence.

	Endlichite.	Vanadinite.
n_g =	2,341	2,354
n_p =	2,292	2,299
$n_g - n_p$ =	0,049	0,055

Pléochroïsme. Les variétés colorées sont pléochroïques, avec maximum suivant n_g, dans des teintes variables suivant la couleur du minéral. En voici des exemples :

n_g = rouge brun à rouge orangé.
n_p = jaune citron avec facules rouges.

Composition chimique. La formule $(PbCl)Pb^4(VO^4)^3$ ou $3\,Pb^3V^2O^8$. $PbCl^2$ correspond à la composition suivante [1]. Une partie du vanadium peut être remplacée par de l'arsenic ; l'*endlichite* constitue cette variété arsenicale ; souvent le vanadium et l'arsenic se trouvent en proportion se rapprochant du rapport équimoléculaire ; il existe parfois aussi une petite quantité de phosphore.

V^2O^5.....	19,4
PbO.....	78,7
Cl.....	2,5
	100,6

Essais pyrognostiques. Voir page 378.

Diagnostic. Il est facile de distinguer rapidement la vanidinite de l'endlichite en traitant le minéral sur une lamelle de verre par quelques gouttes d'acide azotique étendu. Par évaporation à sec, le résidu est d'un rouge foncé (V^2O^5) dans le cas de la vanadinite et d'un rouge plus ou moins pâle, quand on opère sur l'endlichite. Cette réaction du vanadium permet de distinguer ces deux minéraux des autres termes du groupe ; le diagnostic peut être tiré aussi de la valeur de la biréfringence très grande dans la vanadinite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements et les associations sont de même nature que pour la pyromorphite et la mimétite ; mais ils sont incomparablement moins nombreux.

Algérie. — *Oran.* J'ai décrit récemment (*B.S.M.* XXXI, 44, 1908) une série de minéraux plombifères, découverts par M. Flamand dans une recherche de mine, faite jadis aux environs de Saïda. Les dolomies compactes du bathonien y sont traversées par des veinules de dolomite

1. $PbO\,V^2O^5 = 90,2$ $PbCl^2 = 9,8$.

spathique, renfermant des mouches de galène en partie transformées en cérusite noire, et au voisinage desquelles la gangue renferme souvent des inclusions d'hématite, qui lui donnent une couleur rouge de sang.

Cette dolomite spathique est creusée de cavités caverneuses de corrosion, que tapissent des rhomboèdres courbes de dolomite, sur lesquels sont implantés des cristaux de *vanadinite*, d'*endlichite*, de *descloizite*, et plus rarement de *cérusite*. D'ordinaire, ces divers minéraux se trouvent dans des géodes distinctes ; cependant, parfois la vanadinite et la descloizite sont réunies ; le plus souvent ce dernier minéral a le premier cristallisé. Enfin, des concrétions de calcite récente recouvrent parfois toute la surface des géodes. Les minéraux de ce gisement offrent une grande analogie avec ceux de Lake Valley (Nouveau Mexique).

L'endlichite se présente en longues baguettes (1 cm.) d'un gris jaune pâle, formées par le groupement à axes parallèles de prismes hexagonaux non modifiés.

La vanadinite constitue exceptionnellement des cristaux transparents d'un beau jaune d'or (3 mm.), passant par places au jaune rougeâtre ou à l'orangé. Ce sont des prismes hexagonaux à éclat très vif, allongés suivant l'axe vertical avec b^1 $(10\bar{1}1)$, $b^{1/2}$ $(20\bar{2}1)$. Le plus souvent, ils atteignent 4 à 5 mm. ; ils sont alors peu allongés ou raccourcis suivant l'axe vertical, jaunes ou brunâtres et seulement translucides. Tantôt ils ne présentent que p (0001) et m $(10\bar{1}0)$, tantôt au contraire, les faces prismatiques sont très réduites et il existe surtout de larges faces b^2 $(10\bar{1}2)$, b^4, a^4 $(11\bar{2}1)$ et $1/2\ a_2[\pi$ $(21\bar{3}1]$ (type des cristaux d'apatite, représentés par la figure 7, mais avec raccourcissement suivant l'axe vertical) ; les faces des cristaux appartenant à ce dernier type sont très inégalement développées.

Constantine. Une recherche faite sur un gîte plombifère et zincifère, situé au Djebel Grouz, au N. N.E. de Châteaudun-du-Rhumel, a fourni des échantillons criblés de cavités dans lesquelles se voient des pointements indistincts de vanadinite et de descloizite, il existe aussi de la pyromorphite et de la mimétite.

M. Dussert a signalé (*op. cit.*) la vanadite à Sidi Rouman (v. p. 407).

Tunisie. — La mine de Djebba, à 2 km. S.-E. de Souk-el-Khemis, a fourni de beaux échantillons de vanadinite ; ce minéral d'un rouge foncé, forme de petites veines à gangue de calcite dans des calcaires jaunes. J'ai pu en étudier de nombreux échantillons, grâce à l'obligeance de M. Varela. Dans les uns, d'innombrables cristaux (0 mm. 5) à aspect globuleux, grâce à l'égal développement de m

et de a^1 (fig. 1) souvent accompagnés de p, sont régulièrement distribués dans de la calcite spathique, qui s'isole en rhomboèdres e^1 dans les cavités. Dans d'autres, la vanadinite forme des masses miarolitiques, constituées par l'enchevêtrement de cristaux souvent un peu allongés suivant l'axe vertical (fig. 3). La figure 2 représente une combinaison

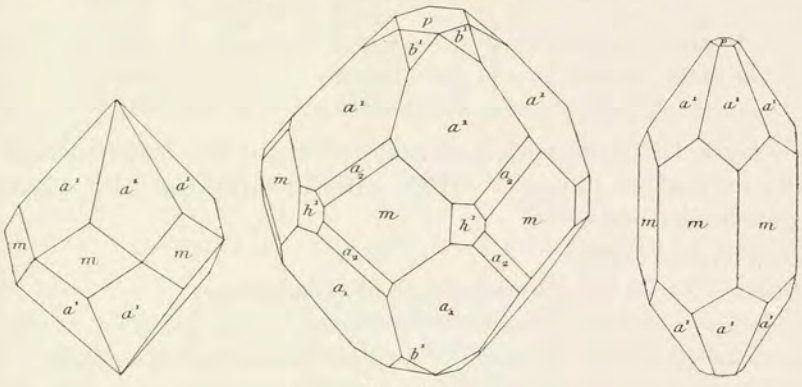


Fig. 1 à 3.
Vanadinite de Djebba.

plus compliquée, dans laquelle apparaît h^1, $^1/_2\ a_2$ et b^1. Enfin, on trouve des veinules de vanadinite grenue en apparence homogène, mais renfermant cependant encore une quantité notable de calcite.

Dans quelques échantillons, il existe aussi des cristaux de descloizite.

AMBLYGONITE — $Li[AlF]PO^4$

MONTEBRASITE — $Li\,[Al\,(F.OH)]PO^4$

Triclinique : $m\,t = 105°55'$ (montebrasite [1]).

$b : c : h = 1000 : 1000 : 545{,}18 : 753{,}92$ $D = 714{,}20$ $d = 523{,}75$

Angle plan de $p = 108°12'$

— $m = 113°36'$

— $t = 80°49'$

$a : b : c = 0{,}73337 : 1 : 0{,}76332$ (E. S. Dana)[1]

$yz = 108°51'$ $xy = 106°27'$ $zx = 97°48'$

1. J'ai adopté l'orientation de Dana, qui a pu étudier un cristal net de montebrasite (*hébronite*) d'Hébron ; voici la correspondance avec celle de Des Cloizeaux. p (001) = p (Dx) ; h^1 (100) = m ($1\bar{1}0$) ; m $1\bar{1}0$) = t (110).

Macles. Dans l'amblygonite, macles polysynthétiques suivant o^1 (101) et a^1 ($\bar{1}01$), dont les plans font un angle voisin de 90° (89°36′). La macle a^1 prédomine d'ordinaire ; ses bandelettes servent à peu près de bissectrice à l'angle $p\,h^1$.

	Angles calculés.		Angles calculés.		Angles calculés.
mt	105°55′	*ph^1	104°30′	*$pe^{1/2}$	105°20′
$h^1\,t$	150°25′	po^1	142°46′	*pm	87°40′
*$h^1\,m$	135°30′	$p\,a^1$	126°46′	pt	111°51′
		$o^1\,a^1$	89°36′	*$e^{1/2}\,m$	113°30′

Clivages. Clivages, parfait suivant p (001), moins facile suivant h^1 (100), souvent net suivant $e^{1/2}$ ($0\bar{2}1$), difficile suivant m ($1\bar{1}0$). Cassure inégale à conchoïde.

Dureté. 6. Fragile.

Densité. 3,01 à 3,1 (Montebras), 3,08 (Chabanne).

Coloration et éclat. Blanche ou verdâtre, grise, jaunâtre, rosée ou d'un violet lilas clair. Poussière blanche. Translucide à opaque.

Éclat nacré très vif sur le clivage p (001), vitreux sur le clivage h^1 (100). Éclat gras dans la cassure.

Propriétés optiques. Le type surtout fluoré (*amblygonite*) et le type hydroxylé et fluoré (*montebrasite*) présentent des différences notables dans certaines de leurs propriétés optiques.

La bissectrice aiguë est toujours *négative* ($\mathbf{n}_p$) mais, tandis qu'elle est presque parallèle à l'arête ph^1 dans la montebrasite, elle fait environ 12° avec celle-ci dans l'amblygonite.

Dans l'amblygonite, le plan des axes optiques se trouve dans l'angle aigu ph^1 et fait 12° avec h^1, 67°13 avec p ; dans la montebrasite, il se trouve dans l'angle obtus ph^1 et fait 82° avec h^1, 23° avec p.

Dans l'amblygonite, Snp fait des angles d'environ 99° avec h^1 et avec p ; dans la montebrasite, cette surface fait 113°55′ avec p et 8°55′ avec h^1.

Dans l'amblygonite, on constate autour de $\mathbf{n}_p$ une forte dispersion tournante et une dispersion inclinée notable, avec $\rho > v$; dans la montebrasite, une dispersion horizontale et une faible dispersion inclinée avec $\rho < v$. L'écartement des axes est variable à cause des enchevêtrements dus aux macles. Nous avons mesuré, M. Michel-Lévy et moi (Na) :

	Amblygonite.	Montebrasite.
$\mathbf{n}_g$	= 1,597	1,620
$\mathbf{n}_m$	= 1,593	1,611
$\mathbf{n}_p$	= 1,578	1,600
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p$	= 0,019	0,020
d'où 2 V	= 54°36′	84°14′
2 E	= 86°26′ (Dx) obs.	

Comme cela a toujours lieu dans les séries contenant des types fluorés et d'autres hydroxylés, les premiers sont moins réfringents.

Composition chimique. La formule $Li(AlF)PO^4$ correspond à la composition théorique (*a*) de l'*amblygonite*, dans laquelle une quantité variable de lithium peut être remplacée par du sodium et une très petite quantité de fluor par de l'hydroxyle. La *montebrasite* n'est généralement pas sodique ou l'est peu, mais elle renferme une assez grande quantité d'hydroxyle, remplaçant une quantité équivalente de fluor; c'est là le caractère chimique différentiel de ce minéral et de l'amblygonite.

Analyses de l'*amblygonite* de Montebras.

b) variété violacée, par M. Pisani (*C.R.* LXXIII. 1479. 1871).

c) variété à quatre clivages, par M. Pisani (*in* Dx. *A.M.* C. P. 82. XXIX, 1873).

d) par von Kobell (*Ber. Akad. München.* 284. 1872).

e) par M. Rammelsberg (*Ber. Chem. Gesell. Berlin.* 78. 1872).

f) par Penfield (*Amer. J. of. Sc.* XVIII. 295. 1879).

g) par M. Lasne (*C. R.* CXXXII, 1191, 1901).

de la *montebrasite* de Montebras.

h) par M. Lasne (*op. cit.*)

i) par M. Pisani (*C. R.* LXXV. 79. 1872).

j) par Penfield (*op. cit.*)

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)	*h*)	*i*)	*j*)
P^2O^5. . . .	47,9	46,15	46,85	45,91	48,55	47,09	46,85	44,62	47,15	48,34
F.	12,9	8,20	10,40	9,00	10,06	9,93	8,51	4,08	3,80	1,75
Al^2O^3. . .	34,4	36,32	37,60	35,50	36,36	33,22	34,01	34,32	36,90	33,55
Li^2O. . . .	10,1	8,10	9,60	6,70	7,96	7,92	8,50	7,10	9,84	9,52
Na^2O. . . .	»	2,58	0,59	5,30	0,93	3,48	1,00	2,81	»	0,33
K^2O.	»	»	»	»	0,40	»	0,18	0,23	»	»
CaO.	»	»	»	0,50	»	0,24	0,23	0,29	»	0,35
FeO.	»	»	»	»	»	»	0,76	0,46	»	»
MnO. . . .	»	0,40	»	»	»	»	0,13	0,28	»	»
H^2O.	»	1,10	0,14	0,70	»	2,27	3,00	7,59	4,75	6,61
Insoluble.	»	»	»	1,60	»	»	0,55	0,22	»	»
	105,3	102,85	105,18	105,21	104,26	104,15	103,72	102,00	102,44	100,45

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, donnent peu (*amblygonite*) ou beaucoup (*montebrasite*) d'eau acide, qui corrode le verre. Facilement fusibles au chalumeau, en gonflant et en donnant à la flamme une couleur rouge jaune, avec trace de vert (certaines *amblygonites*), ou une flamme d'un rouge vif (*montebrasite*). L'essai en refroidissant devient blanc et opaque.

Assez difficilement attaquées par l'acide chlorhydrique, après avoir été réduites en poudre fine ; facilement attaquables par l'acide sulfurique.

Altérations. L'amblygonite de Montebras présente des altérations nombreuses. Elle se colore souvent en bleu au voisinage de nodules de cassitérite, dans lesquels j'ai pu mettre en évidence l'existence d'un sulfure de cuivre ; puis son homogénéité se détruit et elle se transforme peu à peu en *turquoise*, compacte, quand il subsiste un squelette important de minéral inattaqué ou en turquoise caverneuse, lorsque celui-ci a complètement disparu.

Les fentes de l'amblygonite se tapissent aussi de mamelons fibreux de *wavellite* ; enfin, beaucoup plus rarement, il se produit de la *morinite*, plus rarement encore de la *soumansite*.

Diagnostic. La montebrasite se distingue de l'amblygonite par sa teneur en hydroxyle plus forte, par l'intensité plus grande de la couleur rouge qu'elle donne généralement à la flamme et par ses propriétés optiques.

Les deux minéraux sont faciles à distinguer des feldspaths par leurs réactions pyrognostiques, notamment par leur grande fusibilité, et aussi par leur densité.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'amblygonite et la montebrasite se trouvent dans les pegmatites et dans certains gisements stannifères. Ces minéraux, connus dans un très petit nombre de localités, n'existent en France que dans une seule région. On peut s'attendre à les trouver dans les pegmatites à tourmaline lithique de Madagascar.

Plateau Central. — *Creuse*. L'amblygonite et la montebrasite constituent avec quartz et orthose, les minéraux essentiels de certains des filons stannifères de Montebras en Soumans ; ils y forment parfois des cristaux xénomorphes atteignant plus de 30 kilogrammes et s'y trouvent en abondance suffisante pour constituer un minerai de lithium.

Ces minéraux ont une histoire assez singulière. Pris pour un feldspath et essayés dans une manufacture de porcelaine de Limoges, ils appelèrent l'attention par leur grande fusibilité. M. Moissenet fit l'analyse d'un échantillon et crut y voir une nouvelle espèce minérale (*A. M.* XX. 22. 1871). Des Cloizeaux en décrivit les propriétés optiques et la désigna sous le nom de *montebrasite* (*C. R.* LXXIII. 306. 1871) en montrant

que celles-ci diffèrent des propriétés d'un minéral d'Hebron (Maine), considéré jusqu'alors comme identique à l'amblygonite de Saxe et qui, seul, avait pu jusqu'alors être étudié à ce point de vue. Mais, peu après, M. Pisani (*C.R.* LXXIII. 1479. 1871), von Kobell (*Sitz. bayer. Akad. Wiss. München.* 1872), puis Rammelsberg (*Ber. Chem. Gesell. Berlin.* 78. 1872), publièrent de nouvelles analyses du minéral de Montebras et établirent à la fois l'inexactitude de l'analyse de Moissenet et l'identité de cette substance avec l'amblygonite de Saxe. L'examen des propriétés optiques de cette dernière conduisit Des Cloizeaux à confirmer cette identité ; le nom de montebrasite devenait donc inutile.

Il était dès lors indispensable de déterminer la composition chimique de la soi-disant amblygonite d'Hebron, puisque ses propriétés optiques différaient de celles de l'amblygonite typique. Des analyses, faites alors par M. Pisani, démontrèrent que les deux minéraux présentaient aussi des différences chimiques. Le même savant fit voir en outre qu'il existe à Montebras, à côté de l'amblygonite, une autre substance (analyses *i* et *j*) identique, elle, au minéral d'Hebron. C'est alors que Des Cloizeaux proposa (*A. C. P.* XXVII. 385. 1872) de reprendre le nom de *montebrasite* pour désigner les minéraux d'Hebron et de Montebras, ayant les mêmes propriétés physiques et la même composition chimique.

L'amblygonite se présente à Montebras en larges masses laminaires, souvent d'un blanc mat et opaque, mais parfois translucides et d'un blanc violacé. On a vu plus haut qu'elle se transforme en turquoise, wawellite, morinite, etc. Elle englobe fréquemment de la cassitérite ; elle est associée au quartz.

Quant à la montebrasite, elle est beaucoup moins abondante ; ses masses laminaires sont tantôt translucides, d'un blanc verdâtre et tantôt blanches et opaques. Son clivage le plus facile est d'ordinaire très éclatant.

Haute-Vienne. Je dois à M. Bouhard un bel échantillon d'amblygonite d'un blanc verdâtre, nettement translucide, qu'il a recueilli dans les déblais d'une carrière de pegmatite à Chabanne en Saint-Sylvestre, en même temps que de la columbite et de l'apatite.

GROUPE DE LA LIBÉTHÉNITE

Ce groupe comprend les espèces suivantes, toutes orthorhombiques et isomorphes ; elles possèdent la même forme générale que les minéraux du groupe de la wagnérite, mais, tandis que dans ceux-ci l'hydroxyle est souvent remplacé par du fluor, on ne connaît pas de type fluoré dans le groupe de la libéthénite.

Libéthénite	$Cu(Cu.OH)PO^4$
Olivénite	$Cu(Cu.OH)AsO^4$
Adamite	$Zn(Zn.OH)AsO^4$

On peut y rattacher les minéraux suivants, dont l'isomorphisme avec les précédents est moins net.

Descloizite	$(Pb,Zn)(Pb.OH)VO^4$
* *Cuprodescloizite*	$(Pb,Cu,Zn)(Pb.OH)VO^4$
* *Volborthite*	$(Cu,Ca,Ba)(Cu.OH)VO^4$

LIBÉTHÉNITE

$Cu(Cu.OH)PO^4$

Orthorhombique : $mm = 92°20'$.

$b : h = 1000 : 506{,}352$ $\quad D = 721{,}357$ $\quad d = 692{,}563$

$[a : b : c = 0{,}9601 : 1 : 0{,}7019$ (Rose)$]$

Formes observées. $m(110)$; $e^1(011)$; $b^{1/2}(111)$.

	Angles calculés.		Angles calculés.		Angles calculés.
* mm	92°20′	$b^{1/2}\,m$	135°23′	$b^{1/2}\,e^1$	159° 6′
* $e^1\,e^1$	109°52′	$b^{1/2}\,b^{1/2}$	92° 0′	$b^{1/2}\,b^{1/2}$ côté	118°12′
$e^1\,m$	113°27′	$b^{1/2}\,b^{1/2}$ av.	120°56′		

Facies des cristaux. Les cristaux de libéthénite ont généralement un facies octaédrique par suite de l'égal développement des faces $m(110)$ et $e^1(011)$: on constate parfois un faible allongement suivant l'axe vertical (fig. 2). Le plus souvent, les cristaux sont enchevêtrés en agrégats cristallins tapissant des géodes.

Clivages. Clivages imparfaits suivant $h^1(100)$ et $g^1(010)$. Cassure inégale ou conchoïdale.

Dureté. 4. Fragile.

Densité. 3,6 à 3,8.

Coloration et éclat. Vert olive à vert noir. Poussière vert-olive. Translucide. Transparente en lames minces.

Éclat vitreux passant au résineux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) normale à g^1 (010). Dispersion notable $\rho > v$.

$$\mathbf{n}_m = 1{,}742.\ 2V = 81°8'\ \text{Dx. (Na)}.$$

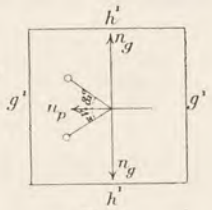


Fig. 1
Plan des axes optiques parallèle à p (001).

Pléochroïsme. Faiblement pléochroïque dans les teintes suivantes : les cristaux présentent généralement des facules de couleur différente.

$\mathbf{n}_g$ = jaune à jaune vert.
$\mathbf{n}_m$ = vert vif à vert jaune.
$\mathbf{n}_p$ = vert pâle à jaune.

A l'inverse de ce qui a lieu pour l'olivénite, la couleur la plus verte s'observe suivant $\mathbf{n}_m$.

Composition chimique. La formule Cu (Cu.OH)PO^4 ou 4 CuO P^2O^5 + H^2O correspond à la composition centésimale suivante :

P^2O^5.....	29,8
CuO.....	66,4
H^2O.....	3,8
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et noircit. Fusible en une scorie noire, cristalline ; colore la flamme en vert émeraude. Avec le carbonate de sodium, sur le charbon, est réduite en un globule de cuivre. Avec les flux, donne les réactions du cuivre. Soluble dans les acides.

Diagnostic. La libéthénite se distingue de l'olivénite par les réactions de l'anhydride phosphorique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Creuse.* J'ai trouvé (*B. S. M.* XVII. 36. 1894) de fort petits cristaux de libéthénite, d'un vert plus clair que d'ordinaire, dans les fentes d'une pegmatite à feldspath rouge, provenant des exploitations de cassitérite de Montebras en Soumans. Ces cristaux sont généralement groupés en grand nombre pour former des

croûtes cristallines, mais il est possible d'en isoler quelques-uns et de constater qu'ils présentent les faces m (110), e^1 (011), avec parfois $b^{1/2}$ (111). Ils ne dépassent pas 0mm.5 de plus grande dimension, mais les croûtes qu'ils constituent atteignent plusieurs centimètres carrés.

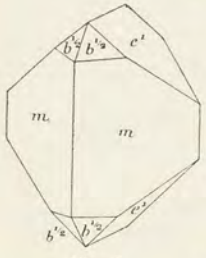


Fig. 2.
Libéthénite.
Forme commune.

Rhône. J'ai rencontré de petits cristaux allongés olivâtres de libéthénite dans les cavités du quartz du filon de galène de Montchonay en les Ardillats.

Congo. — La libéthénite forme des mamelons cristallins, d'un vert olive, recouvrant la pyromorphite, elle-même implantée sur de la chrysocole d'un échantillon que M. de Romeu m'a récemment rapporté des mines de cuivre de Mindouli.

OLIVÉNITE

$Cu\,(Cu.OH)AsO^4$

Orthorhombique : $mm = 92°32'$ (Dx.) [1]

$b : h = 1000 : 484,392$ $\quad D = 722,642$ $\quad d = 691,222$

$[a : b : c = 0,9565 : 1 : 0,67029]$

Formes observées : m (110), h^1 (100) ; a^1 (101) ; e^1 (011) ; $b^{1/2}$ (111).

	Angles calculés.		Angles calculés.		Angles calculés.
mm	92°32′	*$b^{1/2}\,b^{1/2}$ av.	120°30′	ma^1 adj.	115°34′
$m\,h^1$	136°16′	$b^{1/2}\,a^1$	150°15′	$a^1\,e^1$ s. a^1	130°46′
mg^1	133°44′	$h^1\,b^{1/2}$	121°15′	$e^1\,m$ adj.	113°39′
$a^1\,h^1$	126°42′	*$b^{1/2}\,b^{1/2}$ côté	117°30′		
$a^1\,a^1$ s. h^1	73°24′	$b^{1/2}\,m$	135°53′		
$e^1\,e^1$ adj.	109° 2′	$b^{1/2}\,b^{1/2}$	91°46′		

Facies des cristaux. Les cristaux d'olivénite sont à rapporter à trois types distincts.

Type I. Les cristaux sont aplatis suivant h^1 (100) et allongés suivant l'axe vertical (fig. 2) ; souvent aussi, ils sont aciculaires et constituent alors des aiguilles sans terminaison bien distincte

Type II. Les cristaux ont un facies octaédrique, par suite du déve-

1. M. Washington a donné (*Am. J. of. Sc.* XXXV. 298. 1888) pour des cristaux de l'Utah ; $mm = 91°34'$; $e^1\,e_1 = 112°9'$, d'où $a : b : c = 0,9396 : 1 ; 0,6729$.

loppement plus ou moins égal des faces m (110) et e^1 (011) (voir fig. 2 de la libéthénite).

Type III. Les cristaux sont allongés suivant l'axe a (fig. 3) et parfois aplatis, soit suivant g^1 (010) (fig. 4), soit suivant une face e^1 (011) (fig. 5). Je n'ai étudié ce dernier type que sur des cristaux de la mine de la Garonne.

L'olivénite forme aussi des concrétions fibreuses, globulaires et offrant en même temps des zones concentriques de couleur différente (*wood-copper*, *holzkupfererz*).

Les faces sont souvent ondulées ou ternes et ne se prêtent généralement pas à des mesures précises ; les faces e^1 et g^1 sont fréquemment concaves ; ce sont cependant celles qui m'ont donné les moins mauvaises mesures ; les faces m (110) et surtout h^1 (100) sont très cannelées verticalement et parfois bombées.

Clivages. Clivages difficiles suivant e^1 (011) et m (110). Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 3. Fragile.

Densité. 4,1 à 4,4.

Coloration et éclat. Verte de diverses nuances, mais surtout vert-olive, vert noir ou brun, jaune-paille, blanche, grise, brun de fumée. Poussière d'un vert pâle ou jaunâtre. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux, inclinant au résineux et à l'adamantin ; soyeux dans les variétés fibreuses.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001).

Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à h^1(100). Dispersion forte $\rho < v$. Écartement des axes variable dans un même cristal, par suite d'enchevêtrements.

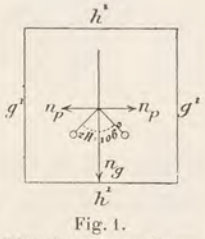


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à p (001).

$$2H = 105° \text{ à } 106° \text{ (Na) (Dx)}.$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme n'est pas intense, mais il est net :

$\mathbf{n}_g$ = verdâtre pâle.
$\mathbf{n}_m$ = jaunâtre à verdâtre.
$\mathbf{n}$ = verdâtre pâle à jaune.

Composition chimique. La formule $Cu(Cu.OH)AsO^4$ ou $4CuO\ As^2O^5 + H^2O$ correspond à la composition centésimale suivante :

As^2O^5. . . .	40,7
CuO.	56,1
H^2O.	3,2
	100,0

L'olivénite de la mine de la Garonne renferme toujours un peu de zinc (Voir à *adamite*).

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau, devient d'un vert vif, puis d'un gris noir. Au chalumeau, fond en colorant la flamme en vert bleuâtre, puis cristallise par refroidissement. Sur le charbon, donne des vapeurs arsenicales et un globule de cuivre arsénié, facile à purifier par fusion avec le carbonate de sodium. Avec les flux, fournit les réactions du cuivre. Les variétés zincifères donnent sur le charbon l'enduit du zinc.

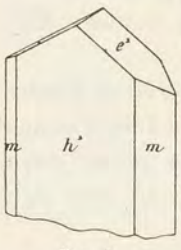


Fig. 2.
Olivénite de la Mine de la Garonne. Type I.

Soluble dans les acides et dans l'ammoniaque. Attaquable à chaud par la potasse avec résidu d'oxyde de cuivre.

Diagnostic. Voir à libéthénite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Maures. — *Var.* L'olivénite a été rencontrée en abondance dans

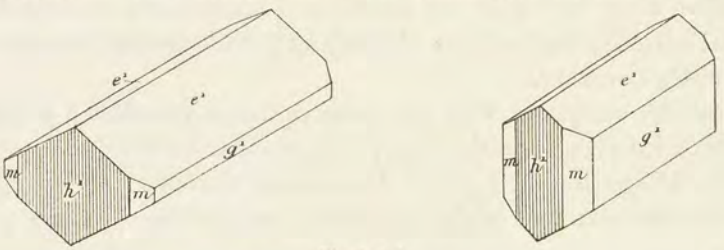


Fig. 3 et 4.
Olivénite. Mine de la Garonne. Type III.

la mine de la Garonne, où elle accompagne l'adamite. Elle s'y trouve sous des formes très variées, tantôt seule, tantôt implantée sur l'adamite ou recouverte par la malachite et la chessylite.

Le facies le plus fréquent est la variété aciculaire du type I. Les aiguilles, allongées suivant l'axe vertical, dépassent parfois 5 mm.; elles sont d'un vert plus ou moins clair, parfois associées à de la tyrolite. J'ai observé aussi des cristaux distincts d'un vert-pistache foncé et parfois presque noir; ils forment de grandes géodes, dans lesquelles il n'existe pas d'autre minéral et appartiennent au type I, avec les

formes h^1, e^1, m; ils sont assez souvent polysynthétiques et constitués par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus, empilés suivant h^1.

De beaux cristaux presque noirs du type III se trouvent clairsemés sur des parois de leur gangue quartzeuse; leurs formes sont les mêmes que dans les cristaux précédents, mais h^1 est parfois un peu réduit : ou bien, ils ont un développement normal (fig. 3), ou bien ils sont aplatis suivant une face g^1 (fig. 4) ou e^1 (fig. 5 et 6); ce sont les seuls qui aient donné des mesures passables. Ils ont de 2 à 3 mm. de plus grande dimension.

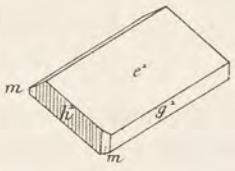


Fig. 5.
Olivénite. Forme théorique de cristaux de la figure 6.

L'olivénite forme aussi de longues aiguilles d'un vert-olive; elles sont transparentes et généralement associées à des globules brillants de malachite, de pseudomalachite.

Enfin on la trouve en cristaux avellanaires ou en enduits cristallins d'un gris vert, à éclat nacré, dans lesquels il est impossible d'observer des formes distinctes; ils recouvrent quelquefois des cristaux nets d'adamite. L'olivénite constitue aussi des aiguilles filiformes grises ou presque incolores.

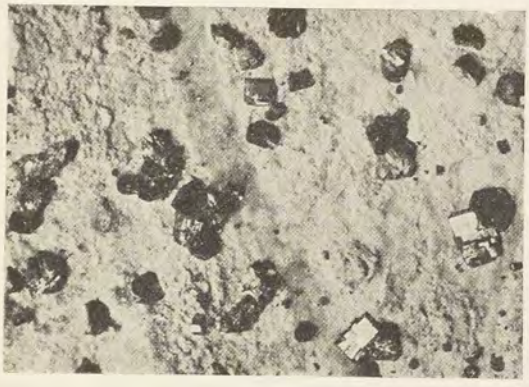


Fig. 6.
Olivénite de la Mine de la Garonne sur quartz.
(*Grossissement de trois diamètres*).

On verra page 425 l'analyse d'un type intermédiaire entre l'olivénite et l'adamite, mais plus rapproché de ce dernier minéral que de l'olivénite. Il existe aussi des olivénites zincifères, constituant des mamelons fibreux verts, qui rappellent par leur aspect ceux de la malachite.

Vosges. — [*Alsace*]. J'ai trouvé de jolis petits cristaux d'olivénite d'un vert d'herbe pâle, remplissant une géode de quartz, provenant de l'ancienne galerie des Morveux au Donon (Champy) près Sainte-Marie-aux-Mines; elle est associée à la chessylite.

ADAMITE

$Zn(Zn.OH)\,AsO^4$

Orthorhombique : $mm = 91°15'$

$b : h = 1000 : 508{,}730 \quad D = 714{,}778 \quad d = 699{,}351$

$[a : b : c = 0{,}9784 : 1 : 0{,}7117\ (Dx).]$

Formes observées. m (110) ; g^1 (010), h^3 (210) ; g^3 (120) ; a^1 (101) ; e^1 (011) ; $b^{1/2}$ (111).

	Angles calculés.		Angles calculés.
*mm	91°15′	$mb^{1/2}$	135°30′
h^3m	162°0′30″	$b^{1/2}\,b^{1/}$ av.	120° 9′
mg^3	161° 7′	me^1 adj.	113°55′30″
g^3g^3 s. g^1	126°30′	$e^1\,a^1$ adj.	131°13′
*$a^1\,a^1$ s. h^1	72° 4′	$a^1\,m$ adj.	114°52
$e^1\,e^1$	109° 7′		

Facies des cristaux. Les cristaux d'adamite sont généralement allongés suivant l'axe b, par suite du grand développement des faces a^1 (101) : c'est le cas de ceux de la Mine de la Garonne ; plus rarement l'allongement a lieu suivant l'axe vertical. Quelquefois (Aïn Achour) il n'existe pas d'allongement. Ce minéral a une très grande tendance à former des agrégats de cristaux enchevêtrés et des croûtes cristallines.

Les faces m (110) sont généralement striées verticalement ; les faces a^1 (101) sont souvent ondulées.

Clivages. Clivages nets suivant a^1 (101).

Dureté. 3, 5. Fragile.

Densité. 4,338 à 4,352 (Mine de la Garonne ; variété rose).

Coloration et éclat. Rarement incolore. L'adamite est souvent jaune de diverses teintes et plus souvent colorée en vert (*cuproadamite*) en rose ou en rose carmin (*cobaltoadamite*). Poussière blanche un peu verdâtre ou rosée. Les cristaux sont souvent polychromes.

Éclat vitreux très vif, adamantin sur les faces de clivages.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à g^1 (010). Dispersion forte, $\rho < v$.

La mesure de l'écartement des axes optiques, faite par M. Rosicky, sur des cristaux de Thasos (Turquie), a fourni les résultats suivants dans la liqueur de Thoulet ($n = 1{,}7344$).

$2\,Th_a = 82°37'$
$2\,Th_o = 96°36'$, d'où $2V = 82°58'$ $n_m = 1{,}728$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net, avec maximum d'absorption suivant n_p ; il est surtout intense dans les variétés roses dont la couleur suivant n_p est le rose carmin

Composition chimique. La formule $Zn(Zn.OH)AsO^4$ ou $4ZnO\,As^2O^5 + H^2O$ correspond à l'analyse *a*.

Dans l'adamite de la mine de la Garonne, une proportion notable et souvent considérable de zinc peut être remplacée par du cuivre (*cuproadamite* ou du cobalt (*cobaltoadamite*), établissant ainsi le passage à l'olivénite ou à un type exclusivement cobaltifère de ce groupe, qui n'a pas été rencontré dans la nature.

Analyses : de la *cobaltoadamite* rose de la mine de la Garonne (*b*), par M. Damour (*C.R.* LXVII. 1124. 1868).

c) par M. Pisani (*C. R.* LXX. 1003. 1870).

d) de la *cuproadamite* du même gisement par M. Pisani.

	a	*b*	*c*	*d*
As^2O^5.....	40,2	39,24	38,50	39,85
ZnO.....	56,7	49,11	52,50	31,85
CoO.....	»	5,16	3,92	0,52
CuO.....	»	1,75	»	23,45
CaO.....	»	»	»	0,87
H^2O.....	3,1	4,25	3,57	3,68
	100,0	99,51	98,49	100,22

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau, puis devient opaque. Au chalumeau, fond en donnant un enduit d'oxyde de zinc et une odeur arsenicale. Les types cobaltifères et cuprifères donnent avec les flux les réactions du cobalt et du cuivre.

Soluble dans l'acide chlorhydrique étendu.

Diagnostic. Les formes géométriques et les réactions de l'arsenic ne permettent pas de confondre l'adamite avec la calamine.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'adamite est un minéral secondaire des gisements cuprifères et zincifères.

Maures. — *Var.* L'adamite a été trouvée en 1868 par M. Damour (*C.R.* LXVII. 1124. 1868) parmi des minéraux provenant de la mine de la Garonne, à 5 km. ouest d'Hyères. Elle a été ensuite étudiée par

Des Cloizeaux (*C.R.* XXXVI. 88. 1878), puis par M. Pisani (*C.R.* LXX. 101. 1870). Elle se rencontre dans les fentes d'un poudingue permien, imprégné de chalcosite. Ce gisement a fourni en outre de nombreux autres minéraux, des carbonates : malachite, chessylite; des arséniates : olivénite, chalcophyllite, tyrolite, pharmacosidérite, mimétite, liskéardite, zeunérite; un phosphate, la pseudomalachite ; des sulfates : la brochantite, et la lettsomite. L'adamite se trouve surtout seule ou associée à l'olivénite, à la chessylite et plus rarement à la chalcophyllite, la lettsomite et la brochantite.

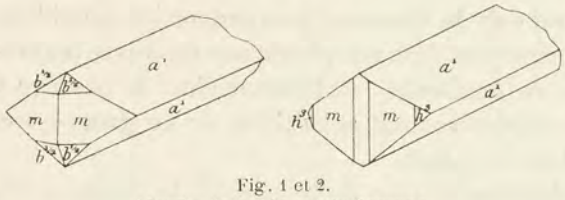


Fig. 1 et 2.
Adamite de la Mine de la Garonne.

Elle est toujours cristallisée, mais les cristaux mesurables sont peu communs. Le plus souvent, ils sont groupés à axes parallèles ou enchevêtrés pour constituer des croûtes cristallines très minces; ils sont alors accolés sur leur gangue par une face de la zone d'allongement et ne forment parfois qu'une sorte de vernis



Fig. 3.
Adamite de la mine de la Garonne (Grossissement de quatre diamètres environ).

cristallin à la surface de celle-ci; enfin, ils sont souvent arrondis ou ont la forme de grains de blé.

Ils présentent les formes a^1 (101) et m (110) dominantes, avec parfois de petites facettes g^3 (120), $b^{1/2}$ (111), e^1 (011). Ils sont fréquem-

ment allongés suivant l'arête $a^1 a^1$ (fig. 1 et 2) (et non suivant l'axe a). J'ai rencontré aussi des cristaux ternes d'un gris rose, formés par une pyramide aiguë, qui leur donne l'aspect des cristaux apotomes de célestite (fig. 3) : ce sont des cristaux de ce genre qui, par leur groupement, conduisent aux formes à aspect de grains de blé, dont il a été question plus haut.

La coloration des cristaux est très variable. Le type le plus commun oscille entre le rose très pâle et le carmin foncé (analyse *b* et *c*). Les cristaux les plus nets sont d'un rose pâle, quelquefois teintés de vert sur leurs arêtes, souvent zonés de rose plus ou moins foncé et de vert. La netteté de ces cristaux cobaltifères (*cobaltoadamite*) et leur examen optique ne permettent pas d'admettre l'hypothèse de Damour, d'après laquelle ils devraient leur cobalt à un mélange d'érythrite.

Les types cuprifères sont gris verdâtre ou d'un vert franc. L'analyse *d* a été faite sur des cristaux appartenant à ce dernier type, qui constitue des croûtes de cristaux lenticulaires à aspect nacré ; il forme un terme de passage à l'olivénite, que je désigne sous le nom de *cuproadamite*.

Algérie. — *Constantine*. M. Dussert a signalé (*A.M.* XVII. 40. 1910) l'existence de petits globules vert pâle à structure rayonnée d'adamite dans le gisement calaminaire d'Aïn Achour, dans la région de Guelma ; depuis lors, il m'a donné un échantillon d'aspect différent, constitué par l'enchevêtrement de cristaux de 2 mm. offrant la combinaison de a^1 (101) et g^3 (120) également développés, avec parfois de petites facettes m (110)(fig. 4). Ils sont d'un blanc laiteux avec une légère teinte verdâtre.

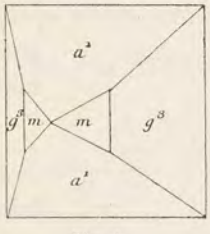


Fig. 4.
Adamite d'Aïn-Achour.

DESCLOIZITE

$(Pb,Zn)(Pb.OH)VO^4$

Orthorhombique : $mm = 115°30'$.

$b : h = 1000 : 694,173$ (Dx.) $\quad D = 846,335 \quad d = 532,651.$

$[a : b : c = 0,62934 : 1 : 0,82024]$

Formes observées : m (110), g^2(130) ; e^2 (012) ; $b^{1/2}$ (111) ; $e_2 = (b^1 b^{1/2} g^1)$(132) ; $x = (b^{1/2} b^{1/4} g^1)$(131).

Les angles suivants ont été mesurés sur les cristaux de Saïda.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	115°38′	
mg^2	150° 5′	
mg^1	122°11′	
$g^1 g^2$	124°30′	124°12′
$e^2 e^2$ s. p.	135°24′	135°10′
$^*b^{1/2} b^{1/2}$ s. m.	114° 0′	114° 8′
$b^{1/2} m$	147° 0′	
pe_2	125°41′	
$e_2 g^2$	144°19′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$^*b^{1/2} b^{1/2}$ av.	126°56′	126°50′
$b^{1/2} x$	150°16′	150°10′
xx	112°32′	
$b^{1/2} b^{1/2}$ s. g^1	53° 4′	53°38′
$b^{1/2} b^{1/2}$ côté	89°34′	89°40′
$b^{1/2} e_2$	155°15′	
xg^2	160°15′	159° 9′
xx	140°91′	139°31′

Facies des cristaux. Les cristaux de descloizite sont soit allongés suivant l'axe vertical, soit plus souvent caractérisés par le grand développement de la pyramide $b^{1/2}$ (111). Ce minéral forme fréquemment des croûtes cristallines de petits cristaux enchevêtrés et peu distincts.

Dureté. 3,5.

Densité. 5,839 à 6,203 (*cuprodescloizite*).

Coloration et éclat. Rouge brun, rouge cochenille, jaune bronzé, noirâtre. Poussière jaune orangé ou gris noir. Transparente à opaque.

Éclat résineux.

Propriétés optiques. Forte biréfringence. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), normale à p (001). Dispersion nette avec $\rho < v$.

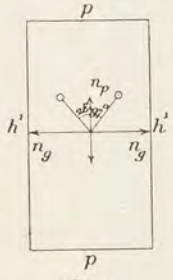


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

$2H = 97°$ lumière blanche (Dx.).

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g$ = jaune d'or foncé.
$\mathbf{n}_m$ = jaune vert.
$\mathbf{n}_p$ = jaune pâle.

Composition chimique. La formule (Pb,Zn) (Pb.OH) VO^4 ou 4(Pb,Zn) O.V^2O^5+H^2O correspond à la composition suivante, dans le cas fréquent où Zn : Pb = 1 : 1.

V^2O^5.....	22,7
PbO.....	55,4
ZnO.....	19,7
H^2O.....	2,2
	100,0

Dans la *cuprodescloizite*, qui constitue des croûtes concrétionnées fibreuses, il existe une quantité assez grande de cuivre (jusqu'à 11 %) remplaçant surtout le zinc ; une petite quantité du vanadium y est aussi remplacée par de l'acide arsénique. Il existe des variétés manganésifères.

Essais pyrognostiques et diagnostic. Dans le tube fermé, donne de l'eau. Sur le charbon, fusible avec partielle réduction en un globule de plomb, engagé dans une scorie noire. Avec le sel de phosphore, fournit une perle grisâtre, vert émeraude au feu réducteur et jaune orangé au feu oxydant. Avec le borax, donne un verre vert, qui, par addition de nitre, devient violet au feu oxydant dans les variétés manganésifères.

Soluble dans l'acide azotique étendu ; la solution évaporée à sec sur une lame de verre laisse un résidu rouge cramoisi (V^2O^5) ; le résidu, repris par de l'eau chargée d'acide sulfurique, laisse le plomb à l'état de sulfate ; la liqueur, décantée et saturée par du bicarbonate de sodium, laisse déposer des tétraèdres réguliers de bicarbonate double de sodium et de zinc. Ces réactions microchimiques sont tout à fait caractéristiques de la descloizite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Algérie. — *Oran.* La descloizite est un minéral rare des affleure-

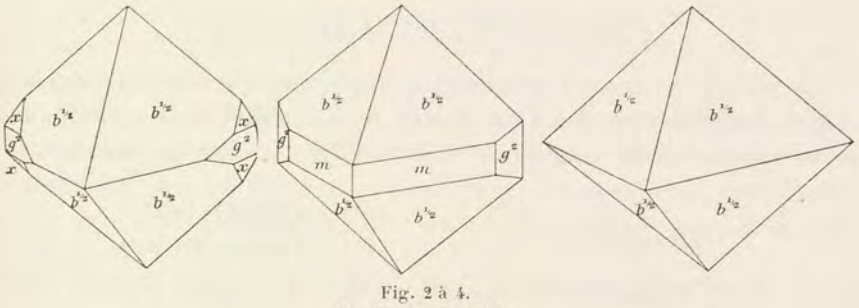


Fig. 2 à 4.
Descloizite de Saïda.

ments du filon plombifère à gangue de dolomite des environs de Saïda, dont il a été question page 411. Dans les échantillons, que je dois à M. Flamand, la descloizite se trouve soit seule, implantée sur des rhomboèdres de dolomite, soit associée à la vanadinite, qui est le plus

souvent le dernier minéral formé, bien que çà et là le cas inverse s'observe.

Cette descloizite forme des cristaux d'un noir un peu grisâtre peu transparents, ne dépassant guère 2 mm. de plus grande dimension. Ils offrent d'une façon constante les formes $b^{1/2}$ (111) prédominantes, avec fréquemment m (110), g^2 (130) et plus rarement e^2 (012) et e_2 (132); ils ont tout à fait l'aspect de certains des cristaux de Lake Valley, décrits par vom Rath. Depuis la première description que j'en ai donnée (*B.S. M.* XXXI. 45. 1908), j'y ai observé en outre la pyramide nouvelle x (131), (fig. 4), faisant partie des zones pg^2 et $b^{1/2}g^1$.

Constantine. La descloizite existe, avec vanadinite, au Djebel Grouz; elle y forme de petites croûtes cristallines jaunâtres, dont je n'ai pu extraire aucun cristal déterminable.

Tunisie. — La descloizite accompagne la vanadinite à Djebba; elle lui est en général postérieure, mais parfois il existe une nouvelle génération de vanadinite implantée sur ses cristaux. Cette descloizite est tantôt d'un brun presque noir et tantôt d'un rouge foncé, rappelant celui de la vanadinite. Je n'ai pu extraire de cristal net; les fragments observés indiquent une forme analogue à celle des cristaux de Saïda.

GROUPE DE LA WAGNÉRITE

Ce groupe comprend plusieurs phosphates et arséniates monocliniques renfermant soit du fluor, soit de l'hydroxyle ; ce sont les espèces suivantes, dont une seule se rencontre dans des gisements français.

**Herdérite*	$Ca[Gl.OH]PO^4$ / $Ca[Gl(OH.F)]PO^4$
**Wagnérite*	$Mg\,[MgF]\,PO^4$
Triplite	$(Fe,Mn)\,[(Fe,Mn)F]PO^4$
**Triploidite*	$(Mn,Fe)\,[(Mn,Fe).OH]\,PO^4$
**Tilasite*	$Ca\,[MgF]\,As\,O^4$
**Adélite*	$Ca\,[Mg.OH]\,AsO^4$
**Sarkinite*	$Mn\,[Mn.OH]\,AsO^4$

TRIPLITE

$(Fe,Mn)\,[(Fe,Mn)F]\,PO^4$

Monoclinique.

Facies. La triplite ne se rencontre pas en cristaux géométriquement distincts, mais en individus cristallins constituant de grosses masses.

Clivages. Clivages, facile suivant h^1, difficile suivant g^1 (010) ; un troisième clivage signalé par quelques auteurs ne paraît pas exister. Cassure imparfaitement conchoïdale.

Dureté. 5 à 5,5. Fragile.

Densité. 3,77 à 3,80.

Coloration et éclat. Brun girofle, brun rouge ou noir plus ou moins foncé. Poussière gris jaune. Translucide.

Éclat résineux très vif.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle au clivage difficile g^1 (010). La bissectrice aiguë, *positive* ($\mathbf{n}_g$), fait des angles d'environ 42°10′ (rouge), 41°53′ jaune (Dx.) avec le clivage facile h^1 (100). Dispersion inclinée notable, avec $\rho > v$.

	rouge	jaune	vert
2H à 20°C. =	96°15′	95°27′	95°20′

Pléochroïsme. Pléochroïsme distinct dans les teintes brunes et jaunes en lames un peu épaisses, avec minimum d'absorption suivant $\mathbf{n}_m$.

Composition chimique. La composition chimique est représentée par la formule $(Mn,Fe)[(Mn,Fe)F]PO^4$ ou $(Mn,Fe)^3P^2O^8$, $(Mn,Fe)F^2$, mais le rapport Fe : Mn varie suivant les gisements de 1 : 1 à 1 : 7 ; il existe des variétés contenant du calcium et du magnésium (*talktriplite*).

Les anciennes analyses de la triplite de Chanteloube n'indiquent pas de fluor. J'ai prié M. Pisani d'en faire une nouvelle analyse (*a*). Je la fais suivre de celle de Berzélius comme document (*Schweiger J.* XXVII. 70. 1819) (*b*).

von Kobell a donné un dosage du fluor de la triplite de ce même gisement et a indiqué 7% (*J. f. prakt. Chem.* XCII. 193.1864).

	a	*b*
P^2O^5	33,00	32,61
FeO	25,90	31,95
MnO	36,12	32,40
CaO+MgO	1,60	1,73
Fl	4,68	»
	100,45	98,69

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond très facilement en un globule noir, magnétique. Avec le borax, donne au feu oxydant la perle améthyste du manganèse et au feu réducteur la perle verte du fer. Traitée par l'acide sulfurique, donne les réactions du fluor.

Soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement de chlore, quand le minéral est altéré. Attaquée par l'acide sulfurique avec dégagement d'acide fluorhydrique.

Altérations. La triplite est très fréquemment terne et parcourue par des veinules manganésifères ; elle paraît avoir contribué à donner par sa décomposition la dufrénite, l'anglarite, l'huréaulite.

Diagnostic. La couleur et l'éclat gras, l'absence de formes géométriques, ne permettent pas de confondre la triplite avec les autres phosphates qui l'accompagnent d'ordinaire.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* C'est dans les carrières de pegmatite des environs de Chanteloube en Razès, que ce minéral a été trouvé pour la première fois par Alluaud. Vauquelin l'a décrit sous le nom de *phosphate natif de fer mélangé de manganèse* (*Ann. chim.* LXI. 242. 1802 et *J. M.* XV, 295, 1802) ; Haussmann lui a donné son nom actuel en 1813 (*Handb. Miner.* 1079).

La triplite est le phosphate de fer et de manganèse le plus fréquent comme élément primordial des pegmatites du Limousin ; elle s'y trouve en masses pesant souvent plusieurs kilogrammes, dépourvues de toute forme cristalline ; mais par étude des clivages, il est facile de voir qu'elles constituent un seul individu cristallin. Il est rare de rencontrer de semblables blocs absolument purs, ils sont d'ordinaire plus ou moins altérés et imprégnés d'oxydes de manganèse ; j'ai quelquefois observé, dans leurs fissures, de petites paillettes d'autunite.

Les carrières qui ont fourni le plus de triplite sont celles de la Vilate et de Chatres près Chanteloube, de Chabanne et des Hureaux en Saint-Sylvestre, de Compreignac (Chatenet, Vénachat); de Bessines (le Mazataud, Avent, le pont de Barost, la carrière inondée à 2 km. environ de la grande route entre le Mazataud et le pont de Barost).

A la Vilate, la triplite est parfois associée à la triphylite et elle peut avoir contribué, elle aussi, à la production des minéraux secondaires : dufrénite, anglarite, qui l'accompagnent.

Saône-et-Loire. La triplite a été trouvée en petite quantité dans l'Autunois à l'origine du ravin dit « Creuse du Porchets » à Charmasse en Mesvre ; elle s'y présente sous forme de masses brunes, à éclat résineux, semblables à celles du Limousin.

GROUPE DE LA LUNNITE

Schrauf a proposé de réserver le nom de *lunnite* pour l'ensemble du groupe et de désigner sous celui de *dihydrite* le type se présentant en cristaux distincts et dont la composition chimique est représentée en partie par la formule $Cu^3(PO^4)^2$. $2\,Cu(OH)^2$; ces cristaux ne perdent pas d'eau à 200° C. ; les variétés compactes seraient constituées par des mélanges en proportion variable de *dihydrite*, de *phosphorocalcite* $Cu^3(PO^4)^2$. $3\,Cu(OH)^2$ et de *ehlite*, $Cu^3(PO^4)^2$. $2\,Cu(OH)^2 + H^2O$. L'examen optique des cristaux distincts et des variétés fibreuses ne m'a montré aucune différence essentielle.

Le seul minéral de ce groupe trouvé dans les gisements français est la phosphorocalcite de Schrauf ; j'adopte avec M. Dana le nom de pseudomalachite, comme de date plus ancienne.

PSEUDOMALACHITE

Monoclinique ou triclinique[1].

Formes et faciès. La pseudomalachite se trouve en masses concrétionnées réniformes, botryoïdes, à structure fibreuse.

Clivages. Clivage g^1 (010) imparfait.

Dureté. 4,5 à 5.

Densité. 3,4 à 4,4.

Coloration et éclat. Vert émeraude foncé, vert de gris, vert noir, souvent plus foncé à la périphérie des globules qu'à leur centre. Poussière de même couleur, mais plus pâle. Transparente en lames minces.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) faisant un angle

1. Schrauf, qui considérait la dihydrite comme triclinique, a déduit les paramètres suivants de ses mesures $a : b : c = 2{,}8252 : 1 : 1{,}53395$; $xy = 89°29'$; $zx = 91°0'$; $yz = 90°39'$.

d'environ 22° avec l'axe vertical, dans l'angle obtus ph^1 ; la bissectrice obtuse est à peu près normale à g^1 (010).

$$2\,E = 70°\ \text{environ.}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net, avec $\mathbf{n}_g > \mathbf{n}_p > \mathbf{n}_m$.

$\mathbf{n}_g$ = vert bleuâtre
$\mathbf{n}_m$ = vert jaune
$\mathbf{n}_p$ = bleu verdâtre

Composition chimique. La formule $Cu^3(PO^4)^2$. 2 $Cu(OH)^2$ ou 5 CuO P^2O^5. $2H^2O$ correspond à la composition *a*) ; en *b*), est donnée la composition correspondant à la formule $Cu^3(PO^4)^2$, 3 $Cu(OH)^2$ ou 6 CuO P^2O^5. 3 H^2O ; en *c* celle qui correspond à $Cu^3(PO^4)^2$. 2 $Cu(OH)^2$ + H^2O (ehlite) ou 5 CuO P^2O^5. $3H^2O$.

d) Analyse de la pseudomalachite de Las Coste.

	a	*b*	*c*	*d*
P^2O^5	24,7	21,2	24,0	20,00
CuO	69,0	70,8	66,9	71,44
H^2O	6,3	8,0	9,1	8,20
	100,0	100,0	100,0	99,64

Essais pyrognostiques. Comme pour la libéthénite.

Diagnostic. La couleur et la structure fibreuse peuvent faire confondre la pseudomalachite avec la malachite ; la dissolution dans les acides sans effervescence et les réactions de l'anhydride phosphorique données par la dissolution, ainsi que les propriétés optiques du clivage, fournissent un diagnostic rapide de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Tarn.* J'ai signalé, il y a quelques années, (*B. S. M.* XVII. 37. 1894) un curieux gisement de pseudomalachite, qui a été trouvé accidentellement dans la mine de las Coste en Alban-le-Fraysse : au mur du filon d'hématite, qui y est exploité, on a rencontré une poche remplie d'un mélange caverneux de quartz, de cuivre natif, de pseudomalachite et de malachite. Ces deux derniers minéraux constituent des masses mamelonnées et fibreuses, se distinguant aisément par leur couleur, qui est différente. La malachite est d'un vert un peu jaune, son éclat est soyeux, la pseudomalachite est d'un vert noir à la partie extérieure de ses mamelons ; elle est hérissée de pointes cristallines. Elle recouvre la malachite, elle-même implantée sur la

cuprite, qui enveloppe le cuivre natif; il existe parfois un vide entre la malachite et la pseudomalachite; assez rarement l'ordre de cristallisation des deux minéraux verts est renversé.

Rhône. J'ai recueilli des enduits mamelonnés, translucides, de pseudomalachite, recouvrant des cristaux de quartz, sur les haldes de la vieille mine de Montchonay en les Ardillats ; ce minéral n'est associé à aucune des nombreuses espèces existant dans ce gisement.

Maures. — *Var*. La pseudomalachite se trouve à la mine de la Garonne en petits mamelons d'un vert foncé, à surface brillante, associés à la chalcophyllite, à la lettsomite et à la malachite dans les fentes du poudingue quartzeux cuprifère.

Congo. — La pseudomalachite, en petits globules verts, constitue un minéral peu abondant dans la mine de Mindouli ; elle tapisse, avec malachite, les fissures de la chalcosite altérée ; elle est parfois recouverte de cristaux de pyromorphite.

CLINOCLASITE

(APHANÈSE)

$Cu^3(AsO^4)^2.3Cu(OH)^2$

Monoclinique : $mm = 56°$.

$b : h = 1000 : 1687,837$ (Dx) $D = 463,02$ $d = 886,35$

Angle plan de $p = 55°10'16''$

— $m = 99°28'14''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 1,91424 : 1 : 3,64521 \\ zx = 79°18'. \end{array}\right]$$

Facies des cristaux. Les cristaux de clinoclasite sont allongés suivant l'axe vertical ou l'axe b, et présentent d'ordinaire les faces p (001), m (110), $a^{2/3}$ ($\bar{3}02$) largement développées. Le plus souvent, ces cristaux sont peu distincts, groupés en grand nombre à axes un peu déviés dans les zones ph^1 et pg^1, de façon à produire des associations plus ou moins sphériques, montrant à l'extérieur les faces p (001) des individus constituants. Ce minéral est connu aussi en masses fibreuses à extérieur concrétionné.

Clivages. Clivage parfait suivant p (001).

Dureté. 2,5 à 3. Fragile.

Densité. 4,13 à 4,38.

Coloration et éclat. Coloration d'un vert noir bleuâtre à l'extérieur, d'un vert de gris à l'intérieur. Poussière vert bleuâtre. Transparente en lames minces.

Éclat nacré sur p, vitreux ou résineux sur les autres faces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) presque perpendiculaire à p (001). Dispersion inclinée faible ; la dispersion des axes est notable avec $\rho < v$

$2H_a = 84°7'$ à $84°12'$, d'où $2E = 140°58'$ à $141°14'$ (vert).
$85°34'$ à $86°42'$, $=$ réflexion totale (bleu).

Pléochroïsme. Bien que le pléochroïsme de ce minéral n'ait jamais été signalé, il est intense : $\mathbf{n}_g > \mathbf{n}_m$.

$\mathbf{n}_g$ = bleu d'azur.
$\mathbf{n}_m$ = vert-bleu de mer.

Composition chimique. La formule $Cu^3(AsO^4)^2 . 3Cu(OH)^2$ ou $6CuO, As^2O^5 + 3H^2O$ correspond à la composition suivante :

As^2O^5.	30,3
CuO..	62,6
H^2O.	7,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Comme pour l'olivénite.

Diagnostic. La couleur est, à elle seule, distinctive de tous les autres arséniates de cuivre.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Vosges. — [*Alsace*]. La clinoclasite est un minéral d'oxydation des filons cuprifères. Carrière l'a citée (*Ann. Soc. Émul.* 189. 1852) comme ayant été trouvée en cristaux groupés, d'un vert bleuâtre, dans une gangue de quartz et de barytine à la mine des Trois, à Sainte-Marie-aux-Mines. Je dois à l'obligeance de M. Lesslin le seul échantillon de ce minéral qui ait été recueilli dans ce gisement et qui répond bien à cette description.

DUFRÉNITE

$Fe\,PO^4\,Fe\,(OH)^3$

Orthorhombique : $mm = 97°44'$.

$b : h = 1000 : 321{,}00$ $\quad D = 753{,}16$ $\quad d = 657{,}81$

$[a : b : c = 0{,}8734 : 1 : 0{,}4262$ (Streng)$]$

Facies. La dufrénite est très rare en cristaux distincts ; elle forme le plus souvent des masses fibreuses ou fibrolamellaires, groupées parfois en masses concrétionnées à surfaces botroydes ou mamelonnées.

Clivages. Clivage facile suivant h^1 (100), moins facile suivant g^1 (010). Clivage ou cassure suivant p (001).

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3,2 à 3,4.

Coloration et éclat. Vert de diverses nuances (pistache, olive, noir) ; par altération devient jaune ou brune. Poussière vert-serin. Transparente en lames minces seulement.

Éclat soyeux assez vif.

Propriétés optiques. Le plan des axes optiques est parallèle au clivage le plus facile h^1 (100) ; la bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) est parallèle à l'axe vertical. L'écartement des axes paraît petit, mais ne peut être mesuré à cause de la forte dispersion et de la couleur très foncée du minéral, même dans les lames très minces.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est très intense dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g$ = vert d'herbe foncé.
$\mathbf{n}_m$ = jaune brun.
$\mathbf{n}_p$ = jaune d'or.

Le sens de l'absorption est $\mathbf{n}_g > \mathbf{n}_m > \mathbf{n}_p$; il en résulte que les sections parallèles à la base, qui sont perpendiculaires à $\mathbf{n}_p$, sont de couleur plus foncée que les sections de la zone d'allongement ; elles montrent les deux clivages grossiers et interrompus.

La dufrénite finement fibreuse de Rochefort-en-Terre possède une structure hélicoïdale enroulée comparable à celle de la calcédonite. Elle est visible même avec un seul nicol, grâce au pléochroïsme.

Composition chimique. La formule, $Fe^2(OH)^3PO^4$ ou $2Fe^2O^3\ P^2O^5$.

$3H^2O$ correspond à la composition centésimale *a*). L'existence de protoxydes dans certaines dufrénites rend désirable la révision de ce minéral au point de vue chimique.

Analyses de la dufrénite *b*) des Huréaux par Vauquelin [*A.P.C.* XXX, 202. 1825; les résultats ci-contre sont ceux donnés par Alluaud (*Ann. sc. nat.*, VIII. 542. 1826)].

c) de la même localité par M. Pisani (échantillon qui m'a servi à déterminer les propriétés optiques données plus haut).

d) de Rochefort-en-Terre par le même (*C. R.* LIII. 1020. 1861). Cette dufrénite est remarquable par sa haute teneur en alumine.

	a	*b*	*c*	*d*
P^2O^5...	27,5	28,35	34,11	28,53
Fe^2O^3..	62,0	56,20	49,19	54,40
Al^2O^3...	»	»	1,09	4,50
FeO....	»	»	2,16	»
Mn^2O^3..	»	6,15	5,80 (MnO)	»
H^2O....	10,5	9,20	8,32	12,40
	100,0	99,90	100,67	99,83

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau en une scorie noire. Les autres réactions sont celles de la vivianite.

Diagnostic. La dufrénite a un peu l'apparence d'une chlorite ; ses propriétés optiques et pyrognostiques la font facilement reconnaître.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La dufrénite se rencontre dans deux catégories de gisements :

1° Dans les pegmatites.

2° Dans des gisements ferrifères.

1° *Dans les pegmatites.*

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Ce minéral a été découvert tout d'abord aux Huréaux en Saint-Sylvestre. Alluaud l'a décrit (*Ann. Soc. Émul.* VIII. 342. 1826) sous le nom de *sous-phosphate manganésifère*, d'après l'analyse *b* due à Vauquelin. C'est Al. Brongniart qui, dans ses *Tableaux des espèces minérales* (1833), l'a désigné sous le nom de *dufrénite*, en l'honneur de Dufrénoy.

Quelques-uns des beaux échantillons que j'ai étudiés datent de la découverte de 1826 et sont les originaux d'Alluaud. Depuis lors, le minéral a été retrouvé à la Vilate près Chanteloube, et a été signalé à Angelard, en Compreignac [1].

La dufrénite des Huréaux forme, au milieu de la pegmatite, des masses atteignant plus d'un décimètre de diamètre : elles sont constituées par des agrégats fibreux, dont les individus atteignent un centimètre ; leur couleur varie du vert foncé au vert jaune et au brun-châtain par altération. A la Vilate, comme aux Hureaux, la dufrénite est parfois associée à la triphylite, à la triplite et à l'hétérosite ; elle est recouverte par l'angelardite, l'huréaulite, la strengite et enfin par la psilomélane : ces divers minéraux sont de formation postérieure. La dufrénite paraît résulter de la décomposition de la triphylite.

Dans quelques échantillons de la Vilate, les fibres de dufrénite se terminent dans des cavités par une face plane brillante, mais je n'ai pu déterminer son orientation en l'absence de tout autre plan géométrique déterminé.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. M. Baret m'a communiqué un échantillon de quartz de la pegmatite d'Orvault, riche en mispickel, dont les fentes sont tapissées de larges rosettes de dufrénite, prises tout d'abord pour de la scorodite.

2° *Dans les gisements ferrifères.*

Bretagne. — *Morbihan*. De très beaux échantillons de dufrénite ont été trouvés en 1861 dans les cavités d'une couche de limonite, mise à jour dans une petite carrière, aujourd'hui comblée, du parc du château de Pluherlin à Rochefort-en-Terre.

La dufrénite y tapissait des géodes, à surface mamelonnée ou botroyde, lisses et brillantes (analyse *d*). Leur structure est très finement fibreuse ; le minéral est d'un vert plus sombre que celui du Limousin ; il est recouvert parfois par des sphérolites jaune d'or, qui ont été rapportés à la cacoxénite. On a vu plus haut que la dufrénite de ce gisement

1. Dans son *Traité de Minéralogie*, Dufrénoy ne cite que ce gisement, qu'il appelle Anglar (voir page 522) et, au lieu de donner l'analyse de Berthier se rapportant à ce minéral, il a reproduit celle de l'*angelardite*, que l'on trouvera page 523. Il semble donc avoir confondu ces deux minéraux pourtant bien distincts.

est caractérisée au point de vue optique par ses enroulements hélicoïdaux (fig. 1).

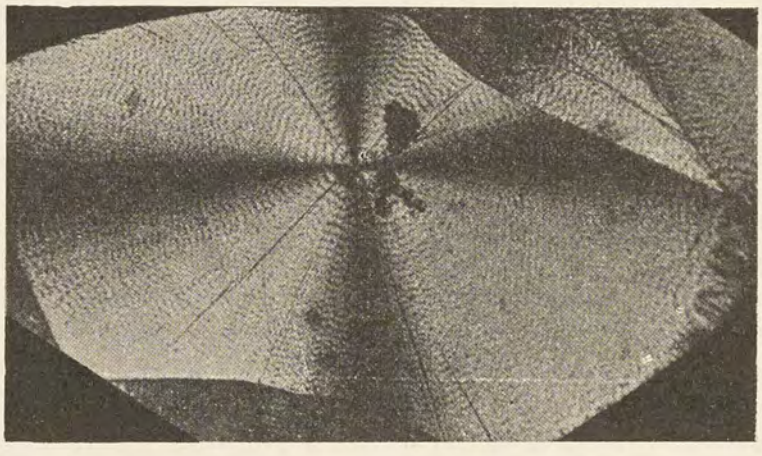


Fig. 1.
Dufrénite à structure hélicoïdale de Rochefort-en-Terre. Coupe mince d'un sphérolite.
(*Lumière polarisée parallèle.*)

Anjou. — *Maine-et-Loire.* La dufrénite forme de petits sphérolites verts dans les fentes du quartz filonien d'Avrillé, contenant du mispickel.

LAZULITE
(*KLAPROTHINE*)

$$(Mg,Fe)Al^2(OH)^2(PO^4)^2$$

Monoclinique. $mm = 91°28'$

$$b : h = 1000 : 1180{,}34 \quad D = 716{,}10 \quad d = 698{,}16$$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c :: = 0{,}97496 : 1 : 1{,}6483 \text{ (Prüfer)} \\ z\,x = 89°14' \end{array}\right]$$

Macles. Macle suivant h^1 (100), avec souvent accolement suivant un plan normal à l'axe vertical. Macles plus rares suivant $d^{3/4}$ (223).

Formes et faciès. La forme la plus habituelle des cristaux de lazulite est caractérisée par la combinaison de $d^{1/2}$ (111) et de $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

Dans les gisements étudiés plus loin, le minéral forme des masses dépourvues de formes géométriques.

Clivages. Clivages indistincts suivant *m*.

Dureté. 5 à 6.

Densité. 3,06 à 3,12 (Madagascar).

Coloration et éclat. Bleu azur à bleu de Prusse. Poussière blanche. Translucide ou opaque. Transparente en lames minces. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), faisant avec l'axe vertical un angle de 9°45′ environ, dans l'angle aigu de ph^1. Dispersion inclinée faible, $\rho < v$ dans l'air, $\rho > v$ dans l'huile.

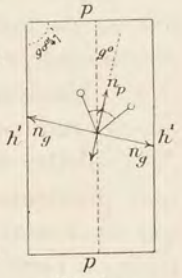


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

$\mathbf{n}_g = 1{,}639$ [M. L. et Lx. (Brésil)].
$\mathbf{n}_m = 1{,}632$
$\mathbf{n}_p = 1{,}603$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}036$ $\quad 2\,V = 69°$ environ

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est extrêmement intense dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g = \mathbf{n}_p$ = bleu-azur
$\mathbf{n}_p$ = incolore.

Inclusions. L'examen microscopique fait voir que la lazulite, et particulièrement celle de Madagascar, est souvent extrêmement riche en inclusions liquides à bulle mobile.

Composition chimique. La formule $(Mg,Fe)\,Al^2(OH)^2\,(PO^4)^2$ ou $(Mg,Fe)O\,Al^2O^3P^2O^5.H^2O$ correspond à la composition centésimale suivante, quand Mg : Fe = 2 : 1.

b) Analyse de la lazulite de Madagascar par M. Pisani (*in* Lx. *B.S. M.* XXXI. 244. 1908).

	a	*b*
P^2O^5	45,4	45,30
Al^2O^3	32,6	35,22
MgO	8,5	9,19
FeO	7,7	3,95
H^2O	5,8	5,80
	100,0	99,56

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et blanchit. Au chalumeau, blanchit, se brise sans fondre ; colore la flamme en vert bleuâtre ; l'essai, imbibé d'azotate de cobalt et chauffé, donne la coloration bleue de l'alumine. Inattaquable par les acides.

Diagnostic. Sa dureté, ses propriétés optiques (notamment son pléochroïsme) et pyrognostiques ne permettent de confondre la lazulite avec aucun des minéraux (outremer, tourmaline) de couleur analogue.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — Des échantillons de lazulite, ayant parfois plus de 7 centimètres de plus grande dimension, ont été rapportés depuis longtemps de Madagascar dans des lots de tourmaline ; leur gisement n'avait pas encore été précisé, quand M. Villiaume m'a donné une collection de minéraux (tourmalines polychromes à structure fibreuse notamment), recueillis par lui dans la région du Mont Bity : j'y ai trouvé (*Bull. Muséum.* 1899. 320) des échantillons de lazulite ne présentant que des rudiments de formes géométriques ; ils sont recouverts çà et là de paillettes de muscovite et associés à du quartz. Ces divers minéraux proviennent de filons de pegmatite. D'après un renseignement que m'a fourni récemment M. Tirlet, il semble que le gisement exact se trouve à l'ouest du Bity, aux environs du lac Anosy (N.-E. de Betafo).

Les échantillons de lazulite constituent toujours un individu cristallin unique ; ils sont très homogènes, à structure vitreuse, d'un bleu de Prusse magnifique ; la lazulite est translucide en petits éclats et offre la ressemblance la plus grande avec les échantillons trouvés au Brésil, dans les lavages diamantifères de la province de Miñas Geraes. La collection du Rév. Baron renferme un échantillon constitué par un mélange grenu de lazulite et de quartz, avec un peu de muscovite, dont les individus constituants n'ont pas plus de 2 mm. ; il est indiqué comme provenant du district de Vakinankaratra, sans indication plus précise.

J'ai décrit (*B. S.M.* XXV. 115. 1902) une roche curieuse paraissant abondante à Ambohimanjaka (E.N.E. de Betafo) ; elle est essentiellement constituée par de la lazulite et du disthène, avec un peu de quartz, de muscovite, de sphène, de tourmaline et de magnétite. Cette roche, associée à un gneiss à pyroxène, n'est pas sans analogie avec celle d'Horrsjöberg en Wermland, qui renferme en outre un minéral du groupe de la triplite (talktriplite).

Afrique équatoriale. — *Chari.* M. Courtet a trouvé (in Chevalier, *L'Afrique centrale française.* 689. 1907), la lazulite, intimement associée au disthène dans les quartzites micacés du Kaga M'Bra.

ARSÉNIOSIDÉRITE

$Ca^3Fe(AsO^4)^3.3Fe(OH)^3$

Hexagonale ou rhomboédrique.

Facies. L'arséniosidérite se présente en masses concrétionnées, fibrolamellaires ; les lames qui les constituent ont leur plan d'aplatissement compris dans la zone de fibrosité.

Clivages. Clivage suivant a^1 (0001).

Dureté. 1 à 2.

Densité. 3,52 à 3,88.

Coloration et éclat. Jaune d'or à jaune brun. Poussière jaune brun.

Transparente en lames très minces seulement.

Éclat fibreux et parfois soyeux très vif dans certains échantillons, dont l'aspect rappelle celui de l'or mussif.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$).

Pléochroïsme. En déterminant les propriétés de ce minéral (*B. S. M.* IX. 3. 1886) j'ai fait voir qu'il est pléochroïque dans les teintes suivantes [1] :

$\mathbf{n}_g$ = brun rouge
$\mathbf{n}_p$ = jaune clair

Composition chimique. La formule $Ca^3Fe(AsO^4)^3.3Fe(OH)^3 = 6\,CaO\,4Fe^2O^3\,3As^2O^5.9H^2O$ correspond à la composition donnée en *a*).

Analyses de l'arséniosidérite de Romanèche : *b*) par Dufrénoy (*A.M.* II. 343. 1842. et *C. R.* XII. 22. 1843) (abstraction faite de 4 % de silice gélatineuse).

c et *d*) par Rammelsberg (*P. A.* LXVIII. 508.1846).

e) par Church (*J. Ch. Soc.* XXVI. 102. 1873).

Ces analyses donnent toutes une quantité de fer en excès sur la formule ; ce fait peut s'expliquer par les nombreuses inclusions globuleuses d'hématite que décèle l'examen microscopique.

1. Par suite d'une erreur de transcription, qu'il est facile de rectifier par la phrase suivante, j'ai, dans cette note, interchangé les couleurs du pléochroïsme suivant $\mathbf{n}_g$ et $\mathbf{n}_p$.

	a	*b*	*c*	*d*	*e*
As^2O^5	37,8	35,69	39,16	38.74	39,86
Fe^2O^3	35,0	43,03	40,00	39,37	35,75
Mn^2O^3	»	1,35	»	»	»
CaO	18,3	10,03	12,18	12,53	15,53
MgO	»	»	»	»	0,18
K^2O	»	0,80	»	»	0,47
H^2O	8,9	9,10	8,66	9,36	7,87
	100,0	100,00	100,00	100,00	99,66

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, comme la scorodite. Les essais par voie humide mettent en outre en évidence la haute teneur en calcium.

Altérations. J'ai observé des pseudomorphoses complètes ou partielles d'arséniosidérite en gœthite et en romanéchite.

Diagnostic. L'arséniosidérite ne pourrait guère être confondue qu'avec la cacoxénite, si celle-ci se trouvait en masses aussi considérables au lieu de ne former que de minces enduits ; la constatation de la présence de la chaux permet un diagnostic immédiat.

Les variétés fibrolamellaires de jarosite ont aussi quelque analogie de facies extérieur avec certaines variétés d'arséniosidérite ; elles s'en distinguent facilement par les essais pyrognostiques, l'absence d'arsenic, la présence de l'acide sulfurique et des alcalis.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* L'arséniosidérite n'a guère été trouvée qu'à Romanèche près Mâcon, dans les filons manganésifères ; elle n'est en effet qu'une extrême rareté à Schneeberg en Saxe.

L'arséniosidérite a été découverte en 1841 par mon grand'père, Tony Lacroix, mon premier maître en minéralogie. S'étant assuré que cette substance ne se rapportait à aucune des espèces connues, il en confia l'étude à Dufrénoy, qui en fit la description et la nomma (*A. M.* II. 243. 1842. *C. R.* XVI. 22.1843). Glocker (*Gener. et Spec. Miner. Synopsis.* 1847. 226) a proposé de remplacer le nom d'arséniosidérite par celui d'*arsénocrocite*, afin d'éviter la confusion avec le terme *arséno-sidérite*, synonyme de löllingite ; mais celui-ci étant depuis longtemps abandonné, cette analogie de nom n'a pas d'inconvénient.

L'arséniosidérite a été rencontrée parfois en grande abondance dans la zone ferrugineuse des filons de romanéchite, dont il a été question

page 9; celle-ci n'étant atteinte que le moins possible par l'exploitation, il y a des périodes pendant lesquelles l'arséniosidérite ne se rencontre pas à Romanèche.

Elle forme des masses concrétionnées, fibreuses, atteignant parfois 2 à 3 cm. d'épaisseur dans une gangue d'hématite ou de gœthite et



Fig. 1.
Arséniosidérite recouverte par des cristaux de quartz. Romanèche.
(*Photographie réduite de moitié environ.*)

plus rarement de romanéchite. Cette arséniosidérite n'est pas un produit secondaire récent, elle est de formation primaire dans le filon, où on la trouve parfois alternant, avec des lits de minerais de manganèse, ou même de quartz ; elle est quelquefois englobée en fragments par du quartz, de la fluorine dans les parties remaniées des filons.

Enfin, j'ai observé des pseudomorphoses partielles ou complètes d'arséniosidérite en romanéchite et surtout en gœthite. Il n'est pas toujours facile du reste de savoir si ces minéraux résultent de la transformation de l'arséniosidérite ou s'ils se sont produits par concrétion sur elle en prenant la même structure; quoi qu'il en soit, on rencontre des croûtes d'arséniosidérite se terminant par l'un ou l'autre de ces minéraux.

COMBINAISON DE CHROMATES ET DE PHOSPHATES

VAUQUELINITE
(*LAXMANNITE* [1])

$$2(Pb,Cu)CrO^4.\ (Pb,Cu)^3(PO^4)^2$$

Monoclinique : $mm = 109°35'$

$b : h = 1000 : 1261,169 \quad D = 587,118 \quad d = 809,501$

Angle plan de $p = 71°54'20''$

— $m = 134°\ 3'47''$

$[a : b : c = : 1,37877 : 1 : 2,14807$ (Des Cloizeaux et Kokscharoff) $zx = 30°51']$

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100) ; a^1 ($\bar{1}01$), comme plan de macle.

Macles. Macle suivant a^1 ($\bar{1}01$), observée par Haidinger sur des cristaux de Pontgibaud.

1. Le nom de *vauquelinite* a été donné par Berzélius (1819) à un minéral de Bérézowsk, auquel il a attribué la formule 3 (Pb,Cu)O. 2 CrO^3. En 1867, A. E. Nordenskiöld a décrit sous le nom de *laxmannite* le phosphochromate, dont les propriétés sont données ci-contre. Des Cloizeaux et Kokscharoff ont montré (*B.S.M.* V. 53. 1882) que tous les échantillons se trouvant dans les collections sous le nom de vauquelinite renferment de l'anhydride phosphorique et sont identiques à la laxmannite de Nordenskiöld. Il est donc vraisemblable que Berzélius a laissé passer dans son analyse l'anhydride phosphorique, comme dans la plumbogummite et que, par suite, la laxmannite et la vauquelinite, dont les caractères extérieurs sont identiques, ne constituent qu'une seule et même espèce. Il me semble préférable de conserver le nom de vauquelinite, qui est le plus ancien et qui, en outre, rappelle le savant qui a découvert le chrome. Dans le cas où il existerait réellement un minéral ayant la composition admise par Berzélius, il constituerait une variété cuprifère de *phœnicochroïte*.

Les angles ci-joints ont été mesurés par ce savant sur les cristaux de ce gisement.

	Angles calculés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
*mm	109°35′	ph^1 ant.	149°13′	149°
mh^1	145° 0′	*pa^1 adj.	67° 0′	
*pm	134°35′	pp	134° 0′	134°30′

Faciès des cristaux. Les cristaux, généralement petits et peu distincts, sont le plus souvent enchevêtrés irrégulièrement ; ils constituent des masses mamelonnées, concrétionnées, parfois hérissées de pointements cristallins.

Clivages. Aucun clivage n'a été observé. Cassure inégale.

Dureté. 2,5 à 3. Fragile.

Densité. 5,8 à 6,1.

Coloration et éclat. Verte ou brune de diverses nuances. Poussière verte ou brunâtre. A peine translucide ; le plus souvent opaque ; transparente seulement en lames minces.

Éclat adamantin à résineux.

Propriétés optiques. Les trop petites dimensions des cristaux ne m'ont pas permis de déterminer les propriétés optiques de ce minéral ; il est possible seulement de constater qu'il est très biréfringent et biaxe.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net en lames minces dans les teintes d'un jaune d'or foncé et brunes.

Composition chimique. La formule $2(Pb,Cu)CrO^4.(Pb,Cu)^3(PO^4)^2$ correspond à la composition suivante. Les proportions relatives de plomb et de cuivre subissent quelques variations suivant les échantillons.

Cr^2O^3.....	15,0
P^2O^5.....	10,6
PbO.....	69,5
CuO.....	4,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, gonfle, bouillonne et fond en un globule gris foncé brillant, renfermant des grains métalliques. Avec le sel de phosphore, donne un verre transparent, vert au feu d'oxydation, qui, après avoir été chauffé au feu réducteur, devient rouge par refroidissement, surtout si l'on a ajouté de l'étain.

Soluble dans l'acide azotique, en fournissant une solution verte et un résidu jaune.

Diagnostic. L'association des réactions du cuivre, du plomb et du chrome sont très caractéristiques de ce minéral, qui ne peut guère être confondu avec aucun de ceux que l'on rencontre dans les filons métallifères.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* La vauquelinite est un minéral rare, provenant surtout de Bérésowsk (Oural) et de Congonhas do Campo, au Brésil.

Ce minéral a été aussi rencontré dans les mines de galène de Pontgibaud. Haidinger en effet a décrit (*Edingh. J. of. Sc.* VII. 213. 1827) un échantillon de plomb arséniaté mamelonné (sans doute campylite) sur barytine de ce gisement [probablement de Rosiers], qui lui avait été vendu par un marchand de Paris, nommé Roussel, et sur lequel se trouvaient de petits cristaux de vauquelinite, présentant les formes p (001), m (110), h^1 (100) et la macle suivant a^1 ($\bar{1}01$) (fig. 1). Cet échantillon, qui a fait partie de la collection Allan, est aujourd'hui dans celle du British Museum; M. Fletcher a bien voulu, à ma demande, l'examiner et m'a écrit que les cristaux de vauquelinite qui le recouvrent actuellement sont peu distincts.

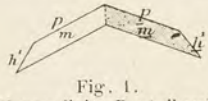


Fig. 1.
Vauquelinite, Pontgibaud. Projection sur g^1 (010) de la macle suivant a^1 ($\bar{1}01$).

Toutes les recherches, effectuées par Des Cloizeaux, par M. Gonnard et par moi-même, soit à Pontgibaud, soit dans les collections françaises parmi les minéraux de ce gisement, n'ont pu faire retrouver de nouveaux échantillons de vauquelinite. Il n'y a du reste pas de raison de mettre en doute l'authenticité de l'origine de l'échantillon étudié par Haidinger; la collection du Muséum possède en effet de très nombreux minéraux, de nature variée, procurés par Roussel vers cette époque déjà ancienne, et j'ai pu constater l'exactitude des indications fournies par ce collecteur.

La vauquelinite de Pontgibaud est le second minéral de ce gisement (l'autre est la *voltzite*), qui n'a été trouvé qu'une seule fois.

PHOSPHATES, ARSÉNIATES, ANTIMONIATES HYDRATÉS

COMPOSÉS NORMAUX

STRUVITE

$Mg(AzH^4)PO^4 + 6H^2O$

Orthorhombique, hémiédrique holoaxe : $mm = 120°57'$.

$b : h = 1000 : 793{,}60 \quad D = 870{,}12 \quad d = 492{,}87$

$[a : b : c = 0{,}56643 : 1 : 0{,}91207$ (Sadebeck)][1]

Formes observées. p (001) ; g^3 (120), g^1 (010) ; $\pm$ 1/2 a^1 [λ(101)], $\pm$ e^1 [λ (011)], $\pm$ 1/2 $e^{1/2}$ [λ(021)] ; $\pm$ 1/2 e_3 ($b^1 b^{1/3} g^1$) [λ (121)].

J'ai mesuré les angles suivants sur des cristaux de Nantes.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$g^3\ g^3$ s. g^1	97° 8′	97°10′
*pa^1	121°50′30″	121°40′
$a^1\ a^1$ s. p.	63°41′	
pg^3	90°	
pe_3 s. g^3	112°20′30″	112°10′
$e_3\ g^3$	157° 4′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
pe^1	137°38′	137°40′
$e^1\ e^1$ s. p.	95°16′	95°10′
$pe^{1/2}$	118°44′	
$e^{1/2}\ e^{1/2}$ s. p.	57°28′	
*$a^1\ e^1$	112°56′30″	

Macles. Macles suivant p (001).

Facies des cristaux. Les cristaux de struvite sont toujours hémimorphes, mais présentent des aspects variés. Le plus souvent, ils

1. J'ai adopté ici la forme de Sadebeck, dans laquelle l'hémimorphisme a lieu suivant l'axe vertical. Des Cloizeaux a pris cet axe d'hémimorphisme pour b. Voici la concordance des deux systèmes :

p (001)	= g^1(010) (Dx)	a^1 (101)	= e^1 (011) (Dx)
h^1 (100)	= p (001)	$e^{1/2}$ (021)	= m (110)
g^1 (010)	= h^1 (100)	e^1 (011)	= g^3 (120)
g^3 (120)	= a^1 (101)		

sont allongés suivant l'axe vertical (fig. 1) ; ils peuvent cependant l'être suivant l'axe a. Dans d'autres cas, ils sont très aplatis et alors tantôt suivant g^1 (010) et tantôt suivant p (001).

Clivages. Clivages, très facile suivant p (001), moins net suivant g^1 (010). Cassure conchoïdale ou inégale.

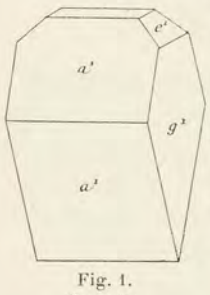


Fig. 1.
Struvite.

Dureté. 2. Fragile.

Densité. 1,65 à 1,7.

Coloration et éclat. Jaune ou brun pâle, blanche. Généralement transparente. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) perpendiculaire à g^1 (010). Dispersion notable $\rho < v$.

$2E = 46^\circ$ à 60° suivant les gisements et la température
$\mathbf{n}_m = 1{,}502$ (Na) (Dx)

Propriétés électriques. Pyroélectrique. Le pôle antilogue est constitué par l'extrémité des cristaux terminée par les faces a^1 (101) ou e^1 (011), dominantes, alors que le pôle analogue est formé par l'extrémité présentant la face p (001) la plus développée (fig. 1).

Composition chimique. La formule $Mg(AzH^4)PO^4 + 6\,H^2O$ correspond à la composition suivante.

P^2O^5	29,0
MgO	16,3
AzH^4O	10,6
H^2O	44,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau ammoniacale et devient d'un blanc opaque. Fusible au chalumeau, en colorant la flamme en vert et en donnant un globule, qui prend avec la solution de cobalt une couleur rouge (magnésie).

Peu soluble dans l'eau, soluble dans l'acide chlorhydrique.

Altérations. La struvite, exposée à l'air sec, s'effleurit rapidement en devenant blanche et opaque.

Diagnostic. L'hémimorphisme des cristaux de struvite, les réactions de l'ammoniaque et de l'anhydride phosphorique, en même temps que celles du magnésium, ne permettent de confondre ce minéral avec aucun autre.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La struvite, qui n'est autre chose que le phosphate ammoniaco-magnésien des laboratoires, a toujours dans la nature une origine

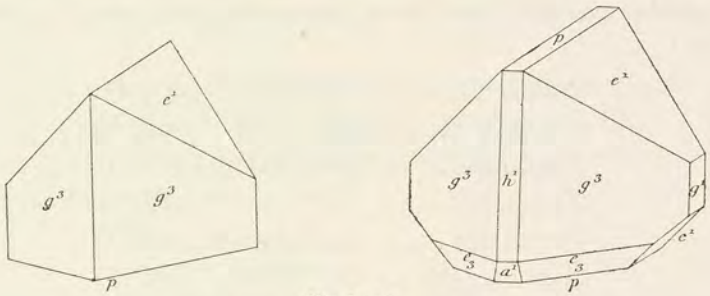


Fig. 2 et 3.
Struvite d'une fosse d'aisances de Nantes.

organique : elle se trouve dans les guanos, dans la tourbe imbibée du produit du lavage d'excréments de mammifères ; elle se forme parfois dans les fumiers et dans les fosses d'aisances.

La collection du Muséum possède un morceau de poutre extrait d'une fosse d'aisances de Paris ; cette poutre y avait séjourné pendant deux ans ; elle est couverte de cristaux de struvite atteignant 1 centimètre de plus grande dimension (type de la fig. 1) ; ils sont actuellement complètement effleuris.

M. Lecointe m'a communiqué de beaux cristaux du même minéral, trouvés dans de semblables conditions à Nantes (*Loire-Inférieure*). Ils sont remarquables par la prédominance des formes g^3 (120) et e^1 (011) qui constituent parfois à elles seules les cristaux avec une face p (fig. 2) ; dans d'autres cas, il existe en outre de petites facettes p supérieures, $\frac{1}{2}\,a^1$, $\frac{1}{2}\,e_3$ [λ (121)], h^1, g^1 (fig. 3).

Enfin M. Franchet, qui fut pendant de longues années le conservateur de la collection du marquis de Vibraye, m'a signalé que de très gros cristaux de struvite ont été recueillis par lui dans le sous-sol d'une très ancienne fosse à purin du château de Cour-Cheverny (*Loir-et-Cher*) : je n'ai pas retrouvé ces cristaux, lors de la vente de cette collection.

Gisement incertain.

Pyrénées. — M. Pisani m'a remis deux cristaux de struvite, provenant des Pyrénées, sans indication plus précise.

GROUPE DE LA VIVIANITE

Les minéraux de ce groupe sont isomorphes et présentent de remarquables analogies dans leurs propriétés physiques. Ce sont les suivants :

*	*Bobierrite*	$Mg^3(PO^4)^2+8H^2O$
*	*Hörnésite*	$Mg^3(AsO^4)^2+8H^2O$
	Vivianite	$Fe^3(PO^4)^2+8H^2O$
*	*Symplésite* . . .	$Fe^3(AsO^4)^2+8H^2O$
	Érythrite	$Co^3(AsO^4)^2+8H^2O$
	Annabergite . .	$Ni^3(AsO^4)^2+8H^2O$
*	*Cabrérite*	$(Ni, Mg, Co)^3(AsO^4)^2+8H^2O$
*	*Köttigite*	$(Zn, Co, Ni)^3(AsO^4)^2+8H^2O$

Tous ces minéraux sont monocliniques et les paramètres de ceux qui ont pu être étudiés cristallographiquement (vivianite, symplésite et érythrite) ne sont pas éloignés les uns des autres ; ils possèdent un clivage facile, micacé suivant g^1 (010). Le plan des axes optiques est dans tous normal à g^1 (010) ; $\mathbf{n}_p$ coïncide avec l'orthodiagonale.

VIVIANITE

$Fe(PO^4)^2 + 8H^2O$

Monoclinique : $mm = 108°10'$

$b : h = 1000 : 560,1415$ (Dx) $\quad D = 800,969 \quad d = 598,705$

Angle plan de $p = 106°26'44''$

— $\quad m = 98°30'\ 7''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0,74755 : 1 : 0,6994 \\ zx = 75°42' \end{array}\right]$$

1. M. de Limur a indiqué la symplésite comme existant à la Villeder (*op. cit.*, p. 33) ; ce produit étudié page 474 paraît être une variété non cristallisée de scorodite.

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100), g^1 (010) ; o^9 (109), o^2 (102), o^1 (101), $o^{1/4}$ (401), $a^{1/4}$ ($\bar{4}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $a^{4/7}$ ($\bar{7}04$), a^1 ($\bar{1}01$) ; $e^{3/2}$ (023), e^1 (011) ; d^1 (112), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), b^1 ($\bar{1}12$) ; $x = (d^{1/5}\, d^{1/11}\, h^{1/6})$ (836), $z = (b^{1/5}\, b^{1/11}\, h^{1/3})$ ($\bar{8}33$) ; $y = (d^1\, b^{1/4}\, g^{1/7})$ (3.5.14).

Les angles suivants ont été mesurés par Des Cloizeaux sur les cristaux de Cransac et de Commentry, ou par vom Rath (R) sur ceux de Commentry : c'est de ces mesures que Des Cloizeaux a déduit les paramètres adoptés ici.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
* $m\,m$	108°10′	108°10′ moy.
$m\,h^1$	144° 5′	144°17′ moy.
$m\,g^1$	125°55′	125°58′ à 59′
$h^1\,g^1$	90°	
$p\,o^9$	173°23′	
$o^9\,h^1$	109°54′	109°10′ à 110°
$p\,o^2$	157°53′	
$o^2\,h^1$	126°25′	125° à 126°
$p\,o^1$	143°38′	
* $o^1\,h^1$	140°40′	140°40′
$p\,o^{1/4}$	117°57′	
$o^{1/4}\,h^1$	166°21′	
$p\,h^1$ ant.	104°18′	104° env.
$p\,a^1$	130°18′	129°30′ à 40′
* $a^1\,h^1$	125°24′	125°24′
$p\,a^{4/7}$	110°35′	
$a^{4/7}\,h^1$	145°7′	145°28′
$p\,a^{1/2}$	106°31′	
$a^{1/2}\,h^1$	149°11′	
$p\,a^{1/4}$	91°12′	
$a^{1/4}\,h^1$	164°30′	
$o^9\,a^1$ s. p	124°42′	126° env.
$o^1\,a^1$ s. p	93°56′	93°48′
$a^1\,a^{4/7}$	160°17′	159°37′ env.
$p\,e^{3/2}$	155°42′	156°40′
$e^{3/2}\,g^1$	114°18′	113°20′
$p\,e^1$	145°53′	
$e^1\,g^1$	124° 7′	
$p\,g^1$	90°	
$p\,d^1$	153° 6′	153°20′
$d^1\,m$	128°26′	128°10′ à 30′
$p\,d^{1/2}$	137°24′	
$d^{1/2}\,m$	144° 8′	144° à 144°10′
$d^1\,d^{1/2}$	164°18′	164° 5′
$p\,m$ ant.	101°32′	101°40′ à 102°20′
$p\,b^1$	147°23′	147°24′
$b^1\,m$	111° 5′	110°55′ à 111°20′
$p\,b^{1/2}$	124°11′	123°13′ à 124°12′
$b^{1/2}\,m$	134°16′	134° 1′
$b^1\,b^{1/2}$	156°48′	156°50′ moy.
$d^1\,b^{1/2}$ s. p	97°17′	97°40 à 45′
$d^1\,b^1$ s. p	120°29′	120°26′
$d^1\,b^{1/2}$ s. m	82°43′	82°40′
$d^{1/2}\,b^{1/2}$ s. p	81°36′	81°55′ à 57′
$p\,m$ post.	78°28′	77° env.
$p\,x$ adj.	136°11′	
$p\,z$ —	98°42′	
$p\,y$ adj.	163°31′	163 à 163°40′
$d^{1/2}\,h^1$ ant.	135° 0′	134°55′
$e^1\,h^1$ ant.	101°48′	
$b^{1/2}\,h^1$ ant.	59°47′	59°49′
$d^{1/2}\,b^{1/2}$ s. e^1	104°47′	104°48′
$d^{1/2}\,h^1$ post.	45° 0′	45° 5′
$b^{1/2}\,z$	147°58′	147°35′ à 148°49′
$b^{1/2}\,h^1$ post.	120°13′	120°12′ moy.
$z\,h^1$ post.	152°15′	152° 3′ moy.
$d^1\,h^1$ ant.	124°51′	125° 2′ moy.
$x\,h^1$	145°31′	
$b^1\,h^1$ post.	102° 8′	101°59′ moy.
$x\,d^1$	159°20′	
$d^1\,b^1$ adj.	133° 1′	133° 9′
$d^1\,e^2$	158°41′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$g^1 d^{1/2}$	113°54′	113°43′ moy.
$g^1 o^1$	90°	
$d^{1/2} o^1$	156° 6′	156°29′ moy.
$d^{1/2} d^{1/2}$ s. o^1	132°12′	
$g^1 d^1$	105°43′	105°40′ moy.
$g^1 o^2$	90°	
$d^1 o^2$	164°17′	
$d^1 d^1$ s. o^2	148°34′	148°46′ moy.
$g^1 b^1$	108°50′	108°35′ moy.
$b^1 b^1$ adj.	142°20′	142°43′ à 47′
$g^1 b^{1/2}$	119°41′	119°32′ à 44′
$g^1 a^1$	90°	
$b^{1/2} a^1$	150°19′	150°20′ à 26′
$b^{1/2} b^{1/2}$ s. a^1	120°38′	120°44′
$g^1 z$	105°28′	105°38′
zz adj.	149° 4′	150°12′
$o^1 m$ adj.	128°47′	128°43′
$o^1 d^1$	158°54′	158°48′
$o^1 e^1$	131°48′	
$d^1 m$ post.	72°19′	72°13′ à 37′
$e^{3/2} m$ adj.	115° 4′	
$e^1 m$ ant.	119°39′	
$b^1 m$	91° 5′	91°20′ à 25′
$a^1 m$	62° 1′	62°47′
$a^1 b^1$	150°56′	151°10′ à 150°52′
$a^1 m$ adj.	117°59′	118°15′
$o^{1/4} m$ adj.	141°54′	
$a^{4/7} m$ adj.	131°38′	132°
$a^{1/4} m$ adj.	141°18′	140°20′ à 141°
zm adj.	150°50′	150°58′
$d^1 e^{3/2}$	157°33′	
$d^1 b^{1/2}$ s. e^3	113°21′	113°55′ à 114°15′
$e^{3/2} b^{1/2}$	135°48′	134°28′ à 135°22′
py	163°31′	163°40′ à 164°20′
$g^1 y$	102°47′	102°25′ à 103°
yy adj.	154°26′	155° env.
$g^1 y$ s. y	77°13′	77°40′ à 45′
yd^1 adj.	168°22′	169° à 169°45′
yd^1 opp.	147°35′	149°33′
ya^1 adj.	119° 0′	117°48′
$yb^{1/2}$ adj.	122° 3′	120°55′ à 121°
$yb^{1/2}$	108° 9′	107°20′
$y m$ adj.	117°26′	
px	136°11′	
$h^1 x$	145°31′	143° env.
xd^1	159°20′	159°20′ à 160°

Les cristaux sont souvent très allongés suivant l'axe vertical, parfois aplatis suivant h^1 (100) : les faces prismatiques sont striées parallèlement à l'axe vertical.

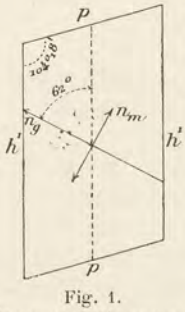


Fig. 1.
Face g^1 (010) perpendiculaire à la bissectrice obtuse $\mathbf{n}_p$.

Les cristaux sont souvent groupés en masses réniformes ou globulaires à structure fibrolamellaire divergeant d'un centre.

Le minéral se trouve aussi en masses terreuses (*fer azuré*).

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait donnant des lames très flexibles. Traces de clivage suivant h^1 (100). Cassure fibreuse dans une zone presque perpendiculaire à l'axe vertical.

Dureté. 1, 5 à 2. Sectile.

Densité. 2,58 à 2,68. 2,685 (Cransac). 2,69 (Le Pouldu).

Coloration et éclat. Très rarement incolore, plus souvent bleue, verte, devenant de plus en plus foncée par exposition à l'air. Transparente.

Éclat nacré et un peu métallique sur le clivage g^1 (010), vitreux sur les autres faces. Aspect terreux pour quelques variétés.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010). La bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) fait (Dx) un angle de 61°28′ avec h^1 (100), dans l'angle obtus de ph^1 (rayons jaunes). Faible dispersion horizontale, avec $\rho < v$. Les indices mesurés sont pour la lumière du sodium ; ils doivent être influencés par la teneur en Fe^2O^3.

	Cransac (Gaubert).	Cornwall (Rosicky).
$\mathbf{n}_g$ =	1,6267	1,6360
$\mathbf{n}_m$ =	1,5930	1,6012
$\mathbf{n}_p$ =	1,5768	1,5818
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p$ =	0,0499	0,0542
2V =	73°10′	79°50′

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense.

$\mathbf{n}_g$ } jaune verdâtre ou incolore.
$\mathbf{n}_m$ }
$\mathbf{n}_p$ = bleu indigo.

Les sections taillées perpendiculairement à un axe optique montrent le phénomène des houppes.

Composition chimique. La formule $Fe^3(PO^4)^2 + 8H^2O$ correspond à la composition centésimale *a*) ; une petite quantité de protoxyde de fer est généralement transformée en sesquioxyde dans les vivianites très bleues.

b) Analyse de la vivianite terreuse d'Alleyras par Berthier (*J. M.* XXVIII. 73.1810).

	a	*b*
P^2O^5.....	28,3	23,10
FeO.....	43,0	43,00
MnO.....	»	0,60
H^2O.....	28,7	32,40
$Al^2O^3 + SiO^2$	»	0,60
	100,0	99,70

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau, s'exfolie, blanchit, puis devient jaune en prenant un reflet métallique. Au chalumeau, fond facilement en colorant la flamme en bleuâtre et en donnant un globule noir magnétique. Avec les flux, donne les réactions du fer. Facilement soluble dans l'acide chlorhydrique.

Altérations. Par oxydation, la vivianite devient de plus en plus bleue, puis brune, enfin, elle se transforme en une matière jaune pouvant rester transparente ; je décrirai page 537, sous le nom d'*égueïite*, le terme ultime de cette transformation, accompagnée de déshydratation.

Diagnostic. La coloration bleue et les propriétés optiques sont caractéristiques des variétés terreuses de vivianite. Quand le minéral est cristallisé, sa forme, la flexibilité de ses cristaux bleus ne permettent de le confondre avec aucune autre espèce.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

De beaux cristaux de vivianite se trouvent en Cornwall et dans d'autres régions au milieu de filons métallifères ; ce genre de gisement n'est pas réalisé en France où ce minéral a été constaté :

1° dans les produits des houillères embrasées ;

2° dans les fentes de roches diverses ;

3° dans des argiles ou roches sédimentaires variées.

Dans tous ces gisements, la vivianite est un minéral secondaire [1].

1° *Dans les produits des houillères embrasées.*

Plateau Central. — *Allier* et *Aveyron.* Les plus beaux cristaux

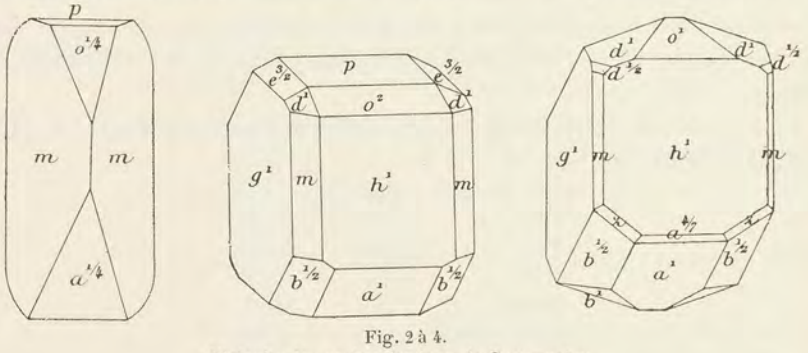


Fig. 2 à 4.
Vivianite des roches fondues de Commentry.

de vivianite que j'ai vus proviennent de Commentry [2] (*Allier*), de Cransac et de Lavaysse en Aubin (*Aveyron*) ; ils se trouvent dans les

1. Voir page 522 à *anglarite* pour un minéral des pegmatites, jusqu'ici confondu avec la vivianite.

2. Les anciens auteurs désignaient ce gisement sous le nom de la Bouiche près Néris.

vacuoles des roches feldspathiques souvent riches en cordiérite (voir t. I, p. 531), produites par la fusion des couches houillères sous l'influence des incendies souterrains.

Dans tous ces gisements, la vivianite résulte de l'oxydation de la rhabdite, consécutive à la réduction des nodules de sidérite phosphoreuse, contenus originellement dans les sédiments (voir tome II, p. 462). Sa cristallisation est donc un phénomène postérieur à la production de ces roches fondues, qui ont généralement subi une altération assez profonde, rendant difficile la conservation de ces beaux échantillons.

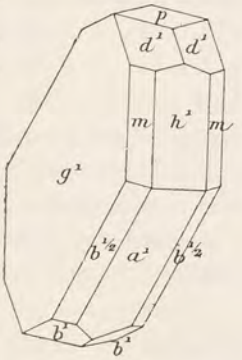
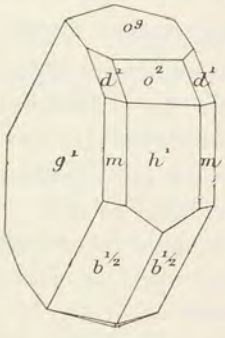


Fig. 5.
Vivianite de Cransac.

Les cristaux de vivianite de ces divers gisements ont été observés pour la première fois par Coq (*J. M.* XIX. 410. 1806), et depuis lors ils ont été cités par de nombreux auteurs et notamment par Lévy et par Dufrénoy. Des Cloizeaux les a étudiés (*Mém. Sav. étrang.*, XVIII, 184. 1867 et *op. cit.* II. 495), et vom Rath a donné quelques angles dans sa Monographie de la vivianite du Cornwall (*P. A.* CXXXVI. 405. 1869). J'ai eu moi-même l'oc-



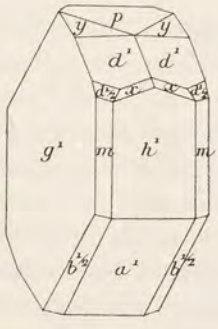


Fig. 6 et 7.
Vivianite des roches fondues de Cransac.

casion d'en étudier de nombreux cristaux, quand mon savant maître a bien voulu m'associer à la rédaction du dernier fascicule de son Manuel de Minéralogie.

Les cristaux de tous ces gisements présentent les mêmes caractères ; ils sont peu ou pas allongés suivant l'axe vertical ou suivant une arête $g^1 b^{1/2}$, parfois un peu aplatis soit suivant h^1 (fig. 3 et 4), soit suivant g^1 (fig. 5 à 7). Ils sont disséminés en plus ou moins grand nombre dans les

cavités bulleuses de la roche; ils peuvent atteindre un centimètre. Leur couleur est le bleu foncé; leurs faces sont très éclatantes, mais parfois un peu arrondies.

Bien que l'aspect général soit le même, quelques formes sont spéciales à un gisement particulier; tels par exemple o^1 (101), $o^{1/4}$ (401), $a^{1/4}$ ($\bar{4}01$), $a^{1/7}$ ($\bar{7}04$), z ($\bar{8}33$) pour Commentry, o^9 (109), o^2 (102), y (3.5.14) et x (836) pour Cransac. Toutes les faces énumérées plus haut ont été observées dans ces divers gisements; les figures 2 à 6 représentent les principales d'entre elles.

Voici les combinaisons citées par Des Cloizeaux et auxquelles je n'ai rien à ajouter :

Commentry : $mh^1\,o^{1/4}a^{1/4}$; $mpo^{1/4}a^{1/4}$; $mh^1g^1\,o^1a^1d^1d^{1/2}b^1b^{1/2}a^{1/7}\,z$; $mh^1pa^1b^{1/2}$; $ma^{1/4}po^{1/2}$.

Cransac : $mh^1\,g^1o^9a^1\,b^{1/2}$; $mh^1\,g^1\,o^9\,o^2\,d^1\,b^1\,b^{1/2}$; $mh^1g^1\,p\,a^1\,d^1\,b^{1/2}$; $mh^1\,g^1p\,a^1\,d^1b^1\,b^{1/2}$; $mh^1g^1\,p\,a^1d^1\,d^{1/2}b^{1/2}\,y\,x$.

Lavaysse en Aubin : $m\,h^1g^1\,a^1\,d^1\,d^{1/2}b^1\,b^{1/2}$.

Les combinaisons suivantes proviennent de l'un ou de l'autre de ces gisements : $mh^1\,g^1\,p\,a^1\,b^{1/2}$; $mh^1g^1\,p\,o^2\,a^1e^{3/2}\,d^1\,b^{1/2}$ (Commentry ?); $mh^1\,g^1\,d^1\,b^1\,b^{1/2}$ (Cransac ?).

2° *Dans les roches sédimentaires.*

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* J'ai décrit (*B.S.M.* XVIII. 39. 1894) de beaux cristaux de vivianite dans les diaclases des phyllades ardoisiers du Poulden en Caurel. Ces diaclases sont tapissées de très petits cristaux de sidérite, sur lesquels sont implantés ceux de vivianite ; ils sont d'un beau bleu, transparents et peuvent atteindre plusieurs centimètres suivant l'axe vertical. Ils sont aplatis suivant g^1 (010) et donnent de belles lames de clivage; leurs angles sont malheureusement arrondis et leurs arêtes courbes; les mesures précises sont donc impossibles ; j'y ai toutefois noté les formes m (110), h^1 (100), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), a^1 ($\bar{1}01$). Il semble que ce soit ce même gisement ou un gisement très voisin que M. Bézier a signalé plus récemment (*Bull. Soc. sc. nat. et méd. Ouest.* II. 139. 1895), en indiquant comme localité Mur, sur les bords du Blavet.

3° *Dans des argiles et des roches sédimentaires variées.*

La vivianite se rencontre dans les formations sédimentaires les plus variées, mais particulièrement dans les argiles récentes et dans les

tourbières. Elle s'y produit par la réaction de phosphates solubles sur les sels de fer qui les accompagnent, ou des sels solubles de fer sur des phosphates, tels que ceux d'ossements.

Cette vivianite forme quelquefois des cristaux distincts, tapissant les cavités d'ossements de mammifères ou de coquilles, mais le plus souvent on l'observe sous la forme terreuse d'un beau bleu : c'est le *fer azuré* des anciens minéralogistes.

Dans beaucoup de gisements, le minéral au moment de sa découverte est blanc ou jaunâtre et ne bleuit que par exposition à l'air. Cette vivianite terreuse, qui généralement se résout au microscope en petites lamelles, épigénise ou imprègne fréquemment des ossements fossiles, des graines, des racines ou des tiges de végétaux. Je rappellerai que c'est le phosphate ferreux, mais non individualisé, qui colore en bleu *l'odontolite* étudiée plus loin.

Les gisements que l'on pourrait citer sont extrêmement nombreux, en voici quelques-uns comme exemple :

Normandie. — *Calvados*. Trouville.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Dans les dents de divers mammifères à Vaugré près Dinan.

Ille-et-Vilaine. A l'intérieur de dents de bœuf, de cheval et de divers os creux des alluvions de la Vilaine (Béziers, *Bull. soc. médic. Ouest*. IV. 1895), à Rennes, Redon, etc.

Loire-Inférieure. La vivianite est fréquente dans ce département ; M. Baret a cité quelques gisements (*op. cit.* 87. 1898) et m'a communiqué des échantillons provenant de plusieurs autres. Couëron, dans des prairies marécageuses, recouvrant du bois, des glands, des fruits. Nombreux gisements à Nantes même (fondations de l'Hôtel-Dieu) ou dans ses environs : dragages de la Loire (dans dents de cheval et de bœuf), rive droite de la Sèvre près de Gorge ; Blain (petites rosettes sur os de mammifères et sur poteries gallo-romaines), etc.

Maine et Anjou. — *Maine-et-Loire*. Dans le sénonien de la forêt de Fontevrault : sur des débris organiques du lit de la Maine à Angers ; dans les argiles de Savennières.

Sarthe. Environs du Mans.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. J'ai décrit (*B.S.M.* XIV, 325. 1891) des épigénies de dents d'*Elephas* sp. des graviers (pliocènes ou quaternaires) d'Arraunts près Ustaritz, aux environs de Bayonne. Les lames d'ivoire sont intactes, leurs intervalles sont remplis par de la vivianite pulvérulente d'un bleu pâle ; par places, la surface de l'ivoire est recouverte d'un enduit cristallin du même minéral.

M. Vasseur m'a signalé la vivianite pulvérulente dans les argiles (pliocènes ?) d'une tuilerie, située à peu près à égale distance de Bayonne et de Tarnos.

Hautes-Pyrénées. Chemin de Paloumières près Bagnères-de-Bigorre.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Alleyras [nodules bleu pâle et terreux à l'extérieur, formés intérieurement par l'enchevêtrement de petits cristaux lamelleux (analyse *b*)] ; Viaye.

Haute-Vienne. Dans les déblais des anciens fossés de Saint-Yrieix (épigénie de végétaux).

Puy-de-Dôme. Dans la randannite impure de Saint-Saturnin, en épigénies de tiges de végétaux, (variétés bleue et jaune) ; dans des terres marécageuses de Malintrat et de Sarlière près Clermont.

Cantal. Dans la vallée de Vigent près Mauriac.

Allier. Dans les argiles des environs de Commentry.

Saône-et-Loire. M. Lafay m'a communiqué des dents de cheval trouvées à Mâcon lors de la construction des égouts ; elles sont couvertes de petits cristaux peu distincts de vivianite.

Champagne. — *Aube*. Dans la terre végétale recouverte de fumier et à la surface d'un fer à cheval à Gérodot ; dans une couche de tourbe aux environs de Troyes.

Oise. Dans l'argile de Goincourt.

Vosges. — *Haute-Saône*. Sage a décrit (*Mém. Ac. Sc. 2e série*, 1806. 99) des cristaux nets de vivianite trouvés dans une vieille canalisation (romaine ?) à Luxeuil ; ils recouvraient de la tourbe et des ossements.

Meurthe-et-Moselle. De petits cristaux de vivianite ont été trouvés par M. Nicklès à l'intérieur d'ossements humains, colorés en vert bleuâtre, du cimetière d'Eumont (Eulmont). (*C. R.* XLI. 1169. 1855).

Haute-Saône. Chambois.

Ain. Des ossements devenus fragiles et transformés en vivianite pulvérulente, ainsi que des végétaux imprégnés du même minéral, ont été signalés dans des prairies marécageuses sur le bord du ruis-

seau de Cons (affluent de la Reissouze), dans la forêt de Seillon, à la porte de Bourg-en-Bresse. Dans le voisinage, des coquilles bivalves étaient colorées en bleu (Riboud. J. P. XXXIII. 423. 1788).

Madagascar. — La vivianite en rognons cristallins fibreux, contenant parfois des géodes de cristaux distincts, paraît assez fréquente dans les marais du massif d'Ankaratra. J'en ai vu notamment des échantillons recueillis à 80 km. au Sud de Tananarive, et d'autres à Kelilalana.

Tonkin. — M. Dupouy a signalé (*Minéraux et Minerais du Tonkin*, 1909.99), de petites masses terreuses de vivianite, trouvées avec débris organiques dans une argile des fondations du pont Doumer à Hanoï, sur le Fleuve Rouge.

Dans les sources thermales.

Champagne. — *Haute-Marne*. M. Daubrée a observé des enduits de vivianite à la surface d'objets de fer provenant des thermes de Bourbonne-les-Bains.

Gisements inexactement signalés.

La vivianite a été signalée par quelques auteurs dans certaines roches volcaniques d'Auvergne, et particulièrement dans des roches basaltiques. Les enduits bleuâtres auxquels il est fait allusion ne contiennent pas d'anhydride phosphorique ; ils sont souvent constitués par une très mince couche d'opale.

ÉRYTHRITE

$Co^3(AsO^4)^2 + 8\ H^2O$

Monoclinique. $mm = 105°5'$

$b : h = 1000 : 576{,}29$ $\quad D = 783{,}39$ $\quad d = 621{,}70$

Angle plan de $p = 103°\ 3'$

— $\quad m = 99°21'$

$[a : b : c := 0{,}7937 : 1 : 0{,}7356$. (Groth)[1]]

$zx = 74°51'$.

1. La forme adoptée ici met en évidence l'isomorphisme de l'érythrite et de la vivianite. Des Cloizeaux a pris une forme différente dont voici la concordance :

	(Dx)		(Dx)
a^1 $(\bar{1}01) = p$	(001)	g^7 $(340) = m$	(110)
h^1 $(100) = h^1$	(100)	g^4 $(010) = g^4$	(010)

Facies. L'érythrite est très rare en cristaux distincts, ceux-ci présentent les formes m (110), g^1 (010), a^1 ($\bar{1}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Dans les gisements français, elle se trouve uniquement en lames, groupées en forme de globules ou de sphérolites d'étoiles ; plus souvent même elle est pulvérulente (*rhodoïse* de Huot) ou constitue des enduits sans apparence cristalline.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait, fournissant des lames flexibles dans une direction perpendiculaire à g^1 et presque perpendiculaire à l'axe vertical. Traces suivant h^1 (100) et a^1 ($\bar{1}01$).

Dureté. 1,5 à 2,5 avec maximum suivant g^1. Sectile.

Densité. 2,948.

Coloration et éclat. Rouge cramoisi, à rouge-fleur de pêcher. Poussière rose pâle dans les variétés terreuses. La poussière est de même couleur que le minéral, mais plus pâle.

Éclat nacré sur le clivage g^1 (010), éclat vitreux et adamantin dans les autres directions. Souvent aspect terreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) perpendiculaires à g^1 (010). Dispersion tournante faible avec $\rho > v$.

$\mathbf{n}_g = 1{,}6986$ (Na) (Gaubert)
$\mathbf{n}_m = 1{,}6619$
$\mathbf{n}_p = 1{,}6263$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0723$, d'où $2V = 89°2'$
$2H = 102°1'$ à $104°31'$ jaune (Dx).

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense dans les teintes rouges, avec minimum d'absorption suivant $\mathbf{n}_m$.

Les sections taillées perpendiculairement à un axe optique montrent le phénomène des houppes.

Composition chimique. La formule $Co^3(AsO^4)^2 + H^2O$ correspond à la composition centésimale *a*).

b) Analyse de l'érythrite des Chalanches par Laugier.

	a	*b*
As^2O^5	38,4	40,0
CoO	37,5	20,5
NiO	»	9,2
FeO	»	5,5
H^2O	24,1	24,5
	100,0	99,7

Une partie du cobalt peut être remplacée par du nickel, du fer, du calcium. L'érythrite des Chalanches est exceptionnellement riche en nickel ; l'annabergite existant dans le même gisement, il est possible que le nickel s'y trouve à l'état d'impureté et non à celui de mélange isomorphe.

Les variétés terreuses (rhodoïse) sont souvent mélangées d'argent.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et devient bleue. A haute température, l'arsenic se sublime sous forme d'acide arsénieux et le résidu devient noir. Au chalumeau, fond facilement en une masse grise, et colore la flamme en bleuâtre. Sur le charbon, fond en dégageant une odeur arsenicale.

Soluble dans l'acide chlorhydrique en une solution rose.

Diagnostic. La coloration rose et les propriétés optiques des lames de clivage sont caractéristiques de l'érythrite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'érythrite est le produit habituel de l'altération des arséniures et des sulfoarséniures de cobalt ; elle se trouve plus souvent sous forme d'enduits terreux que de lames cristallines distinctes.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* Des enduits d'érythrite ont été signalés dans le filon de blende de Châtelaudren (voir tome II, p. 630).

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* Les échantillons de smaltite de la mine de Juzet près Montauban-de-Luchon sont recouverts d'un enduit rose d'érythrite terreuse.

[*Aragon*]. L'érythrite se trouve en abondance à la surface de la smaltite et de la cobaltite des mines de Gistain. J'ai étudié un joli échantillon recueilli en 1840 dans la mine Christine, à Saint-Jean ; les lamelles, qui constituent des rosettes, ont des formes nettes.

Vosges. — [*Alsace*]. L'érythrite était fréquente aux affleurements des filons cobaltifères de Sainte-Marie-aux-Mines.

Alpes. — *Isère.* Les mines des Chalanches ont fourni en très grande abondance de l'érythrite, constituant le plus souvent des masses terreuses d'un rose pâle ; leur gangue la plus habituelle est l'asbolite argentifère, qui en est souvent imprégnée. Le minéral est parfois aussi mélangé d'annabergite.

En brisant des blocs de ces minéraux, faisant partie de la collection du Muséum, j'ai trouvé de petites lames d'érythrite d'un rouge foncé, permettant de déterminer les propriétés optiques de ce minéral. On trouve aussi de l'érythrite en enduit à la surface de la smaltite.

ANNABERGITE

$Ni^3(AsO^4)^2+8H^2O$.

Monoclinique.

Clivage. Clivage parfait suivant g^1 (010).

Facies. L'annabergite se rencontre exclusivement sous forme de petites lames, de petites aiguilles ou de masses caverneuses ou terreuses, mais dont la cristallinité apparaît souvent au microscope.

Dureté. 2 à 2,5. Cassure inégale ou terreuse.

Densité. 3,08 à 3,13 (Les Chalanches).

Coloration et éclat. Vert-pomme. Transparente en lames minces seulement.

Parfois, même éclat que l'érythrite, mais plus souvent aspect terreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) perpendiculaires à g^1 (010).

2 H = 104° à 107° (Lx.) jaune.
$\mathbf{n}_g = 1{,}68$ $\mathbf{n}_p = 1{,}65$ environ (Schröder van der Kolk).

Pléochroïsme. Pléochroïsme très faible, dans les teintes vertes.

Composition chimique. La formule $Ni^3(AsO^4)^2+8\ H^2O$ correspond à la composition *a*). Une petite quantité du nickel peut être remplacée par du cobalt, par du calcium.

b) Analyse de l'annabergite des Chalanches par Berthier (*A. M.* IV. 473. 1819).

	a	*b*
As^2O^5	38,5	36,8
NiO	37,4	36,2
CoO	»	2,5
H^2O	24,1	24,5
	100,0	100,0

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube et noircit. Au chalumeau, dégage une odeur arsenicale et donne un bouton métallique, qui produit avec le borax une perle d'abord bleue, puis violette à brun

rouge (Ni) : elle devient grise au feu réducteur. Soluble dans les acides et dans l'ammoniaque.

Diagnostic. La coloration et les propriétés pyrognostiques sont caractéristiques de l'annabergite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'annabergite est un produit d'altération des arséniures et des sulfoarséniures de nickel qu'elle accompagne fréquemment, ainsi que l'érythrite.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* Des enduits verts d'annabergite, mélangés d'érythrite, ont été signalés à Châtelaudren (tome II, page 633) ; je n'ai pas vu d'échantillons provenant de ce gisement.

Pyrénées.— *Basses-Pyrénées.* J'ai recueilli des enduits d'annabergite à la mine d'Ar près des Eaux-Bonnes ; elle recouvre soit l'arite, soit la calcite qui sert de gangue à celle-ci.

[*Aragon*]. L'annabergite est fréquente en enduits verts sur les minéraux nickelifères de la vallée de Gistain.

Alpes. — *Isère.* La mine des Chalanches a fourni en assez grande abondance des enduits vert-pomme d'annabergite (analyse *b*). Ils recouvrent la nickélite et la chloanthite et quelquefois sont mélangés à l'érythrite et à l'asbolite dans ce minerai très argentifère si caractéristique de ce gisement. La structure cristalline de cette annabergite apparaît généralement assez nette, quand on examine au microscope le minéral préalablement pulvérisé.

Gueymard a signalé l'annabergite (*B. S. G.* XII. 515. 1855) dans un filon de blende et de calcite traversant le lias de la Salle en Beaumont (rive gauche du ruisseau de la Salle, à 25 mètres de l'église) et dans un filon de calcite ferrifère (avec or natif) du château de Lamotheles-Bains.

Hautes-Alpes. Je dois à M. Thénaud la connaissance de l'annabergite du chapeau d'oxydation d'un filon des environs de Bréziers ; on y a rencontré ce minéral en masses terreuses d'un vert pâle, de plus d'un décimètre de diamètre. Dans le voisinage, se trouvent des filons de blende, de bournonite à gangue calcaire. Il est probable que des recherches poursuivies en ce point mettraient au jour un intéressant gisement nickelifère.

Algérie. — *Alger.* J'ai observé l'annabergite en enduits à la surface de la panabase de la mine de Mouzaïa, renfermant de petits cristaux de gersdorffite ; c'est ce minéral qui a fourni le nickel nécessaire à la production de l'annabergite.

MINERVITE

$$x\,(AlPO^4).\ y\,(K,Na,AzH^4,H)^3PO^4 + z\,H^2O$$

Facies. A l'état sec, la minervite constitue des masses friables assez légères, happant à la langue et ressemblant à du kaolin.

Densité. La densité est voisine de 2.

Coloration et éclat. Blanc de lait, un peu jaunâtre quand le minéral est impur. Aspect terreux.

Propriétés optiques. M. Armand Gautier a signalé une structure cryptocristalline; le plus souvent, le minéral se présente sous forme d'une poussière amorphe.

Composition chimique. M. Armand Gautier, qui a découvert ce minéral (*A. M.* V. 29. 1894), l'a considéré comme un phosphate d'aluminium hydraté répondant à la composition $AlPO^4+3{,}5H^2O$; les analyses récentes de M. Ad. Carnot, *a*) et *b*), montrent que la composition est plus complexe. Les analyses du minéral pur rentrent assez bien dans la formule $x\,(AlPO^4).\ y\,(K,Na,AzH^4,H)^3\,PO^4+ z\,H^2O$.

Les proportions relatives des divers alcalis et de l'eau basique varient suivant les localités.

Analyses de la minervite *a*) de la Réunion, par M. Pisani ;
b) de la Grotte de Minerve par M. Ad. Carnot (*A. M.* VIII. 319. 1895) ;
c) de Misserghin (*id.* 314).

	a	*b*	*c*
P^2O^5	42,70	37,28	35,17
Al^2O^3	21,00	18,59	18,18
Fe^2O^3	2,90	0,83	»
K^2O	1,20	8,28	5,80
$(AzH^4)^2O$	3,47	0,52	0,48
CaO	»	1,40	0,31
MgO	»	0,33	tr.
H^2O (jusqu'à 180°)	29,80	23,70	23,95
H^2O (au rouge)	»	4,50	4,35
sable et argile	»	4,35	11,60
	101,07	99,78	99,84

Traces de fluor, de chlore, d'acide sulfurique dans les analyses *b* et *c*.

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau. Soluble dans les acides étendus, dans le citrate d'ammoniaque, dans la potasse caustique (avec dégagement d'un peu d'ammoniaque). Par digestion dans l'eau, le minéral laisse dissoudre une quantité notable de phosphates.

Diagnostic. La solubilité dans le citrate d'ammoniaque permet de distinguer la minervite de tous les minéraux présentant la même structure. Les réactions microchimiques de l'aluminium et du potassium constituent le caractère différentiel de la brushite qui l'accompagne souvent.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Cévennes. — *Hérault.* M. Armand Gautier a dénommé ce minéral et en a donné la première description (*op. cit.*), après l'avoir découvert dans la grotte de Minerve en Fauzan, où il forme un lit de 0 m. 50 à 0 m. 80 d'épaisseur, à 3 m. 50 de la surface du niveau de la grotte. Au moment de sa mise au jour, la minervite est plastique, s'écoule lentement en s'épaississant. Exposée à l'air, elle se transforme en une matière concrétionnée friable et légère, happant à la langue et ressemblant à du kaolin. M. Ad. Carnot en a donné l'analyse *b*, qui fixe sa nature. Son mode de formation est le même que celui de la brushite exposé page 493.

Les phosphates concrétionnés, qui s'observent dans ce gisement sur une épaisseur de près de 9 mètres, sont essentiellement constitués par un mélange de phosphate tribasique et d'un phosphate alumineux mal individualisé, facile à séparer par l'action d'une lessive de potasse.

Algérie. — *Oran.* Un autre gisement de minervite a été trouvé par M. Pallary dans la grotte de la Tour Combes en Misserghin (analyse *c*). Le minéral est moins blanc que celui de Minerve, il forme dans une terre d'un brun rougeâtre des masses rarement plus grosses que le poing ; elles sont spongieuses, arrondies, légères. La matière pure est blanche et farineuse : elle est parfois teintée en jaune, en rouge ou en noir par de l'oxyde de fer contenant du manganèse et du cobalt. On trouve dans les mêmes couches de nombreux ossements.

Réunion. — La collection du Muséum possède un échantillon d'un minéral, rapporté autrefois par Desbassyns du Bassin bleu,

caverne basaltique située dans le quartier Saint-Paul (rivière Saint-Gilles) à la Réunion ; ce minéral a été analysé par Vauquelin (*A. C. P.* XXI. 188. 1822), qui lui a trouvé la composition suivante : P^2O^5 30,37 ; Al^2O^3 46,67 ; H^2O et matières organiques 19,73 ; AzH^4O (?) 3,13 = 99,90. L'analyse donnée en *a*), qui a été faite sur un échantillon que j'ai récemment étudié (*B. S. M.* XXXIII. 34. 1910) et qui est celui-là même rapporté par le voyageur précité, montre que ce minéral doit être considéré comme une minervite très ammoniacale.

Cette substance, blanche, pulvérulente, douce au toucher, est tout à fait analogue à la minervite des gisements précédents.

Elle formait le sol de la caverne et constituait de petits amas au pied des parois basaltiques.

HÉTÉROSITE

$(Fe,Mn)\,PO^4 + H^2O$(?)

Orthorhombique.

Facies. L'hétérosite épigénise la triphylite et s'oriente sur elle; elle constitue par conséquent des masses laminaires.

Clivages. Il existe un clivage très facile; puis deux autres moins faciles, rectangulaires entre eux et avec le premier, qui correspondent respectivement aux clivages $p(001)$, $g^1(010)$ et $h^1(100)$ de la triphylite. Dufrénoy a inexactement indiqué que ces clivages font entre eux un angle de 101°.

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3,27 à 3,52. Cette densité est rendue trop forte par des inclusions de psilomélane.

Coloration et éclat. Violet foncé. Poussière d'un violet clair; transparente seulement en lames extrêmement minces.

Éclat très vif; un peu métallique et moiré sur le clivage le plus facile.

Propriétés optiques. Un bel échantillon provenant des Huréaux et entré au Muséum en 1825, l'année de la découverte du minéral, m'a permis de déterminer ses propriétés optiques. Les clivages faciles se poursuivent sans interruption de l'hétérosite à la triphylite par rapport à laquelle les propriétés de l'hétérosite vont être repérées. J'ai fait tailler des plaques respectivement parallèles à p, h^1 et g^1 et j'ai pu constater alors qu'en outre de l'hétérosite, il existe un autre minéral

n'apparaissant que lorsque la substance est réduite en lames minces et que j'appelle la *pseudohétérosite*. Elle forme, entre la triphylite et l'hétérosite, une zone dépassant par place un centimètre d'épaisseur; on constate fréquemment au milieu d'elle des lambeaux d'hétérosite; parfois elle se trouve en plages dans ce minéral. Je suppose qu'elle constitue un stade intermédiaire de transformation de la triphylite en hétérosite, bien qu'il soit possible que ce soit, au contraire, un produit de transformation de l'hétérosite. Quoi qu'il en soit, voici la position des indices de ces minéraux comparés à ceux de la triphylite :

	triphylite	pseudohétérosite	hétérosite
a	n_m	n_p	n_m
b	n_g	n_g	n_g
c	n_p	n_m	n_p

L'hétérosite, comme la triphylite, a son plan des axes dans h^1; il est parallèle à *p* dans la pseudohétérosite; l'hétérosite, comme la triphylite, est optiquement positive, mais l'écartement des axes est plus grand. Quant à la pseudohétérosite, son écartement d'axes paraît voisin de 90°. Toute mesure est rendue impossible par l'intensité de la coloration et du pléochroïsme qui, par ailleurs, aident à repérer les orientations.

Pléochroïsme. L'hétérosite et la pseudohétérosite se distinguent par leur coloration, mais l'intensité du pléochroïsme de chacun de ces minéraux est sensiblement la même. Les colorations violette et carmin de l'hétérosite ne peuvent être comparées qu'à celles de la piémontite.

	hétérosite	pseudohétérosite
n_g =	violet foncé	jaune d'or
n_m =	carmin vif	brun foncé
n_p =	gris brun mordoré	jaune brun.

Les lames du clivage facile de l'hétérosite, qui, en lumière réfléchie, sont violettes, présentent en lames minces, comme on le voit, suivant les directions, les couleurs violette et carmin extrêmement vives.

Composition chimique. La formule donnée plus haut est celle proposée par M. Schaller pour un minéral qu'il a considéré comme nouveau et qu'il a décrit sous le nom de *purpurite* (*Am. J. of Sc.* XX. 146. 1905), mais qui, en réalité, n'est qu'une hétérosite plus manganésifère que celle du Limousin, parce qu'elle provient de la transformation d'une lithiophylite plus riche en manganèse que la triphylite des gisements

français. L'examen des propriétés optiques d'un échantillon, que je dois à ce savant, ne laisse aucun doute sur cette identité.

L'analyse *a* est celle que M. Pisani a faite sur les matériaux les plus purs que j'ai pu isoler, mais qui renfermaient encore cependant beaucoup de psilomélane mélangée. Tout le fer et le manganèse ont été dosés à l'état de sesquioxydes, l'excès de l'analyse montre qu'ils se trouvent en partie à un état de moindre oxydation ; cela est probablement dû à l'existence de la pseudohétérosite, qui est peut-être une étape intermédiaire d'oxydation de la triphylite. Je donne comme document en *b*) l'analyse de Vauquelin (*in* Alluaud, *Ann. Sc. nat.* VIII. 348. 1826) et en *c*) celle de Rammelsberg (*P. A.* LXXXV. 439. 1852), qui ont été faites sur des matériaux encore plus impurs.

	a	*b*	*c*
P^2O^5	41,60	50,0	32,18
Fe^2O^3	24,60	16,5	31,46
Al^2O^3	29,35	32,0	30,01
H^2O	7,62	»	6,35
	103,17	98,5	100,00

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube en devenant brune. Facilement fusible au chalumeau.

Très soluble, même à froid, dans l'acide chlorhydrique en dégageant du chlore dû aux inclusions de psilomélane. Humectée par cet acide, prend une coloration d'un violet plus clair et plus intense, et se ternit.

Altérations. Se transforme en psilomélane concrétionnée.

Diagnostic. La belle coloration violette, jointe à la structure, est caractéristique de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* J'ai donné, page 304, l'historique de ce minéral ; c'est bien lui que les premiers auteurs de sa description, Alluaud et Vauquelin, ont eu en vue lorsqu'ils ont créé le terme d'hétérosite, mais, comme ce minéral constitue fréquemment aux Huréaux en St-Sylvestre, aussi bien qu'à la carrière de la Vilate près Chanteloube en Razès, des pseudomorphoses incomplètes de triphylite d'un gris bleuâtre, les anciens auteurs ne savaient pas distinguer les deux minéraux l'un de l'autre. L'hétérosite est beaucoup plus fréquente d'ailleurs que le minéral aux dépens duquel elle s'est produite et qu'elle épigé-

nise souvent entièrement ; l'existence de la pseudohétérosite n'est mise en évidence que par l'examen optique.

L'hétérosite se rencontre en masses clivables, atteignant jusqu'à un décimètre de plus grande dimension ; elle est parfois associée à la dufrénite, à la triplite, plus rarement à l'huréaulite.

GROUPE DE LA SCORODITE

Ce groupe comprend les phosphate et arséniate orthorhombiques isomorphes suivants :

Scorodite.....	$FeAsO^4 + 2H^2O$
Strengite.....	$FePO^4 + 2H^2O$

On peut y rattacher en outre les minéraux suivants qui, sauf le premier, ne se trouvent qu'en agrégats fibreux :

* *Phosphosidérite*..	$2FePO^4 + 3{,}5\ H^2O$
Barrandite.....	$(Al, Fe)PO^4 + 2H^2O$
Variscite.....	$AlPO^4 + 2H^2O$
* *Zepharovichite*...	$AlPO^4 + 3H^2O$?
* *Koninckite*.....	$FePO^4 + 3H^2O$

SCORODITE

$FeAsO^4 + 2H^2O$

Orthorhombique : $mm = 98°6'$

$b : h = 1000 : 723{,}759$ (Dx) $D = 755{,}282$ $d = 655{,}400$

$[a : b : c = 0{,}86775 : 1 : 0{,}95826]$

Formes observées. h^1 (100), g^1 (010), g^3 (120) ; $b^{1/2}$ (111).

Les angles mesurés sont ceux que j'ai observés sur des cristaux de Vaulry.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	98° 6′	
$h^1\ g^3$	119°57′	
$g^3\ g^1$	150° 3′	
$g^3\ g^3$ s. g^1	120° 6′	120°
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. m	111°16′	111°14′

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$g^1\ b^{1/2}$	122°45′	
*$b^{1/2}\ b^{1/2}$	114°30′	114°33
*$b^{1/2}\ b^{1/2}$ côté	102°52′	
$b^{1/2}\ g^3$	141°15′30″	141°12′

Facies des cristaux. La figure 2 et la figure 1 de la page 476 montrent l'aspect habituel des cristaux de scorodite, généralement un peu allongés suivant l'axe vertical. Les faces g^3 (120) sont d'ordinaire striées verticalement, il en est souvent de même pour h^4 et g^4 (Vaulry).

La scorodite forme assez souvent des masses cristallines à structure miarolitique, dans les cavités desquelles se trouvent des cristaux distincts (Vaulry).

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3,1 à 3,2 ; 3,18 (Vaulry).

Coloration et éclat. Verte ou bleue de diverses nuances ; parfois jaune (Vaulry), brune ou noire. Poussière blanche. Transparente.

Éclat vitreux, résineux dans la cassure.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèle à h^4 (100). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), parallèle à l'axe vertical. Dispersion très forte, $\rho > v$.



Fig. 1. Scorodite de Vaulry.

$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}03 \text{ environ. } N > 1{,}93$$

	rouge	jaune	bleu	
2E =	130°58′	129°32′	122°25′	Brésil (Dx)

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est très faible, dans les teintes jaune et vert pâle.

Composition chimique. La formule $FeAsO^4+2H^2O$ ou $Fe^2O^3\ As^2O^5+4H^2O$ correspond à la composition *a*).

b) Analyse de la scorodite de Vaulry par M. Damour (*A. C. P.* X. 412. 1844).

	a	*b*
As^2O^5.....	49,8	50,95
Fe^2O^3.....	34,6	31,89
H^2O.....	15,6	15,64
	100,0	98,48

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et jaunit facilement en bouillonnant et en colorant le flamme en bleu. Sur le charbon, donne des fumées arsénicales et une scorie noire magnétique.

Soluble dans l'acide chlorhydrique ; en partie décomposée par l'ammoniaque avec résidu brun.

Diagnostic. La forme et la couleur sont caractéristiques, ainsi que les propriétés optiques et en particulier la forte dispersion.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La scorodite est le produit le plus habituel de la décomposition du mispickel ; elle se rencontre par suite dans tous les gisements de celui-ci (tome II, p. 665) et particulièrement dans les gîtes stannifères, mais elle ne se trouve en cristaux distincts que dans un petit nombre d'entre eux. Elle est souvent associée à la pharmacosidérite.

1° Dans les gisements stannifères et les filons de mispickel.

Bretagne. — *Morbihan.* M. de Limur (*op. cit.*, 33) a signalé sous les noms de scorodite terreuse et de *symplésite* des produits d'altération du mispickel, provenant des filons stannifères de la Villeder. Les échantillons, dont il s'agit, sont d'un vert-céladon ou d'un vert bleuâtre ; ils sont formés par du quartz ou des prismes hexagonaux de béryl, imprégnés par un arséniate hydraté de fer. Les échantillons que m'a communiqués jadis M. de Limur contiennent en outre du soufre résultant de la décomposition du mispickel ; il n'y est pas très apparent, mais il suffit de chauffer les échantillons pour constater un dégagement d'acide sulfureux et pour voir de petites gouttelettes de soufre en fusion suinter à la surface. L'examen microscopique ne montre aucun minéral nettement cristallisé dans cette substance, qui paraît identique à celle d'Adun Tschilon, que M. Nordenskiöld a désigné sous le nom de *jogynaite* ; dans les deux gisements, le produit est associé à du béryl et a la même origine.

Loire-Inférieure. M. Baret a signalé (*op. cit.*, 1898. 88) l'abondance de la scorodite en cristaux peu distincts dans les gisements de mispickel des environs de Nantes (Petit-Port, Barbin, La Trémissinière, etc.) (voir à *dufrénite*).

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* La scorodite abonde dans tous les filons stannifères de la chaîne de Blond (Vaulry, Cieux, etc.) ; on la trouve aussi dans le quartz du filon wolframifère de Puy-les-Vignes près Saint-Léonard.

C'est surtout Vaulry, qui a fourni les plus beaux cristaux atteignant jusqu'à 1 centimètre (analyse *b*). On les trouve le plus fréquemment épars dans les cavités du quartz, leur couleur varie alors du vert d'herbe vif au vert bleuâtre, plus rarement ils sont noirs. Ils forment aussi parfois

des masses miarolitiques, d'un vert-gris clair dans les cavités desquelles se trouvent des cristaux fort nets. Les cristaux de Puy-les-Vignes sont parfois jaunes.

Les formes des cristaux de scorodite sont peu variées et semblables dans tous les gisements : j'ai observé $h^1(100)$, $g^1(010)$, g^3 (120), $b^{1/2}(111)$; la fig. 2 représente le cas où toutes ces formes sont présentes ; il existe quelquefois un léger aplatissement suivant h^1 ou g^1. Dans d'autres cas, on n'observe que g^3 dans la zone verticale ; ces cristaux sont d'ordinaire plus allongés suivant c que les précédents ; ils sont identiques comme forme, à ceux de strengite représentés par la figure 1 de la page 476. J'ai observé cette dernière variété dans plusieurs échantillons de Puy-les-Vignes.

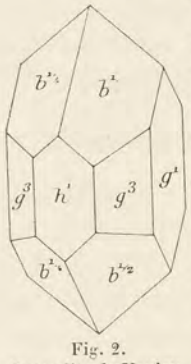


Fig. 2.
Scorodite de Vaulry.

Dans tous ces gisements, la scorodite est accompagnée de pharmacosidérite. Elle a été signalée aussi dans les pegmatites de Chanteloube.

Anjou. — *Maine-et-Loire*. La scorodite se trouve en petits cristaux, généralement peu nets, dans le filon de quartz d'Avrillé ; elle remplit souvent de cavités ayant la forme du mispickel.

2° *Dans les filons cuprifères.*

Algérie. — *Alger*. La scorodite forme de très petits groupes de cristaux sur la barytine du gisement cuprifère de Mouzaïa. Elle est accompagnée de pharmacosidérite.

STRENGITE

$FePO^4 + 2H^2O$

Orthorhombique : $mm = 98°16'$.

$b : h = 1000 : 743{,}90$ $\quad D = 756{,}251$ $\quad d = 654{,}286$

$[a : b : c = 0{,}86517 : 1 : 0{,}98272$ (Bruhns et Busz)].

Formes observées : h^1 (100), g^3 (120) ; $b^{1/2}$ (111)

Les angles suivants ont été mesurés sur les cristaux des Huréaux.

	Angles calculés.	mesurés.
mm	98°16′	
$h^1\ g^3$	120°1′30″	
$g^3 g^1$	149°58′	
$g^3 g^3$ s. g^1	119°57′	120°2′
$b^{1/2} b^{1/2}$ s. m	112°41′	

	Angles calculés.	mesurés.
$g^1\ b^{1/2}$	122°55′30″	
$^*b^{1/2} b^{1/2}$	114°1′	
$b^{1/2} b^{1/2}$ côté	101°59′	102°10′
$b^{1/2}\ g^3$	141°51′	

Formes et facies. Petits cristaux souvent peu distincts offrant généralement l'aspect de ceux de la scorodite (fig. 1), ils sont d'ordinaire groupés en petits mamelons cristallins ou en sphérolites, hérissés de facettes. Un type plus rare est constitué par des lames aplaties suivant h^1 (100).

Clivages. Clivage h^1 (100) et peut-être p (001), difficiles.

Dureté. 3 à 4.

Densité. 2,87.

Coloration et éclat. Rose-fleur de pêcher à rose-carmin ; parfois presque incolore. Poussière d'un blanc jaunâtre. Transparente à translucide.

Éclat vitreux très vif.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à p (001). Dispersion très forte $\rho > v$.

$$2E = 60^\circ \text{ environ.}$$

$$\mathbf{n}_g = 1{,}84\ \ \mathbf{n}_p = 1.81 \text{ env. (Schröder van der Kolk).}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net dans les teintes suivantes : la coloration est souvent variable sur un même cristal et plus foncée à l'extérieur (la Vilate).

$\mathbf{n}_g$ = rose-carmin à rose pâle.
$\mathbf{n}_m$ = incolore.
$\mathbf{n}_p$ = rose très pâle.

Composition chimique. La formule $FePO^4 + 2H^2O$ ou $Fe^2O^3P^2O^5 + 4H^2O$ correspond à la composition suivante :

P^2O^5.....	38,0
Fe^2O^3....	42,7
H^2O.....	19,3
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, se comporte comme la scorodite, mais donne à la flamme la coloration vert bleuâtre des composés du phosphore.

Soluble dans l'acide chlorhydrique chaud ; à peine attaquée par l'acide azotique.

Diagnostic. La coloration rose fait facilement reconnaître la strengite et ne permet pas de la confondre avec la scorodite, dont elle diffère en outre en ce que les caractères chimiques du phosphore y remplacent ceux de l'arsenic.

La forte dispersion est très caractéristique pour distinguer la strengite des autres phosphates du Limousin : quand on écrase des cristaux entre deux verres, et qu'on les examine en lumière polarisée parallèle, les sections perpendiculaires à la bissectrice aiguë positive présentent les teintes bleues caractéristiques des minéraux très dispersifs et il n'y a pas d'extinction en lumière blanche : la *phosphosidérite* possède la même propriété, mais l'écartement des axes optiques est plus grand et le maximum de pléochroïsme a lieu suivant $\mathbf{n}_p$.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La strengite est un minéral rare, accompagnant parfois la limonite et produit, comme elle, par oxydation de minéraux ferrugineux.

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. J'ai rencontré la strengite, d'un rose vif, dans les cavités tapissées d'oxyde de fer manganésifère, d'un mélange altéré de triplite et d'alluaudite de la Vilate ; les cristaux présentent les formes g^3 (120), $b^{1/2}$ (111), avec quelquefois h^1 (100) et alors léger aplatissement suivant cette dernière forme ; ils sont très allongés suivant c. Les cristaux sont presque incolores ou bien roses ; tantôt la couleur rose est uniforme mais très pâle, tantôt elle est très intense (carmin), mais limitée au bord des cristaux, dont la partie centrale est incolore. Enfin j'ai rencontré dans un échantillon de dufrénite fibreuse associée à de l'angelardite, des crêtes constituées par de petits cristaux de strengite blanc jaune ; ce sont des lamelles groupées en gerbes, aplaties suivant h^1 et limitées par g^3 et un dôme a^x qui n'a pu être déterminé. La strengite se trouve aussi sous forme de petits sphérolites roses ou blanchâtres.

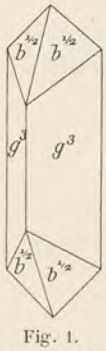


Fig. 1. Strengite des Huréaux.

Beaucoup plus rares sont les cristaux des Huréaux, qui sont plus courts que les précédents ; ils atteignent jusqu'à 2 millimètres. Ils sont implantés sur la dufrénite fibreuse et parfois associés à l'angelardite sphérolitique. Leur forme est celle de la figure 1 ; ils sont parfois d'un beau rose, qui paraît homogène au premier abord, mais

l'examen microscopique montre que cette couleur n'est que superficielle ; malgré leur petite taille ces cristaux sont fort jolis. On les trouve aussi associés à de l'angelardite terreuse dans l'oxyde de manganèse résultant de la décomposition de la triplite.

Tonkin. — Je dois à M. Dupouy la communication d'un échantillon de strengite, provenant de Niem-Son (*province de Phu-Lien*). Ce minéral forme dans les cavités d'une hématite très manganésifère de petits mamelons, d'un rose-carmin, à structure fibreuse.

VILATÉITE

Monoclinique : $mm = 61°0'$.

$b : h = 1000 : 451{,}012$ $\quad D = 507{,}517$ $\quad d = 861{,}641$

Angle plan de $p = 60°59'50''$

— $m = 90°28'14''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 1{,}69581 : 1 : 0{,}88864 \\ zx = 89°27' \end{array}\right]$$

Formes observées. $p\,(001)$; $g^1\,(010)$, $m\,(110)$; $o^{1/3}\,(301)$; $e^1\,(011)$; $u = (b^{1/2}\,b^{1/4}\,h^1)\ (\bar{3}11)$; $0 = e_7 = (b^1 d^{1/7} g^1)\ (\bar{3}41)$.

Le tableau suivant a été fait en prenant dans les angles de l'huréaulite de Des Cloizeaux tout ce qui concerne les cristaux violets de la Vilate (voir page 501).

	Angles calculés.	Angles mesurés.
**mm*	61° env.	61° à 61°50′
*mg*¹	149°20′	
*mh*¹	120°30′	
*p o*¹/³	122°53′	122°30′
*ph*¹ av.	90°33′	
*pe*¹	138°22′30″	128°21′
*e*¹ *g*¹	131°38′30″	
*pg*¹	90°	
**e*¹*e*¹ s. *p*	96°45′	96°45′
pm	90°17′	
*e*¹ *h*¹ av.	90°25′	
*e*¹ *u*	130° 9′	
*u h*¹ ad.	136°26′	
*g*¹ 0	152°27′	
*g*¹ *u*	115°37′	
0 *u*	143°10′	143°16′
0 0 sur *u*	55° 6′	56° env.
u u adj.	128° 6′	129°30′
*m o*¹/³	115°24′	115°20′
**e*¹ *m* av.	125°10′	125°10′
m u adj.	139°16′	
0 *m* adj.	164° 4′	164° 0′
*e*¹ *m* post.	124°40′	124°40′ moy.
*e*¹ 0	140°35′	140°35′ moy.
*o*¹/³*e*¹	113°56′	113°35

Dureté. 3 à 4.

Densité. 2,745.

Coloration et éclat. Violette plus ou moins foncée. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Je n'ai pu isoler aucun cristal pour le tailler; j'ai dû me contenter de broyer des fragments de cristaux et d'étudier les préparations de ceux-ci. J'ai trouvé une section perpendiculaire à la bissectrice aiguë parfaitement centrée et facile à étudier grâce à la grande biréfringence du minéral. Cette bissectrice est *négative.*

La dispersion $\rho > v$ est très forte; elle donne aux anneaux colorés

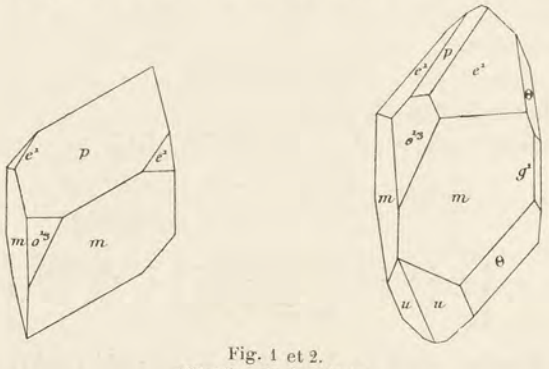


Fig. 1 et 2.
Vilatéite de la Vilate.

des teintes comparables à celles de la scorodite et de la strengite. Aucune dispersion des bissectrices n'a pu être décelée. Il semble que dans la zone verticale l'extinction se fasse suivant des angles très petits; optiquement le minéral se comporte à peu près comme une substance orthorhombique.

L'indice médian est voisin de 1,74, la biréfringence est assez grande.

Pléochroïsme. Il existe un léger pléochroïsme avec teinte rose suivant l'axe le plus rapproché de l'axe vertical.

Composition chimique. Je n'ai pu faire que des essais qualitatifs sur ce minéral, qui fournit les réactions d'une strengite un peu manganésifère ; c'est la raison pour laquelle je l'étudie ici. Sa place exacte dans la systématique est réservée jusqu'à ce qu'il soit possible d'en faire une analyse complète.

Diagnostic. La densité plus faible et la biréfringence plus élevée constituent un diagnostic différentiel immédiat avec l'huréaulite. Les propriétés cristallographiques et optiques (signe optique négatif) ne permettent de confondre ce minéral ni avec la strengite, ni avec la phosphosidérite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. On verra page 501 l'histoire de ce minéral, qui a été confondu par Des Cloizeaux avec la huréaulite.

Les quelques échantillons que j'ai trouvés dans la collection de mon regretté maître consistent en une hétérosite en partie transformée en psilomélane concrétionnée, dans les cavités de laquelle sont distribués les cristaux de vilatéite, n'ayant guère que 1 mm. de plus grande dimension ; ils se rapportent aux figures 1 et 2, qui sont celles données par Des Cloizeaux pour son huréaulite violette. Les cristaux qu'il a mesurés ne se trouvent malheureusement pas dans sa collection.

Ou bien la vilatéite n'est associée à aucun autre minéral ou bien elle est accompagnée d'angelardite et d'huréaulite jaune.

VARISCITE

$AlPO^4 + 2H^2O$

Orthorhombique : $mm = 114°6'$ (Chester).

Formes et faciès. Les cristaux sont rares et constitués par de petites lamelles : p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010), allongées suivant l'axe vertical. Le plus souvent, la variscite forme des concrétions fibreuses, des sphérolites ou des masses compactes. L'examen des propriétés optiques montre que souvent (Messbach, Guyane) les sphérolites sont allongés suivant l'axe a.

Dureté. 4.

Densité. La densité atteint 2,56 dans les variétés pures, mais elle est généralement plus faible, à cause de la structure du minéral ; il est facile de s'en assurer en laissant longtemps dans l'iodure de méthylène additionné d'éther des échantillons qui, possédant au début une densité apparente de 2,47, ne tardent pas à tomber au fond du liquide sur lequel ils flottaient tout d'abord ; 2,50 à 2,52 (*callaïs*).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune, vert-émeraude ou vert bleuâtre. Translucide à opaque ; transparente en lames minces.

Éclat vitreux, brillant dans les cristaux ; plus ou moins mat dans les variétés compactes.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010) ; bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), perpendiculaire à h^1 (100). Dispersion nette $\rho > v$.

N = 1,579 (Na) Utah ; 1,576 (*callaïs*).

Quand la densité diminue par suite d'altération, la réfringence diminue aussi [N = 1,5681 (Tumiac)]. La biréfringence est un peu plus élevée que celle du quartz et augmente quand le minéral renferme du fer.

2 E = 96° environ.

L'allongement des fibres a lieu suivant $\mathbf{n}_g$ ou suivant $\mathbf{n}_p$.

Composition chimique. La formule $AlPO^4 + 2H^2O$ ou $Al^2O^3\ P^2O^5 + 4\ H^2O$, correspond à la composition *a*).

Je rapporte à la variscite la *callaïs*, à laquelle M. Damour attribuait la formule $AlPO^4 + 2{,}5\,H^2O$ ou $Al^2O^3\ P^2O^5 + 5\ H^2O$, correspondant à la composition théorique *b*). On verra plus loin que ce minéral, comme plusieurs des échantillons de variscite compacts ou fibreux, dont l'analyse est donnée ci-contre, renferme une petite quantité d'hydrate d'aluminium [$Al(OH)^3$], en plus de la formule adoptée ici : cet excès résulte sans doute d'un commencement de décomposition ou d'un mélange avec des produits colloïdes.

Analyses de la variscite :

c) de l'îlot du Connétable (*Guyane*), par M. Pisani ;

d) de l'îlot de la Perle (*Martinique*), par M. Arsandaux.

de la variété *callaïs* : *e*) de Mané-er-H'roek, par Damour ;

f) de Tumiac (*Morbihan*) ;

g) et *h*) d'Encantada [*Espagne*] ; ces trois dernières par M. Pisani.

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*
P^2O^5	44,9	42,6	41,50	41,2	42,58	43,20	45,10	41,50
Al^2O^3	32,3	30,5	30,08	34,25	29,57	30,90	30,70	34,80
Fe^2O^3	»	»	3,42		1,82	1,06	1,06	1,74
Cr^2O^3	»	»	»	»	tr.	0,16	0,40	»
CaO	»	»	0,80	»	0,70	»	»	»
H^2O	22,8	26,9	24,50	24,5	23,62	23,00	23,30	23,23[1]
insol.	»	»	»	»	2,10	1,11	»	»
	100,0	100,0	100,30	99,9	100,39	99,43	100,56	101,27

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau ; décrépite, devient opaque et colorée s'il existe du fer ; le minéral est alors

1. L'eau part aux températures suivantes : à 115° 18 %; à 150° 4,07 ; au rouge 1,16.

très friable. Infusible au chalumeau. Difficilement attaquée par les acides, mais devient très facilement attaquable après calcination.

Altérations. La variscite en s'altérant, ce qui a lieu notamment pour les perles de *callaïs*, devient terne, poreuse : elle blanchit, quand elle était originellement colorée en vert; en même temps, sa densité diminue. On vient de voir par les analyses données plus haut qu'elle perd alors de l'anhydride phosphorique, de telle sorte qu'il apparaît un excès d'hydrate d'aluminium [$Al(OH^3)$].

Diagnostic. La différence de densité, de biréfringence, permet de distinguer la variscite de la wavellite. Les variétés colorées ne peuvent être confondues avec la turquoise, à cause de leur coloration verte et de l'absence du cuivre.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements de variscite actuellement connus consistent en veinules traversant des roches schisteuses ; ceux qui vont être décrits se trouvent dans des conditions très particulières.

1° *Formation aux dépens de roches silicatées alumineuses sous des actions physiologiques* (*variscitisation*).

Il est possible de montrer que dans les gisements dont j'ai personnellement étudié les produits, c'est la variscite qui constitue l'élément cristallisé des roches silicatées alumineuses, transformées en phosphate d'aluminium, sous l'action chimique des sels solubles du guano.

Ce phénomène n'a guère été observé jusqu'ici que sur les îlots de la région tropicale comprise entre l'Équateur et le 17° de latitude N. Ces îlots dénudés, dépourvus de terre végétale et battus par la mer, servent de refuge à d'innombrables oiseaux, qui les couvrent de leurs déjections, cause déterminante de la production du phosphate d'aluminium par un mécanisme analogue à celui qui est étudié au paragraphe de la *minervite*, c'est-à-dire, par l'action du phosphate biammoniacal (consécutive à des phénomènes microbiens) sur les silicates alumineux des roches (Lx. *C. R.* CLIII. 661. 1906). Il est frappant de voir avec quelle intensité sont décomposés dans ces conditions des silicates, (l'orthose par exemple), fort résistants aux agents chimiques des laboratoires. Le phénomène consiste en élimination de la silice, des alcalis, de la chaux, de la magnésie, etc. ; il n'y a pas de différence entre le

produit néogène ultime de l'altération des roches les plus diverses et l'on peut, à cet égard, comparer cette transformation à la latéritisation.

La comparaison des analyses données plus haut et du résultat de l'examen optique des échantillons correspondants, montre que plus le produit néogène est cristallin et plus il se rapproche de la composition de la variscite ; quand il renferme un résidu amorphe, il présente toujours un excès d'hydrate d'aluminium sur la composition théorique. Je propose de désigner ce mode de transformation sous le nom de *variscitisation*. J'ai employé dans des notes antérieures, alors que je n'avais pu encore isoler ce produit cristallisé, le terme de *redondite*, qui a été proposé par Shepard (*Amer. J. of Sc.* XLVIII. 428.1869) pour désigner un phosphate d'aluminium du guano de l'île de Redonda [*Antilles*] qu'il considérait comme un minéral distinct, mais qui en réalité est hétérogène. On pourrait conserver ce terme pour désigner les roches phosphatées, dans lesquelles la proportion de variscite cristallisée n'est pas suffisante pour qu'on puisse leur donner le nom du minéral pur, et notamment pour le cas dans lequel le phosphate d'aluminium reste en totalité ou en partie à l'état amorphe.

Antilles. — *Martinique*. J'ai constaté que la brèche andésitique, qui constitue l'îlot de la Perle au N.-O. de l'île, est recouverte d'une carapace phosphatée concrétionnée, de couleur brune, qui rappelle l'aspect d'une opale impure. (*La Montagne Pelée et ses éruptions*. 1904 et *B. S. M.* XXVIII. 13. 1905).

L'examen microscopique permet de suivre les progrès de la phosphatisation de l'andésite. On reconnaît encore la structure originelle de la roche et notamment la forme des phénocristaux de plagioclases et d'hypersthène transformés en un phosphate amorphe limpide. La magnétite a disparu. La variscite, à allongement négatif, se concentre souvent à la périphérie des phénocristaux, sur lesquels elle se concrétionne ; elle imprègne aussi toute la roche. Je dois à M. Dublancq-Laborde des échantillons analogues, provenant d'une grotte de l'îlot du Diamant ; il se trouve parmi eux une stalactite, à structure concentrique, dans laquelle le phosphate d'aluminium, amorphe ou cristallisé, englobe non seulement des débris de la dacite du sol, mais encore des fragments végétaux à structure conservée.

Clipperton. — M. H. Teall a décrit (*Quaterl. J. geol. Soc. London*. LIV. 240. 1898) un phosphate identique à celui de la Mar-

tinique, formé à la surface des trachytes de l'atoll Clipperton, dans le Pacifique du Nord. Le mécanisme de la transformation ne diffère pas de celui qui vient d'être décrit. La composition chimique d'un échantillon brut est la suivante : P^2O^5 38,50 ; Al^2O^3 25,90 ; Fe^2O^3 7,90 ; H^2O 23,00 = 99,80. On voit ici encore l'existence d'un excès d'aluminium ; l'examen des échantillons qu'a bien voulu me communiquer M. Teall montre leur richesse en produits amorphes.

Guyane. — Le même phénomène s'est produit sur l'îlot entière-



Fig. 1.
Apophyses d'un filonnet de variscite dans le gneiss à épidote de l'îlot du Connétable
(*Photographie grandeur naturelle.*)

ment dénudé du Connétable, situé sur la côte de la Guyane, au large de l'embouchure de l'Approuague, mais dans ce gisement, la quantité du phosphate d'aluminium est tellement grande que, depuis une trentaine d'années, celui-ci fait l'objet d'une active exploitation. Je dois les renseignements suivants, accompagnés de très nombreux échantillons, à un voyageur du Muséum, M. Geay.

Le rocher du Connétable (le grand Connétable), à pic du côté ouest, a environ 50 m. de hauteur ; il est constitué par des gneiss, plus ou moins amphiboliques, traversés par des filons de quartz et de diabase ; tous les éléments de ces roches, à l'exception du quartz bien entendu, sont profondément altérés et des échantillons intacts ne peuvent guère être recueillis qu'à la base du rocher. Partout ailleurs, les roches sont

recouvertes d'une carapace de roche phosphatée, caverneuse, blanche ou jaune, généralement rougeâtre aux affleurements ; celle-ci cimente localement des fragments de gneiss et de diabase ; elle ressemble à du silex.

Cette même roche phosphatée constitue dans le substratum, des veines ramifiées (fig. 1), mesurant jusqu'à 2 m. d'épaisseur, dans lesquelles le phosphate est particulièrement pur; il est blanc ou verdâtre, localement translucide et ses cavités sont garnies de concrétions mamelonnées, qui rappellent celles de la calcédoine ; ce sont celles qui m'ont permis de déterminer les propriétés optiques (fibres à allongement négatif) et de recueillir la matière pure, dont l'analyse est donnée en *c*.

L'examen microscopique montre que fréquemment le produit est holocristallin ; la coloration rouge est due à des inclusions d'hématite ; mais le plus souvent les échantillons sont constitués par des sphérolites ou des granulations cristallines, mélangés à des produits amorphes et la cristallinité ne s'accuse que sur les bords de cavités que tapissent des croûtes fibreuses; celles-ci sont constituées parfois par des pinceaux coniques semblables à ceux qui sont figurés plus loin dans la description de quercyite. Par contre, dans les gneiss ou les diabases imprégnés de phosphate, il est fréquent de rencontrer de la matière amorphe.

De tous les minéraux du gneiss, c'est l'épidote qui disparaît la dernière ; parfois elle se rencontre seule au milieu de la variscite.

M. Ad. Carnot a donné (*A. M.* X. 167. 1896) l'analyse suivante d'un échantillon de minerai brut (P^2O^5 34,88 ; Al^2O^3 28,60 ; Fe^2O^3 9,00 ; CaO 0,80 ; MgO 0,15 ; H^2O 24,00 ; insol. 2,00 = 99,43), qui met en évidence un excès d'hydrate d'aluminium, bien supérieur à celui de l'analyse *c*, faite sur une matière purifiée autant que possible par les liqueurs denses.

La barrandite, décrite plus loin, est un accident au milieu de la variscite.

Les récifs du Petit Connétable, qui ne découvrent qu'à basse mer, renfermeraient, d'après M. Geay, les mêmes produits phosphatés que le Grand Connétable, mais je n'ai pas vu d'échantillons provenant de ce gisement.

2° *En perles dans les monuments mégalitiques.*

Bretagne. — *Morbihan*. L'attention des archéologues est depuis

longtemps attirée par des pendeloques et des grains d'enfilage d'un vert-pomme à un vert-émeraude, quelquefois marbrés de blanc, translucides quand la substance est intacte, blanchissant et devenant opaques par altération. Elles ont été tout d'abord attribuées à de la turquoise.

Ces objets ont été rencontrés dans les dolmens du *Morbihan* et notamment à Mané-er-H'roeck en Lockmariaquer, à la Trinité-sur-mer, à Kériaval, au Mont-Saint-Michel, à Tumiac en Arzon, à Moutiers, à Carnac et à Kercado. Une perle a été trouvée à la Motte-Sainte-Marie (*Loire-Inférieure*).

On connaît d'autre part quelques grains de cette substance provenant de sépultures préhistoriques de la *Marne*, de l'*Aveyron*, de la *Lozère*, de la *Charente* (La Motte de La Garde à Luxé).

Des trouvailles plus nombreuses ont été faites en Provence, à l'allée couverte du Castellet près Arles (*Bouches-du-Rhône*), au plateau d'Ossun (*Hautes-Pyrénées*) et enfin en [*Espagne*] et en [*Portugal*].

D'âge néolitique en Bretagne, ces perles se rencontrent dans le midi de la France et dans la péninsule hibérique dans des sépultures de l'âge du bronze (Déchelette. *Archéol. préhist.* 619. 1908).

M. Damour a publié autrefois (*C. R.* LIX. 936. 1864) l'analyse *e*), qui le conduisit à considérer le minéral comme une espèce nouvelle, à laquelle il donna le nom de *callaïs* et à laquelle il attribua la formule $AlPO^4 + 2{,}5\ H^2O$. Celle-ci est si rapprochée de la formule de la variscite, qu'il m'a paru utile de reprendre l'étude de ce minéral extrêmement rare, dont j'ai pu obtenir quelques fragments, grâce à la générosité de la Société polymathique du Morbihan, qui possède dans son musée de Vannes la presque totalité des perles trouvées en Bretagne, et de M. Luis Siret, qui m'a documenté sur le minéral provenant du Sud de l'Espagne.

L'étude microscopique seule n'est pas d'un grand secours. En lames minces, la callaïs se montre homogène, mais constituée par des plages trop enchevêtrées pour qu'il soit possible d'en déterminer les propriétés optiques. L'indice moyen, mesuré par la méthode de la réflexion totale, oscille autour de 1,576, valeur qui est très voisine de celle de la variscite.

L'examen de la densité, de l'indice de réfraction et de la composition chimique me conduisent à admettre l'identité de la callaïs et de la variscite. Les différences de composition chimique avec la formule théorique consistent, comme dans les cas précédents, dans l'existence

d'un excès variable d'hydrate d'aluminium, qui, ici, est évidemment dû aux altérations atmosphériques, subies par les perles pendant leur enfouissement dans les dolmens : on peut constater, en effet, que cet excès est d'autant plus grand que les perles sont plus ternes et plus poreuses.

Le problème qui se pose pour les archéologues, aussi bien que pour les minéralogistes, est de savoir d'où provient le minéral ayant servi à faire ces objets ; faut-il le chercher sur place ou au contraire, y voir un apport dû à un commerce avec des régions plus ou moins lointaines ? L'identité de nature des perles recueillies dans tous les gisements précités de la Bretagne et de l'Espagne, plaide en faveur d'une communauté d'origine.

L'association de la turquoise à la cassitérite dans les filons de Montebras et l'existence de gisements d'étain en Bretagne, rapprochées de l'association d'objets de bronze à des grains de callaïs, ont fait penser à M. Luis Siret que la callaïs provient de gisements stannifères. Il faut reconnaître que cette séduisante hypothèse ne peut être appuyée par des arguments minéralogiques. On vient de voir en effet que la callaïs est fort différente de la turquoise de Montebras. Elle ne renferme aucune inclusion de minéral étranger permettant d'éclairer sa genèse ; s'il n'est pas impossible qu'elle provienne de gisements stannifères (v. *barrandite*), rien ne prouve qu'elle ait une semblable origine. Aussi, par analogie avec les gisements connus de variscite (d'origine non organique bien entendu), est-il plus sage de supposer que ce minéral provient de veinules traversant les roches schisteuses de l'un ou de l'autre des pays cités plus haut, mais ces gisements restent à découvrir.

BARRANDITE

$(Fe,Al)PO^4 + 2H^2O$

Orthorhombique.

Formes et facies. La barrandite ne se trouve qu'en concrétions fibreuses ou en sphérolites, agglomérés parfois en masses compactes.

Dureté. 4,5.

Densité. 2,58 à 2,60 (Le Connétable).

Coloration et éclat. Grise, jaune, brune, rouge, bleuâtre, verte. Poussière blanche à jaune. Translucide ou opaque.

Éclat vitreux et gras.

Propriétés optiques. Les fibres possèdent les mêmes propriétés optiques que celles de variscite allongées suivant l'axe vertical, c'est-à-dire qu'elles ont un allongement positif, mais la bissectrice aiguë est *positive* ($\mathbf{n}_g$) ; les axes optiques sont assez rapprochés. La biréfringence atteint 0,15 à 0,017.

$$N = 1{,}57 \text{ à } 1{,}58$$

Composition chimique. La formule donnée ci-contre est celle d'une variscite ferrifère ; les proportions relatives du fer et de l'aluminium sont très variables.

Dans la barrandite du gisement originel (Cerhovic en Bohême), le rapport des deux oxydes est de 4 : 3, tandis que dans l'analyse ci-contre, due à M. Pisani, de la barrandite de l'îlot du Connétable, il est d'environ 5 : 2.

La barrandite, comme la variscite, présente parfois et c'est le cas dans l'analyse ci-jointe, un petit excès d'hydrates sur la composition théorique.

P^2O^5	37,6
Fe^2O^3	33,6
Al^2O^3	8,0
H^2O	21,6
	100,8

Essais pyrognostiques et diagnostic. Comme pour la variscite, mais avec prédominance des réactions du fer.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements de la barrandite sont analogues à ceux de la variscite, mais jusqu'à présent, ce minéral n'était connu que dans une seule localité de Bohême.

Plateau Central. — *Creuse*. Je rapporte avec réserve à la barrandite un échantillon, que j'ai recueilli jadis à Montebras en Soumans ; il consiste en quartz, englobant de l'amblygonite et de grandes lames de muscovite. Quelques cavités représentent la place d'un minéral disparu ; elles sont çà et là tapissées de petits mamelons d'un minéral vert-pomme, implantés soit sur le quartz, soit sur la muscovite. Ces mamelons ont une surface brillante, une structure fibro-

lamellaire; ils sont translucides et recouverts parfois de petites aiguilles de wavellite. Les propriétés optiques sont celles de la barrandite, sauf que l'indice moyen $< 1{,}66$ et la densité 2,99, sont trop forts, mais ils sont sans doute influencés par l'abondance d'inclusions microscopiques de dufrénite, que je n'ai pu séparer. Il est à noter d'ailleurs, que la barrandite de Cerhovic est parfois aussi associée à la dufrénite.

Guyane. — Dans la collection de roches phosphatées de l'îlot du Connétable, dont il a été question page 483, j'ai rencontré un échantillon bréchiforme, constitué par des fragments anguleux, d'un brun-chocolat, à éclat vitreux très éclatant, ressemblant à de l'opale résinite : ces fragments sont cimentés par de la variscite blanchâtre. L'analyse donnée plus haut, faite sur ce minéral brun, montre qu'il est constitué par de la barrandite, dont il possède les propriétés optiques (fibres positives). En lames minces, le minéral n'est que partiellement jaune ; cette coloration paraît due à une légère teinture ferrugineuse.

LISKEARDITE

$$(Al,Fe)AsO^4.\ 2(Al,Fe)(OH)^3+5H^2O$$

Monoclinique.

Facies. La liskeardite se rencontre sous forme de concrétions ou de croûtes cristallines, hérissées de pointements, et parfois sous forme de sphérolites.

Clivages. Clivage très facile suivant g^1 (010).

Dureté. 4 environ.

Densité. 3,011 (Mine de la Garonne).

Coloration et éclat. Blanc verdâtre à vert sale clair. Translucide ou transparente.

Éclat vitreux, nacré sur le clivage facile.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$ perpendiculaire à g^1 (010). La trace du plan des axes optiques ($\mathbf{n}_g$) fait dans g^1 (010) un angle d'environ 70° avec une face courbe, que l'on peut prendre pour p (001) et qui s'observe à la surface des croûtes de la mine de la Garonne. $2E = 115°$ environ.

Composition chimique. La composition chimique, correspondant à la formule (Al,Fe) AsO^4. 2(Al,Fe)$(OH)^3$+5H^2O ou 3(Al,Fe)$^2O^3As^2O^5$+ 16H^2O est la suivante, quand on admet le rapport Fe : As, réalisé dans le seul échantillon du Cornwall qui ait été analysé.

P^2O^5.....	27,1
Al^2O^3.....	30,9
Fe^2O^3.....	8,1
H^2O.....	33,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube. Infusible au chalumeau ; donne avec la solution de cobalt la coloration bleue de l'alumine. A peine attaquée par l'acide azotique, très attaquable après calcination. Chauffée au feu de réduction, dans une perle de sel de phosphore après addition d'étain, donne un voile noir d'arsenic métallique et des fumées arsenicales.

Diagnostic. Les réactions pyrognostiques et particulièrement celles de l'arsenic avec le sel de phosphore permettent aisément de distinguer la liskeardite de la calamine, avec laquelle elle offre parfois (Mine de la Garonne) une grande analogie de caractères extérieurs.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Maures. — *Var.* La liskeardite n'était jusqu'à présent connue que dans les filons métallifères de Liskeard [Cornwall], où elle forme de petites croûtes cristallines sur une gangue de quartz à aspect carié, riche en sulfures et sulfoarséniures.

Je l'ai découverte (*B.S.M.* XXIV. 56. 1901) parmi une série de minéraux de la mine de la Garonne. Elle forme à la surface du conglomérat quartzifère un enduit blanc verdâtre, hérissé de facettes cristallines. Il n'existe pas d'autre minéral sur l'échantillon unique qui m'a servi à déterminer toutes les propriétés données plus haut. Il est probable que cette substance est identique à la liskeardite du Cornwall ; toutefois, l'échantillon de ce dernier gisement que j'ai examiné est très sphérolitique et il n'est pas certain que le plan des axes optiques y soit aussi oblique sur l'axe vertical que dans le minéral de la mine de la Garonne.

SELS ACIDES

GROUPE DE LA BRUSHITE

Ce groupe comprend les deux minéraux monocliniques isomorphes suivants :

Brushite..... $HCaPO^4 + 2H^2O$
Pharmacolite.... $HCaAsO^4 + 2H^2O$.

Ce sont les synthèses, effectuées par M. Dufet pour la pharmacolite et par M. de Schulten pour la brushite, qui ont permis d'établir définitivement la formule de ces deux minéraux.

L'analyse de beaucoup d'échantillons naturels de brushite donne moins d'eau que n'en exige cette formule et se rapproche de la composition d'un hydrate à 1,5 H^2O (22,1 % d'eau); M. Julien a proposé de les considérer comme constituant une espèce distincte, la *métabrushite*.

J'ai montré (*B.S.M.* XX. 112. 1897) que tous les cristaux de brushite que j'ai pu étudier ont non pas la densité 2,208, attribuée à la brushite, mais une densité de 2,30 à 2,32, qui est celle indiquée pour la métabrushite ; en outre, les propriétés optiques de tous ces minéraux sont identiques. J'ai donc émis l'opinion qu'il n'y a en réalité qu'une seule et même espèce, la brushite. M. A. de Schulten a reproduit celle-ci (*B.S.M.* XXVI. 11. 1903) et montré que la densité du produit synthétique est bien de 2,317 ; ses propriétés optiques sont semblables à celles du minéral naturel. Il est donc certain que la métabrushite n'existe pas, d'autant plus qu'en variant les conditions d'expérience, M. de Schulten n'a pu obtenir aucun autre hydrate et qu'à partir de +50°C., il a vu se former de la monétite ($HCaPO^4$) ; or, le mode de gisement des phosphates bicalciques naturels montre qu'ils n'ont pu se produire qu'à basse température. Il est assez vraisemblable que les analyses des soi-disant métabrushites ont été faites sur de la brushite en partie déshydratée.

Inversement, la plupart des analyses de pharmacolite donnent trop d'eau (24 % au lieu de 20), ce qui est sans doute dû à un commence-

ment d'altération. Là encore, le produit synthétique possède exactement les mêmes propriétés cristallographiques et optiques que le minéral naturel et par suite, c'est sa composition chimique, qui doit être considérée comme représentant celle de l'espèce.

BRUSHITE

$HCaPO^4+2H^2O$

Monoclinique : $mm = 116°26'$.

$b : h :: 1000 : 289,97$ D = 849,15 d = 528,22

Angle plan de $p = 116°13'40''$

— $m = 92°45'55''$

$[a : b : c = 0,6221 : 1 : 0,3415$ (J. D. Dana).

$zx = 84°45']$

Formes observées. $p\,(001)$; $g^1\,(010)$, $h^2\,(310)$; $a^{1/3}$ $(\bar{3}01)$ (clivage); $e^1\,(011)$; $x = (d^1\,b^{1/7}\,g^1)\,(341)$.

Les angles suivants ont été mesurés par M. de Schulten sur les cristaux de Solutré.

	Angles calculés	Angles mesurés.
mm	116°26′	
h^2h^2	156°40′	
$^*h^2g^1$	101°40′	101°40′
ph^1	95°15′	95°15′
$pa^{1/3}$	117°23′	117° env.

	Angles calculés	Angles mesurés.
$^*e^1e^1$	142°26′	142°29′
e^1g^1	108°47′	108°47′
xg^1	124°11′	123°55′

		Angles calculés.
h^1 : Arête	xx	150°11
p : —	xx	125° 4

Facies. Les cristaux rappellent ceux du gypse; ils sont aplatis suivant $g^1\,(010)$; les faces $e^1\,(011)$ sont un peu courbes; parfois, comme dans la figure 1, e^1 et h^2 ne sont représentés que par une seule face.

Le minéral se présente aussi sous forme de poudre à apparence terreuse, dont la cristallinité ne peut être mise en évidence que par l'examen microscopique.

Clivages. Clivages parfaits suivant $g^1\,(010)$ et suivant $a^{1/3}\,(\bar{3}01)$.

Densité. 2,30 à 2,32, 2,317 (minéral artificiel) (de Schulten) 2,31 (Paris).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune ou chamois clair dans les variétés pulvérulentes. Éclat vitreux et un peu nacré sur g^1.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice obtuse

positive ($\mathbf{n}_g$) perpendiculaires à g^1 (010); dans g^1 (010), la bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) fait avec la trace de p (001) un angle de 21 à 23° dans l'angle obtus de ph^1 (001)(100).

$2V = 81°$ Paris 87° Solutré (Na)
$\mathbf{n}_m = 1{,}545$ environ

Composition chimique. La formule $CaHPO^4 + 2H^2O$ correspond à la composition *a*.

b) Analyse de la brushite de Solutré par M. de Schulten.

c) et *d*) de la brushite de la Grotte de Minerve par M. A. Gautier. (*A.M.* V. 29.1894) déduction faite de diverses impuretés (CO^2,Al^2O^3, SiO^2, etc.)

	a	*b*	*c*	*d*
P^2O^5.....	41,28	41,3	43,15	42,85
CaO.....	32,55	32,9	34,16	33,99
H^2O.....	26,17	25,8	22,57	23,15
	100,00	100,0	99,88	99,99

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et blanchit. Au chalumeau, fond en se gonflant et en colorant la flamme en vert; le résidu de la fusion est cristallin.

Très soluble dans les acides.

Altérations. J'ai pu constater que lorsqu'on chauffe dans le baume du Canada une lame transparente de brushite, on la voit se troubler et se transformer en plages biréfringentes de monétite.

J'ai rencontré des pseudomorphoses de brushite en *quercyite* parmi les produits de plusieurs gisements de phosphorites du Quercy.

Diagnostic. Voir à pharmacolite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La brushite est un minéral des gisements du guano. Elle a été trouvée en France dans une série de conditions intéressantes, elle y a toujours une origine organique. La genèse peut y être expliquée soit par les réactions indiquées plus loin au sujet de la Grotte de Minerve, soit par l'action de l'anhydride carbonique, jouant le rôle de convoyeur mis en évidence par les travaux de M. Barillé (*C. R.* CXXXVII 566. 1903 et CXLVIII. 344. 1909). J'ai à la signaler :

1° Dans des cavernes;
2° dans des poches à phosphorite;
3° dans des ossuaires préhistoriques;
4° dans des cercueils de plomb clos.

1° *Dans des cavernes.*

Cévennes. — *Hérault.* M. Armand Gautier a décrit (*op. cit.*) un important gisement de brushite, se trouvant dans la Grotte de Minerve ou de la Coquille, au hameau de Fauzan (bords de la rivière de la Cesse). Le minéral se présente (dans les Galeries des Tribunes et de la Tête de Cheval), sous forme d'une matière pulvérulente, d'une couleur chamois clair ou blanchâtre, ou bien en blocs friables, dont le centre est constitué par un noyau de calcaire intact. Le même minéral encroûte des parois calcaires, aux dépens desquelles il s'est produit. Le type le plus pur constitue une poudre cristalline blanchâtre, impalpable.

M. Armand Gautier considère cette brushite comme formée par l'action sur le calcaire du phosphate d'ammoniaque résultant de la destruction bactérienne des dépouilles d'animaux, dont les ossements se trouvent en abondance dans la même caverne. Il se formerait dans ces conditions un mélange de phosphate tricalcique et de phosphate bicalcique de calcium ; celui-ci, plus soluble que le premier, est souvent dissous et va plus loin se précipiter sous forme de phosphate tricalcique au contact d'une nouvelle paroi rocheuse. Le traitement des croûtes phosphatées recouvrant les murs calcaires de la grotte par le citrate d'ammoniaque ammoniacal permet d'y distinguer la brushite et de mettre ensuite en évidence le phosphate tricalcique : on verra plus loin aux articles *dahllite* et *francolite* qu'en réalité celui-ci entre dans des combinaisons plus complexes.

La brushite de Minerve est associée à la minervite.

Algérie. — *Oran.* M. Pallary a donné au Muséum des échantillons de brushite, provenant de la grotte de Sebdou. Ce minéral y a été exploité comme guano.

2° *Dans les ossuaires préhistoriques.*

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Au cours de fouilles, faites au Cros-du-Charnier, dans la célèbre station préhistorique de Solutré, l'abbé Ducrot a découvert, dans une sépulture, des tibias humains, recouverts de petites paillettes d'un minéral nacré dans lequel M. Gonnard a reconnu un phosphate de calcium (*B. S. M.* XII. 464. 1888), que j'ai assimilé à la brushite (*B. S. M.* XX. 112. 1897).

Les lames ne dépassent guère 1 mm. 3 de plus grande dimension dans leur face d'aplatissement g^1 et 0 mm. 13 d'épaisseur. Leur forme est représentée par la fig. 1 ; il n'existe qu'une face h^2 et une face e^1 ; la pyramide x (341) connue, dans la brushite synthétique, n'avait pas été encore rencontrée dans la nature. Elles sont incolores et transparentes ou encore d'un blanc laiteux; elles renferment parfois des inclusions distribuées parallèlement à $a^{1/3}$ ($\bar{3}01$), (analyse *b*).

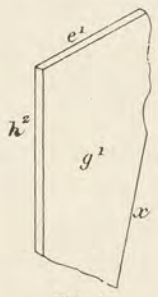


Fig. 1.
Brushite de Solutré.

3° *Dans des cercueils clos.*

Bassin de Paris. — *Seine*. J'ai décrit, il y a quelques années (*B. S. M.* XX. 112. 1897), un curieux gisement de brushite, mis à découvert par des travaux de voirie exécutés à Paris [rue de Béarn, sur l'emplacement de l'église de l'ancien couvent des Minimes (dit

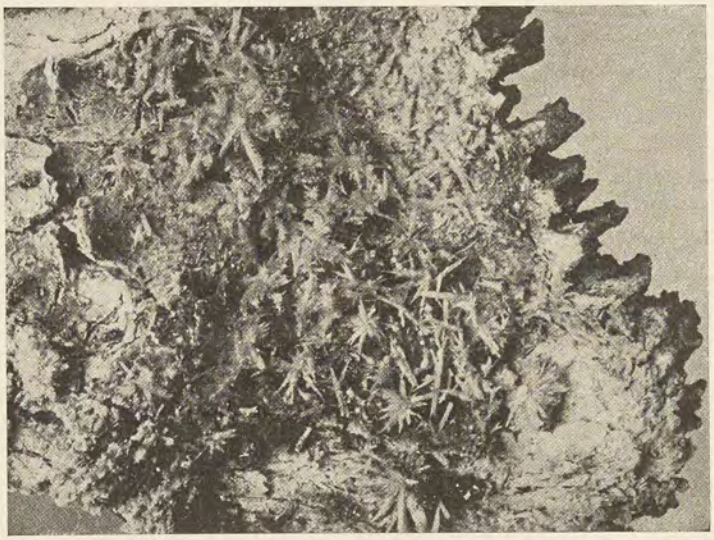


Fig. 2.
Cristaux de brushite implantés sur la paroi interne d'un crâne humain trouvé à Paris.
(*Photographie un peu agrandie.*)

de la place Royale)]. Deux cercueils de plomb y ont été trouvés ; ils datent de l'an 1630. Dans l'un d'eux, le squelette était recouvert de cristaux de brushite ; ceux-ci étaient surtout abondants dans le crâne transformé en géode, mais existaient aussi à la surface des os longs.

Les cristaux aciculaires atteignent parfois 8 mm. de plus grande dimension ; ils se groupent parfois en rosettes (fig. 2).

Leur disposition dans le crâne est assez régulière. On sait que la paroi cranienne comprend trois assises : l'externe et l'interne sont d'un tissu serré, la médiane (diploé) au contraire est formée par de larges cellules ; c'est surtout dans celles-ci que se sont développés les cristaux, qui abondent aussi dans la cavité cranienne elle-même ; sur la figure 2, représentant une portion de l'intérieur de ce crâne, on voit l'assise interne fissurée et ouverte.

La réaction, qui a donné naissance à ces cristaux, est probablement analogue à celle dont il vient d'être question à propos du gisement de Minerve, mais ici le cadavre, maintenu en vase clos, a fourni lui-même tous les éléments nécessaires à la formation de la brushite. Il semble que la matière cérébrale ait dû jouer un rôle important dans la réaction, puisque les cristaux sont surtout abondants dans la boîte cranienne (dans l'un des cadavres, qui était celui d'une femme, on n'en a même trouvé guère que là, sous les longs cheveux encore intacts) ; leur présence paraît, dans ce dernier cas, liée à des fêlures du crâne ayant permis un suintement extérieur.

C'est certainement aussi à la brushite, qu'il faut rapporter de petits cristaux lamelleux, à aspect de gypse, constitués par du « phosphate acide de chaux avec un peu de magnésie », que Fourcroy et Vauquelin ont observés (*A. C. P.* LXIV. 190. 1807) à l'intérieur d'ossements fragiles de couleur pourpre, découverts au début du siècle dernier dans un tombeau du XIe siècle de l'église Sainte-Geneviève, à Paris.

Aisne. Il en est de même pour des cristaux rencontrés dans un tombeau d'un monastère de Laon (attribué au XVe siècle), et présentés en 1835 à la Société de Pharmacie de Paris par Pelouze (*J. Pharm.* XXI. 612. 1835).

Bourgogne. — *Saône-et-Loire.* C'est probablement aussi au même minéral que se rapportaient des lames cristallines observées par mon grand-père à la surface des os d'un ancien évêque de Mâcon, dont le tombeau, datant du XIIIe siècle, a été trouvé jadis lors des fouilles faites pour la construction des Halles sur l'emplacement de l'église du vieux Saint-Vincent.

Normandie. — *Calvados.* De petits cristaux nacrés du même genre, ont été trouvés sur des débris humains renfermés dans un

cercueil de pierre gallo-romain à Blainville près Caen, dans un vieux tombeau de l'église de la Trinité à Caen (Girardin et Pleissier, *Mém. Acad. Rouen.* 1842. 58). Il n'est guère douteux qu'ils n'aient été constitués par de la brushite.

4° *Dans les poches à phosphorites.*

Quercy. — *Lot et Tarn-et-Garonne.* J'ai rencontré dans plusieurs gisements de phosphorites [Caylus (*Tarn-et-Garonne*), environs de



Fig. 3.
Pseudomorphoses de cristaux de brushite implantées sur concrétions de dahllite de Caylus.
(*Photographie réduite au tiers environ.*)

Limogne (*Lot*)], des pseudomorphoses de cristaux de brushite paraissant être les plus gros cristaux de cette espèce, qui aient été observés jusqu'à présent ; ils atteignent en effet 2 cm. de plus grande dimension. Ce sont toujours de grandes lames très aplaties, groupées en agrégats flabelliformes et implantées sur des rognons concrétionnés de colophanite, de quercyite ou de dahllite (fig. 3). Elles sont transformées en quercyite ; parfois elles sont en partie creuses et leurs cavités sont alors garnies par des mamelons de cette substance.

Un second type est constitué par d'anciens cristaux de brushite de même dimension, qui forment des croûtes continues de grande taille



Fig. 4.
Pseudomorphoses de brushite. Cénevières. (*Photographie grandeur naturelle.*)

(fig. 4), implantées contre les parois des fentes à phosphorites ou tapissent de larges cavités au milieu de blocs de quercyite concrétionnée.

Le Muséum doit à M. de Vauzelle un magnifique échantillon de ce genre, mesurant 30 cm. $\times$ 20. Il provient de Céneviè-res ; des échantillons analogues ont été trouvés dans d'autres gisements des envi-rons de Limogne, notamment à Concots, puis à Devèze en Veylats (*Lot*) et, dans le *Tarn-et-Garonne*, à la Tour de Bonnal sur la route de Guillaumet à Malperin.

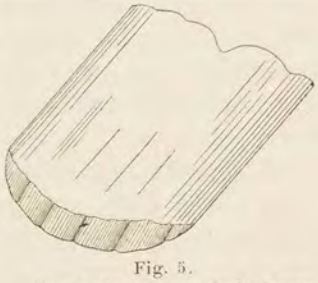


Fig. 5.
Forme des cristaux de la figure précédente.

Toutes ces pseudomorphoses possèdent la structure indiquée plus haut, mais la forme des cristaux de brushite est un peu différente. Ils ne sont pas

toujours limités par une face de la zone ph^1, mais par une pyramide courbe très voisine. Ils sont terminés en outre par une surface striée en forme de visière dont la figure 5 donne une idée.

PHARMACOLITE

$CaHAsO^4 + 2H^2O$

Monoclinique : $mm = 117°24'$

$b : h = 1000 : 308,067$ (Dx) $D = 852,835$ $d = 522,177$

Angle plan de $p = 117°\ 2'34''$

— $m = 93°31'50''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0,61229 : 1 : 0,35531 \\ zx = 83°13' \end{array}\right]$$

Formes observées : p (001) ; m (110) ; g^1 (010), h^2 (310) ; e^1 (011) ; a_5 ($b^1\ b^{1/5}\ h^1$) ($\bar{3}21$).

	Angles calculés.		Angles calculés.
mm	117°24′	$^*pm$	95°47′
h^2m	110° 9′	$g^1\ a_5$	110°19′
$^*mg^1$	121°18′	$a_5\ a_5$	139°22′
pe^1	109°26′		
$^*g^1e^1$	109°26′		

Facies. Les cristaux de pharmacolite sont très aplatis suivant g^1 (010) et généralement allongés suivant l'axe a ; les faces de la zone $p\ g^1$ sont striées parallèlement à ce même axe. Les cristaux nets sont rares ; le plus souvent, le minéral constitue de délicates aiguilles, quelquefois groupées en rosettes ; ils forment aussi des croûtes fibreuses à aspect botroyde ou stalactiforme, à fibres très serrées et à surface lisse.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait.

Dureté. 2 à 2,5. Flexible en lames minces.

Densité. 2,64 à 2,73.

Coloration et éclat. Incolore, blanche ou grise. Transparente ou translucide. Poussière blanche.

Éclat vitreux, nacré sur le clivage.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice obtuse ($\mathbf{n}_g$) perpendiculaire à g^1 (010). La bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) fait avec l'axe vertical un angle de 69°5′, dans l'angle aigu de $p\,h^1$:

$\mathbf{n}_g = 1{,}5937$ (D) Dufet (cristaux artificiels)
$\mathbf{n}_m = 1{,}5892$
$\mathbf{n}_p = 1{,}5822$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0112$ d'où $2V = 79°24'$

Forte dispersion $\rho < v$.

Composition chimique. On a vu plus haut l'indication de la synthèse de la pharmacolite, effectuée par Dufet (*B. S. M.* XI. 187. 1888) et l'identité de toutes les propriétés physiques des cristaux artificiels avec celle des cristaux naturels, qui ne laisse aucun doute sur l'exactitude de la formule $CaHAsO^4 + 2H^2O$, correspondant à la composition *a*, bien que toutes les analyses faites sur le minéral naturel donnent une quantité d'eau supérieure, conduisant à un hydrate à 2,5 H^2O (24 % de H^2O) et non à $2H^2O$. Les cristaux transparents étant rares, il est vraisemblable que la matière analysée a subi un commencement d'altération.

b) Analyse de la pharmacolite botroyde de Sainte-Marie-aux-Mines, par Jannettaz (*B. S. M.* XI. 214. 1886).

	a	*b*
As^2O^5	53,3	50,54
P^2O^5	»	0,30
CaO	25,9	23,90
MgO	»	0,50
FeO	»	0,35
H^2O	20,8	23,80
SiO^2	»	0,70
	100,0	100,09

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et devient opaque. Au chalumeau, fond en gonflant en un émail blanc ; colore la flamme en bleu clair (As). Sur le charbon, donne des fumées arsénicales. Le minéral après calcination fournit une réaction alcaline. Très soluble dans les acides.

Altérations. J'ai déshydraté la pharmacolite par le même procédé

et avec les mêmes résultats que pour la brushite : ce mode d'altération est inconnu dans la nature [1].

Diagnostic. La pharmacolite se distingue par la réaction de l'arsenic des carbonates et du sulfate de calcium (gypse), ayant parfois la même apparence. Elle se différencie de la brushite en ce qu'elle fournit la réaction de l'arsenic au lieu de celle du phosphore.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pharmacolite est le résultat de l'action des produits d'altération d'arséniures ou d'arséniosulfures sur leur gangue calcaire ; elle se trouve particulièrement dans des gisements cobaltifères, ce qui explique pourquoi elle est fréquemment colorée en rose par de l'érythrite.

Vosges. — [*Alsace*]. La pharmacolite a été trouvée à Sainte-Marie-aux-Mines sous deux formes : l'une constitue de petites aiguilles capillaires, soyeuses, souvent groupées autour d'un centre, dans lesquelles les formes nettes (fig. 1) sont rares, l'autre forme des masses concrétionnées ou botryoïdes à structure fibreuse très serrée et à surface lisse (analyse *b*). Les meilleurs échantillons ont été trouvés jadis dans la mine Saint-Jacques supérieure (Rauenthal). La collection du Muséum en possède de très beaux spécimens.

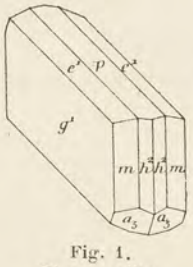


Fig. 1.
Pharmacolite.
Forme habituelle.

La pharmacolite est généralement implantée sur la calcite ou sur des schistes altérés qu'elle cimente ; la collection du Muséum possède cependant un échantillon dans lequel de petits mamelons de ce minéral reposent sur du quartz et sont associés à de l'argent natif.

1. Dans quelques gisements, on trouve associé à la pharmacolite un hydrate à une molécule d'eau, la *haidingérite* ; il n'est pas prouvé qu'il résulte de sa décomposition, car dans des essais de synthèse, M. de Schulten a produit simultanément les deux minéraux (*B. S. M.* XVI. 18. 1903). Le produit cristallisé, que j'ai obtenu en chauffant la pharmacolite, est une monétite arséniée n'existant pas dans la nature, mais faite synthétiquement par M. de Schulten.

HURÉAULITE

$$Mn^5H^2(PO^4)^4 + 4H^2O$$

Monoclinique : $mm = 55°18'$

$$b : h = 1000 : 242,37 \quad D = 462,08 \quad d = 886,84$$

Angle plan de $p = 55°2'35'$

— $m = 95°18'15''$

$$\left[a : b : c = 1,9192 : 1 : 0,5245 \text{ (Edw. S. Dana)} \right]$$
$$zx = 84°1'$$

Les constantes cristallographiques de l'huréaulite ont été déterminées pour la première fois d'une façon complète (*A. M.* LIII. 293. 1858) par Des Cloizeaux sur des cristaux de la Vilate : il y a distingué trois types, différant par leur couleur : cristaux violets, cristaux jaunes et cristaux roses. Les violets n'ont qu'une forme commune (m) avec les autres : comme ce sont eux qui lui avaient fourni les meilleures mesures, Des Cloizeaux s'en est servi pour calculer les paramètres, auxquels il a ensuite rapporté les formes constatées sur les cristaux jaunes et roses. L'huréaulite a été pendant longtemps connue uniquement dans le Limousin, mais, en 1880, M. Edw. S. Dana l'a retrouvée à Branchville (Connecticut), en cristaux du même type que les cristaux jaunes et roses de la Vilate (*Am. J. Sc.* XXIX. 207. 1890).

Je me suis demandé si les cristaux violets de la Vilate appartiennent bien à la même substance que les autres et j'ai examiné les nombreux échantillons d'huréaulite de la collection de Des Cloizeaux, comprenant non seulement ceux qu'il a étudiés, mais beaucoup d'échantillons qu'il avait réservés, la petitesse des cristaux ne lui permettant pas d'en tirer parti avec les procédés dont il disposait en 1858. J'ai retrouvé deux échantillons identifiables avec les figures données par mon savant maître pour les cristaux violets. Leur densité, prise par la méthode des liqueurs denses, les propriétés optiques sont très différentes de celles de la huréaulite et il n'est pas douteux que ces cristaux ne constituent une espèce distincte, que j'ai décrite plus haut sous le nom de *vilatéite*.

Quant à l'huréaulite, j'adopte la forme de Dana [1].

Formes observées. $p\,(001)$; $h^1\,(100)$, $m\,(110)$; $a^{1/4}\,(\bar{4}01)$; $d^{1/2}\,(111)$, $b^{1/4}\,(\bar{2}21)$; $k = (b^{1/4}\,b^{1/6}\,h^1)\,(\bar{5}11)$; $a_4 = (d^{1/2}\,d^{1/3}\,g^{1/2})\,(\bar{5}32)$.

Les angles mesurés sont ceux de Des Cloizeaux. Mais au lieu de donner seulement ceux qu'il a publiés (*op. cit.*), j'ai extrait de ses notes les valeurs extrêmes souvent très différentes qu'il a obtenues sur ces cristaux, qui sont presque toujours constitués par des groupements d'individus imparfaitement parallèles.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	55°18′	
$^*mh^1$	117°39′	117° à 120°
$^*ph^1$	95°59′	96°32′
pa^3	174°46′	
$pa^{1/4}$	129°11′	129°10′
a^3h^1	89°15′	
$a^{1/4}h^1$	134°50′	134°20′
$pd^{1/2}$	150°14′	150°35′
$md^{1/2}$	122°32′	124°15′
pm ant.	92°46′	94°
$pb^{1/4}$	128°43′	128°30′ à 129°31′
$mb^{1/4}$	138°31′	137° a 139°50′
pm post.	87°14′	86°45′
pa_4	131°52′	
pk	120°30′	120°30′
$h^1\,d^{1/2}$ ant.	71°25′	71°10′
$h^1\,d^{1/2}$ adj.	108°35′	108°12′30′
$h^1\,b^{1/4}$	107°4′	107°30′
$h^1\,k$ ant.	41°40′	42°10′
$h^1\,k$ adj.	138°20′	137°15′
h^1a_4	114°35′	
$^*m\,a^{1/4}$	109° 6′	
$d^{1/2}\,d^{1/2}$ adj.	127°46′	129°
$b^{1/4}\,b^{1/4}$ adj.	92°26′	93°30′ à 96° 0′
$a_4\,a_4$ adj.	111°34′	
$k\,k$ adj.	144° 2′	143° env.
$mb^{1/4}$	118°28′30″	114°10′ à 118°45′
$a_4\,m$	107°45′30″	106°30′ à 107°10
$b^{1/4}\,a_4$	169°17′	169°45′
km adj.	128°20′	131°
$d^{1/2}\,b^{1/4}$ adj.	137°53′	138°20′
$b^{1/4}\,a^{1/4}$	132°25′30″	134°45′
$b^{1/4}\,k$	145°12′	144°50′ à 147°

Facies des cristaux. Les figures 2 et 3 d'une part et la figure 4 d'une autre représentent les deux facies des cristaux d'huréaulite de la Vilate correspondant à des cristaux de couleur différente ; ceux-ci sont fréquemment groupés en agrégats flabelliformes, rappelant ceux de la stilbite.

1. Voici la correspondance entre la forme adoptée ici et celle de Des Cloizeaux.

		Dx				Dx	
p	(001) =	o^5	(105)	$d^{1/2}$	(111) = δ =	$(d^1\,d^{1/7}\,h^{1/5})$	(435)
h^1	(100) =	h^1	(100)	$b^{1/4}$	($\bar{2}$21) = ε =	$(b^1\,d^{1/10}\,g^{1/5})$	(9.11.10)
m	(110) =	m	(110)	k	($\bar{5}$11) = k =	$(b^{1/7}\,b^{1/12}\,h^{1/4})$	($\bar{19}$.5.8)
g^1	(010) =	g^1	(010)	a_4	(532) = x =	$(b^1\,b^{1/10}h^{1/5})$	(11.9.10)
$a^{1/4}$	($\bar{4}$01) =	$a^{8/15}$	($\bar{15}$.0.8)				

Quant aux formes g^1 (010), $o^{1/3}$ (301), p (001), e^1 (011), u ($\bar{3}$11), θ ($\bar{3}$41), signalées par Des Cloizeaux, elles n'ont été trouvées que dans les cristaux violets et par suite appartiennent à la vilatéite.

Les faces de la zone verticale sont très cannelées par suite de groupements à axes parallèles. Les faces $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$) et $d^{1/2}$ (111) sont striées parallèlement à leur intersection avec la face m antérieure.

Clivages. Clivage h^1 (100) facile.

Dureté. 5.

Densité. 3,185 (cristaux rouges), 3,198 (cristaux brun rouge) (Damour. La Vilate). La densité, que j'ai prise par la méthode des liqueurs denses, a fourni 3,175 à 3,176 pour des cristaux rouges et 3,18 pour des cristaux d'un blanc rosé.

Coloration et éclat. Rouge orangé, orangé, rose pâle, gris, presque incolore. Poussière jaunâtre ou blanche. Transparente à translucide.

Éclat vitreux un peu gras.

Propriétés optiques. Plan des axes et bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) perpendiculaires à g^1 (010). La bissectrice obtuse ($\mathbf{n}_g$) fait dans g^1 (010) un angle de 75° (rouge) à 76° (bleu) avec l'axe vertical, dans l'angle obtus ph^1. Dispersion tournante avec $\rho < v$. $\mathbf{n}_m = 1{,}66$ environ.

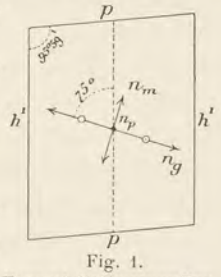


Fig. 1.
Face g^1 (010) perpendiculaire au plan des axes optiques et à la bissectrice aiguë *négative*.

$2H_a$ =	84°51′	85°52′	2E = 163° à 173°52′ (rouge).
	85°20′	86°22′	2E = 168°26′ à 180° (jaune).
	85°34′	87°17′	réflexion totale dans l'air (bleu).

L'écartement des axes diminue avec la chaleur (de 6°34′ entre 45° et 125° C.)

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net seulement dans la variété rouge orangée : il se produit dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g$ = jaune rougeâtre à brun rouge
$\mathbf{n}_m$ = jaune clair un peu rosé
$\mathbf{n}_p$ = incolore.

Composition chimique. La formule $Mn^5H^2(PO^4)^4 + 5H^2O$ ou 5 MnO $2P^2O^5 + 5H^2O$ correspond à la composition chimique donnée en *a*). Une partie du manganèse est remplacée par du fer.

Analyses [1] de l'huréaulite *b*) des Huréaux par Dufrénoy (*op. cit.*) ; *c* et *d*) des cristaux jaunes de la Vilate par Damour (*op. cit.*)

e) des cristaux rouges de la Vilate par Damour.

1. Une analyse plus ancienne de Vauquelin (*A.C.P.* XXX. 302. 1825) a donné P^2O^5 = 32,8 ; MnO = 36,2 ; FeO = 11,0 ; H^2O = 20.0.

	a	*b*	*c*	*d*	*e*
P^2O^5	39,0	38,00	37,96	38,20	37,83
MnO	48,6	32,85	41,15	42,04	41,80
FeO	»	11,10	8,10	6,75	8,75
H^2O	12,4	18,00	12,35	12,00	11,60
Quartz	»	»	0,35	0,50	0,30
	100,00	99,95	99,91	99,49	100,26

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau en devenant gris jaunâtre. Au chalumeau, fond facilement en colorant la flamme en vert pâle et en donnant une perle jaune rougeâtre, qui cristallise par le refroidissement ; celle-ci noircit au feu d'oxydation. Donne la réaction du manganèse et du fer.

Facilement soluble dans les acides.

Diagnostic. Les formes, la couleur, les propriétés optiques ne permettent de confondre l'huréaulite avec aucun autre phosphate ferro-manganésifère.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* L'huréaulite est une des plus rares espèces minérales. Elle a été découverte, en 1825, par Alluaud dans la carrière de pegmatite des Huréaux en Saint-Sylvestre (*Ann. sc. nat.* VIII. 346. 1826) et décrite par Vauquelin (*A.C.P.* XXX. 302. 1825), qui a écrit incorrectement son nom « huraulite ». Peu après, Dufrénoy en a repris l'étude (*A.M.* VII. 137. 1830). Les échantillons de ce gisement, que possède la collection du Muséum, sont d'un jaune rougeâtre, groupés confusément sur de l'hétérosite ou de la dufrénite ; leur imperfection fait comprendre celle de l'étude cristallographique de Dufrénoy. Après cette découverte de 1825, limitée à quelques échantillons, l'huréaulite n'a plus été retrouvée aux Huréaux.

De 1849 à 1852, le minéral a été rencontré dans un gisement voisin, dans les carrières de pegmatite de la Vilate près Chanteloube. C'est ce gisement qui a fourni les échantillons qui se trouvent actuellement dans les collections[1] et notamment ceux qui ont été décrits par Damour et Des Cloizeaux (*A.M.* LIII. 293. 1858). J'ai eu entre les mains les documents étudiés par ces savants ; depuis lors, l'abandon des carrières de la Vilate a rendu définitive la disparition de ce minéral.

1. Ils y sont souvent indiqués incorrectement comme provenant des Huréaux.

On peut distinguer deux variétés d'huréaulite. La première consiste en cristaux brun orangé, implantés dans des cavités de corrosion d'hétérosite ou de triphylite généralement méconnaissables ; ils sont associés à de la dufrénite fibreuse, à de l'angelardite, aux divers minéraux incomplètement connus dont il est question plus loin ; ils

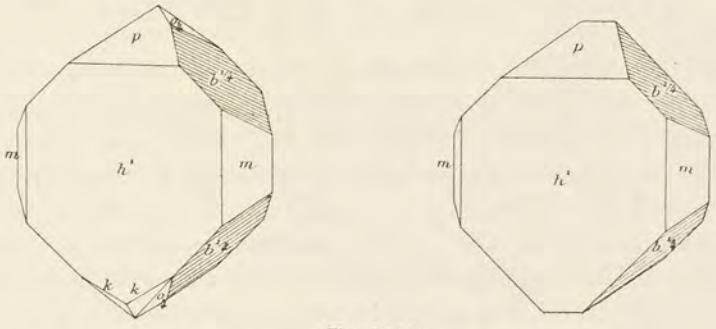


Fig. 2 et 3.
Huréaulite de la Vilate (cristaux d'un brun orangé).

sont quelquefois recouverts de houppes de cacoxénite. Ces cristaux sont isolés ou bien groupés en gerbes, en petits mamelons, hérissés de pointements cristallins. Ils forment aussi, avec dufrénite et angelardite, des masses fibrolamellaires, dont la couleur tire sur le rouge orangé.

Ces cristaux sont aplatis suivant h^1 (100) et présentent en outre les formes p (001), m (110), $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$) et les formes a_4 (332) et k ($\bar{5}11$), qui leur sont spéciales (fig. 2 et 3 ; la pyramide a_4 a été notée o par erreur de gravure).

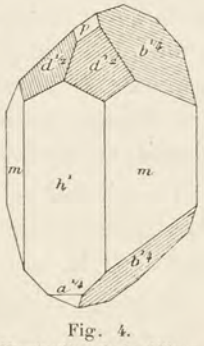


Fig. 4.
Huréaulite de la Vilate (cristaux roses).

Le second type est constitué par des cristaux incolores, rosés ou gris de fumée, transparents; ils forment des groupes fasciculés, rappelant ceux de la stilbite, qui peuvent atteindre de 7 à 8 mm. de longueur sur 3 à 4 mm. de diamètre. Ils se trouvent seuls dans les cavités de corrosion de grosses masses de triphylite, dont les clivages sont devenus plus faciles par suite d'altération ; souvent cette triphylite est transformée en une masse cloisonnée, dont les vides sont tapissés par des cristaux d'huréaulite néogène. La collection du Muséum possède un très gros échantillon de ce genre. Enfin, ce même type d'huréaulite accompagne l'un des minéraux indéterminés dans des masses miarolitiques fragiles, qui remplissent des cavités du quartz.

Les cristaux de ce type sont caractérisés par l'égal développement des formes h^1 et m; $b^{1/4}$ $(\bar{2}21)$ est toujours présent et souvent très développé; les formes p, $a^{1/4}$ $(\bar{4}01)$, $d^{1/2}$ (111) (fig. 4) existent en outre quelquefois.

PHOSPHATES IMPARFAITEMENT CONNUS

Parmi des échantillons d'huréaulite provenant de la carrière de la Vilate, j'ai rencontré au moins deux minéraux certainement nouveaux, mais dont je ne puis faire l'étude complète, faute de matériaux suffisants. Ils ne se présentent qu'en petite quantité et toujours si intimement mélangés à l'huréaulite, à l'angelardite, à la dufrénite, qu'il est impossible d'en isoler une quantité suffisante pour une analyse.

La composition chimique qualitative est voisine de celle de l'huréaulite, mais en fondant avec du carbonate de sodium de petits fragments à peu près de même taille d'huréaulite et de ces minéraux, il est possible de constater que la proportion de manganèse est dans ceux-ci beaucoup plus faible que dans l'huréaulite.

A. Le minéral est monoclinique, mais ses propriétés optiques le font distinguer immédiatement de la huréaulite; quand on place ces deux substances sur une même lamelle de verre, après les avoir réduites en fragments de mêmes dimensions, on constate que la biréfringence du minéral indéterminé est trois ou quatre fois plus grande que celle de l'huréaulite. Le pléochroïsme est constant et se fait dans les teintes jaunes, avec maximum suivant $\mathbf{n}_g$ (jaune-citron). La densité est de 2.95.

Ce minéral se rencontre sous les aspects suivants, qui ne peuvent être précisés qu'au microscope, aucun cristal mesurable n'ayant pu être extrait.

Il forme des agrégats de petits cristaux d'un jaune-paille, mélangés d'huréaulite rose dans les cavités du quartz; ces cristaux ont un aspect pseudorhomboédrique; ils sont aplatis suivant une face de la zone de symétrie, dont l'angle plan au sommet est d'environ 104°.

Je l'ai rencontrée aussi en petits cristaux, raccourcis suivant l'axe vertical, limités par un prisme très obtus et des pyramides, dont l'angle au sommet est voisin de celui donné plus haut. Grâce au grand angle que font entre elles les faces prismatiques, les cristaux montés dans le

baume, sont sensiblement couchés suivant h^1 et s'éteignent parallèlement à leur allongement ; ils sont fréquemment réunis en touffes qui permettent de constater l'existence de macles polysynthétiques suivant h^1. Ce type se trouve dans les cavités de la dufrénite et de l'angelardite.

B. Un autre minéral, d'un jaune un peu brunâtre, forme des mamelons, hérissés de pointements cristallins, ou de petites aiguilles fréquemment groupées en gerbes divergentes. L'allongement suivant l'axe vertical est très net. Les cristaux sont aplatis suivant g^1 (010), direction d'un clivage facile et présentent la base (p h^1 113° env.). La bissectrice aiguë est *négative* ($\mathbf{n}_p$) et normale à g^1 ; les axes optiques sont assez écartés. Dans g^1, $\mathbf{n}_m$ fait un angle de 28° à 30° avec c, dans l'angle obtus ph^1.

Le pléochroïsme est net : $\mathbf{n}_m$ = jaune paille ; $\mathbf{n}_p$ = jaune d'or. La densité est de 2,46.

Ces cristaux sont associés à l'huréaulite brun rouge, ils la supportent ou la recouvrent ; ils servent eux-mêmes parfois de support à de fines aiguilles de cacoxénite.

Il existe aussi une variété en fibres d'un jaune vif, quelquefois divergentes, qui constituent avec huréaulite fibrolamellaire brun rouge foncé, et angelardite sphérolitique, des masses cristallines généralement enveloppées de dufrénite : les trois premiers de ces minéraux sont intimement mélangés.

STIBICONITE

$$Sb^2O^4 + H^2O$$

Amorphe.

Facies. Ce minéral se présente en masses compactes, terreuses, concrétionnées ou en pseudomorphoses de cristaux de stibine ou de valentinite.

Dureté. 4,5 à 5.

Densité. 5,1 à 5,28.

Coloration et éclat. Jaune pâle à jaune blanc, blanc rougeâtre. Opaque : transparente en lames très minces. Éclat un peu nacré ou terreux.

Composition chimique. Ce minéral, provenant toujours d'altération, est souvent impur.

La formule $Sb^2O^4+H^2O$ ou $Sb^2O^3, Sb^2O^5+H^2O$ correspond à la composition suivante :

Sb.....	74,5
O.....	19,9
H^2O....	5,6
	100,0

Essais pyrognostiques. Décrépite et donne de l'eau dans le tube; au chalumeau, reste infusible ou fond difficilement en une scorie grise en donnant un enduit blanc. Les autres réactions sont celles de la cervantite.

Diagnostic. Ne se distingue de la cervantite que par le dégagement de l'eau dans le tube.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La stibiconite est le produit le plus habituel de la décomposition de la stibine. Elle se rencontre en quantité plus ou moins grande aux affleurements de tous les gisements de ce minéral énumérés tome II. Elle y constitue d'ordinaire des épigénies du sulfure, dans lesquelles il est possible de reconnaître la forme du minéral primitif. Dans quelques-uns d'entre eux, dans ceux de la *Haute-Loire* notamment (Brioude, Freycenet, La Farge) et dans ceux du *Cantal* (environs de Massiac), etc., on a exploité des masses de stibiconite, ayant plusieurs mètres d'épaisseur ; la stibine intacte a été ensuite rencontrée en profondeur.

RIVOTITE

Ce nom a été créé par Ducloux (*C.R.* LXXVIII. 1471. 1874) pour une substance trouvée à la Sierra del Cadi dans la province de Lérida en Espagne, et qu'il considérait comme un carbono-antimoniate de cuivre.

J'ai montré (*B.S.M.* XXXIII. 190. 1910) qu'elle est en réalité constituée par une pseudomorphose de panabase en un mélange de stibiconite et de malachite et signalé l'existence d'un produit analogue à Irazein, près Sentein (*Ariège*), où il forme des amas en chapelets, au milieu de calcaires dolomitiques dévoniens.

Il existe tous les passages possibles entre la panabase imparfaitement transformée et des blocs d'un brun verdâtre à cassure terne ou verdâtre et luisante, dans lesquels il n'existe plus aucun élément sulfuré. En lames minces, on distingue une structure rappelant celle de la serpentine alvéolée ; elle est formée par des bandes de stibiconite jaune, localement imprégnées de malachite et entourant les débris intacts de panabase. La masse est traversée par des veinules de malachite et de chessylite. Un traitement par l'ammoniaque ou l'acide acétique permet de séparer la malachite de la stibiconite ferrifère, facilement soluble dans l'acide chlorhydrique.

La rivotite n'est donc pas une espèce minérale, mais un minerai qui, dans les échantillons d'Irazein que je dois à M. Vaussard, renferme 38 °/₀ de cuivre (métal) et 15 kgm. d'argent à la tonne ; ce nom peut être conservé pour distinguer ce minerai, qui a une certaine constance de composition et de structure.

FLAJOLOTITE

Je désigne sous ce nom une substance en masses compactes ou terreuses, d'un jaune-citron lorsqu'elle est pure et qui a été signalée pour la première fois dans le gisement de nadorite de Hammam N' Baïl par Flajolot (*A.M.* XX. 28. 1871).

Les analyses suivantes (*a* et *b*), publiées par ce chimiste, sont assez concordantes et se rapprochent de la formule $(FeSbO^4)^2 + 1{,}5\,H^2O$ ou $Fe^2O^3\,Sb^2O^5 + 1{,}5\,H^2O$, dont la composition théorique est donnée en *a*, mais une analyse plus récente, faite par M. Pisani (*b*) sur un échantillon, recueilli à l'époque où Flajolot a publié son mémoire, est plus complexe ; il est vrai qu'on peut supposer que la substance analysée était moins pure, on a déduit 5,2 °/₀ de célestite.

	a	*b*	*c*	*d*
Sb^2O^5.....	63,5	59,30	64,3	353,8
As^2O^5.....	»	2,50	»	»
Fe^2O^3.....	31,4	33,40	32,1	28,0
Al^2O^3.....	»	1,30	»	6,2
PbO.....	»	0,45	»	»
SiO^2.....	»	tr.	»	7,7
H^2O.....	5,1	3,05	3,6	5,0
	100,0	100,00	100,0	100,7

L'étude chimique de cette substance serait à reprendre et il serait en particulier intéressant de rechercher si elle ne présente pas quelque rapport avec la *tripuhyite*, à laquelle MM. Hussak et Prior attribuent la formule $2FeO\,Sb^2O^5$; M. Pisani considère cependant le fer comme étant certainement à l'état ferrique dans le minéral algérien.

Quoi qu'il en soit, il n'est pas douteux que cette substance ne constitue une combinaison de fer et d'acide antimonique, car il n'est pas possible de la considérer comme un mélange de ces deux corps; elle est en effet remarquablement fixe, inattaquable par tous les acides, très difficilement attaquée par fusion avec le carbonate de sodium ou avec le bisulfate de potassium. Elle n'est facilement décomposée que par fusion avec la potasse caustique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Algérie. — *Constantine.* Au début de l'exploitation de la mine de Hamman N'Baïl, il y a une quarantaine d'années, la flajolotite se trouvait sous forme de nodules ayant plus d'un décimètre de diamètre, localement imprégnés par la calcite; dans les échantillons que possède le Muséum, elle n'est mélangée avec aucun autre minéral, si ce n'est avec un peu de célestite microscopique.

Aujourd'hui, ainsi qu'on l'a vu page 358, la partie du gisement exploitée ne renferme plus de nadorite, mais par contre, on y rencontre en grande abondance le produit qui nous occupe : il sert même de minerai d'antimoine (renfermant en moyenne de 38 à 40 % de Sb).

Les échantillons, que je dois à M. Varela, sont loin d'avoir l'homogénéité de ceux décrits plus haut. M. Dussert, qui a publié des analyses partielles de ce minerai (*A.M.* XVII. 42. 1910), y signale l'existence de 5 à 6 % de chaux et a émis l'hypothèse qu'il constitue peut-être un mélange de roméite, de limonite et d'argile, hypothèse qui ne me semble pas justifiée puisque les analyses données plus haut montrent que la chaux n'est pas essentielle et puisque, d'autre part, l'oxyde de fer fait partie intégrante du minéral.

Celui-ci est parfois mélangé d'hématite qui le colore en rouge; un traitement à l'acide chlorhydrique chaud permet d'enlever cette impureté sans dissoudre d'antimoine et la flajolotite apparaît alors avec sa couleur jaune naturelle.

BLEINIÉRITE

$$y\,PbO\,x\,Sb^2O^5 + nH^2O$$

Amorphe.

Facies. La bleiniérite se présente en masses amorphes, compactes réniformes, lamelleuses (lames concentriques), parfois terreuses : elle conserve souvent la forme du minéral aux dépens duquel elle s'est produite.

Dureté. 4.

Densité. 4.6 à 5.

Coloration et éclat. Brune, jaune, grise ou blanche. Translucide ou opaque.

Éclat résineux très vif dans certaines variétés, aspect terreux dans d'autres.

Composition chimique. La bleiniérite est un antimoniate hydraté de plomb de composition très variable suivant les gisements de 31 à 52 % de Sb^2O^5, de 62 à 41 de PbO ; de 5 à 12 % H^2O.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau. Sur le charbon est réduit en un globule de plomb et d'antimoine entouré par une auréole jaune, à laquelle succède une auréole blanche.

Attaquée par l'acide azotique étendu avec résidu d'acide antimonique, par l'acide chlorhydrique avec résidu blanc de chlorure de plomb.

Altération. Par altération, la bleiniérite se transforme en massicot, cérusite et avec résidu de stibiconite.

Diagnostic. La bleiniérite se distingue de la cérusite compacte, dont elle possède l'éclat, parce qu'elle ne se dissout que partiellement et sans effervescence dans l'acide azotique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La bleiniérite est un produit d'altération assez fréquent des sulfo-antimoniures de plomb (bournonite, boulangérite, jamesonite) et tous les gisements cités dans ce livre à l'étude de ces minéraux en renferment plus ou moins, mais quelques-uns d'entre eux méritent une mention spéciale.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* De beaux échantillons noirs ou jaunes de bleiniérite, à éclat vitreux, ont été trouvés aux affleurements

du filon de boulangérite de la mine de la Rodde près Ally. On l'y a rencontrée parfois elle-même altérée et transformée en massicot pulvérulent.

Puy-de-Dôme. La zinkénite de Peschadoire près Pontgibaud est en partie transformée en bleiniérite d'un jaune brun à brun-châtaigne, possédant un éclat résineux très vif; ce gisement a fourni de très beaux échantillons de ce minéral.

Alpes. — *Isère.* Les gros cristaux de bournonite de Prunières sont généralement très altérés et épigénisés par de la bleiniérite ; les échantillons que j'ai étudiés diffèrent beaucoup de ceux de Peschadoire. Le minéral a une cassure terne, il est blanc, marbré de vert par imprégnation de malachite; il fait quelquefois effervescence avec les acides par suite de l'existence, non seulement de malachite, mais encore d'une petite quantité de cérusite, qui lui est mélangée.

Hautes-Alpes. Je dois à M. Thénaud des échantillons de bleiniérite caverneux provenant de Bréziers ; ils résultent de l'oxydation de bournonite.

Algérie. — *Constantine.* C'est le gisement de Hammam N'baïl, qui a fourni la plus grande quantité de bleiniérite que je connaisse. La nadorite y est souvent entièrement transformée en ce minéral : ses cristaux ont conservé leur forme, mais ils sont devenus d'un jaune d'or et ternes ; ce n'est que dans la cassure qu'apparaît l'éclat gras caractéristique de la bleiniérite, les lames de nadorite étant parfois très minces ; la bleiniérite constitue alors des pellicules transparentes, monoréfringentes. Ce minéral est souvent mélangé avec de la cérusite et supporte des cristaux nets de ce minéral.

LEUCOCHALCITE

$$Cu^3\,(AsO^4)^2\,Cu\,(OH)^2 + 2\,H^2O$$

Orthorhombique?

Facies. La leucochalcite n'est connue qu'en petites aiguilles, sans terminaisons distinctes.

Coloration et éclat. Blanche à blanc grisâtre. Translucide ou transparente.

Éclat soyeux très vif.

Propriétés optiques. Les aiguilles possèdent une extinction longitudinale avec signe d'allongement positif.

Composition chimique. La formule $Cu^3(AsO^4)^2 . Cu(OH)^2 + 2H^2O$, ou $4\,CuOAs^2O^5 + 3H^2O$ correspond à la composition suivante :

As^2O^5.....	42,7
CuO	47,2
H^2O	10,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Dégage de l'eau dans le tube. Au chalumeau, verdit, puis fond en un verre noir.

Soluble dans l'acide azotique.

Diagnostic. La leucochalcite se distingue des variétés fibreuses d'olivénite, d'un gris verdâtre, par l'eau qu'elle dégage dans le tube à basse température.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Congo. — La leucochalcite n'était connue jusqu'à présent qu'à la mine Wilhemine dans le Spessart.

Je l'ai rencontrée récemment (*B.S.M.* XXXI. 255. 1908) parmi les minéraux de la mine de Mindouli. Elle constitue de délicates houppes, extrêmement fragiles, implantées sur des cristaux de quartz, associés à la dioptase. L'unique échantillon rencontré ne m'a permis que des observations qualitatives.

BAYLDONITE

$(Cu,Pb)(Cu.OH)\,AsO^4 + 0{,}5\,H^2O$

Facies. Petites masses concrétionnées avec cavités à surfaces mamelonnées.

Cassure. Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 4,5.

Densité. 5,35.

Coloration et éclat. Vert d'herbe à vert noir. Poussière jaune-serin à vert d'herbe. Translucide.

Éclat résineux.

Composition chimique. La formule $(Cu,Pb)(Cu.OH)\,AsO^4 + 0{,}5$

H^2O ou $4(Pb,Cu)OAs^2O^5 + 2H^2O$, avec Pb:Cu=1:3 correspond à la composition suivante :

As^2O^5...	31,7
CuO	32,7
PbO....	30,6
H^2O	5,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et noircit. Au chalumeau, décrépite, fond en un globule noir et donne des vapeurs arsénicales en laissant de petites grenailles d'un alliage de cuivre et de plomb à éclat métallique.

Difficilement soluble dans l'acide azotique.

Diagnostic. Ce minéral est le seul arséniate de plomb et de cuivre connu ; ses réactions chimiques sont donc caractéristiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Allier.* La bayldonite n'est connue jusqu'ici que dans le Cornwall.

Il est fort probable que c'est à cette espèce qu'il faut rapporter un arséniate de cuivre et de plomb, trouvé par Fournet (*C. R.* LIV. 1096. 1862) dans un filon de limonite traversant le calcaire dévonien de Diou, minéral répondant à la description donnée plus haut, mais que je n'ai pas eu en mains.

TYROLITE

$$Cu(Cu.OH)^4(AsO^4)^2 + 7H^2O$$

Orthorhombique.

$$[a : b : c = 0{,}9325 : 1 : ? \text{ (Dana)}]$$

mm 94° mh^1 137°

Facies. La tyrolite ne se trouve que très rarement en lames pourvues de contours géométriques ; elle se présente d'ordinaire en lames groupées en éventail ou en rosettes plus ou moins régulières, qui sont parfois allongées suivant l'axe *a* (Boberty) et plus souvent suivant l'axe *b*.

Clivages. Clivage parfait, micacé, suivant *p* (001), donnant des lames flexibles.

Dureté. 1, à 1,5. Sectile.

Densité. 3,16 à 3,374. 3,224 (Sainte-Marie-aux-Mines).

Coloration et éclat. Vert-pomme ou vert-de-gris passant au bleu-ciel. Vert-émeraude. Poussière de même couleur, mais plus pâle. Transparente ou translucide.

Éclat nacré très vif, parfois un peu soyeux sur les lames de clivage ; éclat vitreux dans les autres directions.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) normale à p (001), avec angle des axes optiques très grand et forte dispersion $\rho > v$.

Pléochroïsme. Pléochroïsme faible.

$\mathbf{n}_g$ = vert-émeraude vif.
$\mathbf{n}_m$ = vert, avec légère teinte jaunâtre.

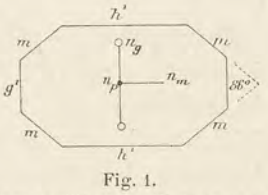


Fig. 1.
Face p (001) perpendiculaire à la bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}p$).

Composition chimique. La formule $Cu(Cu.OH)^4(AsO^4)^2 + 7\ H^2O$ ou $5\ CuO\ As^2O^5 + 9\ H^2O$ correspond à la composition suivante. Quelques analyses indiquent une assez grande quantité de carbonate de calcium qui, dans l'établissement de la formule ci-contre, a été considéré comme dû à des impuretés, mais qui entre peut-être dans la constitution du minéral ; dans ce cas, celui-ci devrait être déplacé dans la systématique.

As^2O^5. . .	29,2
CuO	50,2
H^2O.	20,6
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite et donne beaucoup d'eau. Au chalumeau, fond en un globule gris d'acier. Sur le charbon, donne des fumées arsénicales et fond en une masse facile à réduire en un globule de cuivre au feu réducteur. Soluble dans les acides et dans l'ammoniaque.

Diagnostic. Voir à chalcophyllite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

[**Alsace**]. — *Vosges.* J'ai trouvé dans la collection du docteur Carrière et dans celle de Daubrée des échantillons de tyrolite provenant de Sainte-Marie-aux-Mines. Ils consistent en quartz, très fissuré et pénétré d'un peu de malachite, associée à de belles lames d'un vert-émeraude, possédant les propriétés énumérées plus haut : la densité

a été prise à l'aide de l'iodure de méthylène ; l'examen des propriétés optiques ne laisse pas de doute sur leur nature. Le minéral est trop peu abondant pour qu'il m'ait été possible d'en faire l'analyse.

M. Ungemach rapporte à la tyrolite (*B. S. M.* XXIX. 257. 1906) un minéral soyeux, dont la couleur varie du vert bleu au vert d'eau, et qui accompagne la chessylite dans le filon cuprifère de Triembach (Val de Villé).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Il existe dans le massif du Pic d'Arbizon et près du petit lac d'Arron des filons quartzeux renfermant de la chalcopyrite et du mispickel. Parmi leurs produits d'oxydation, j'ai recueilli des croûtes d'un vert-émeraude, constituées par des écailles de tyrolite mêlées à de la calcite.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les fentes du mispickel de Boberty, près Anzat-le-Luguet, sont couvertes d'enduits d'un vert-malachite, localement lamelleux, d'un arséniate de cuivre hydraté ; ses propriétés optiques permettent de le rapporter à la tyrolite. Les lames aplaties suivant p sont parfois allongées parallèlement à g^1 (trace du plan des axes optiques).

Maures. — *Var.* J'ai rencontré de magnifiques échantillons de



Fig. 2.
Rosettes de tyrolite avec fines aiguilles d'olivénite encroûtées de malachite.
Mine de la Garonne. (*Grossissement d'environ cinq diamètres.*)

tyrolite, d'un vert-émeraude, parmi des minéraux de la mine de la

Garonne. La tyrolite forme des lames ou bien rectangulaires, ou bien limitées par les faces m, h^1, g^1, et alors allongées suivant l'axe b, par lequel elles sont implantées sur le poudingue quartzifère. Elles constituent des agrégats en éventail, qui parfois recouvrent entièrement leur gangue. Dans d'autres cas, elles se réunissent en délicates rosettes, sur lesquelles sont implantées de fines aiguilles d'olivénite (fig. 2), qu'encroûte souvent de la malachite.

Je signale ici un minéral, peut-être voisin de la tyrolite, qui constitue sans doute une espèce nouvelle, mais dont je ne possède qu'un échantillon insuffisant pour permettre une étude complète.

Il s'agit d'un échantillon de pegmatite de la Vilate, sur lequel sont implantés en agrégats de petits cristaux, d'un bleu verdâtre, renfermant As^2O^5, CuO, CaO, H^2O, avec un peu de fer et d'alumine. Le minéral forme des lamelles groupées en éventail, monocliniques, aplaties suivant g^1 (010), limitées par des prismes verticaux et par p (001) [$ph^1 = 100°$ environ mesuré au microscope]. Le plan des axes optiques et la bissectrice obtuse *négative* ($\mathbf{n}_p$) sont perpendiculaires à g^1. L'écartement des axes est assez grand autour de la bissectrice aiguë *positive*, qui, dans g^1, fait un angle de 13° avec l'axe c, dans l'angle obtus ph^1. Le pléochroïsme est faible : $\mathbf{n}_g$ = à peine bleuâtre, $\mathbf{n}_m$ = vert clair, $\mathbf{n}_p$ = incolore.

CHALCOPHYLLITE

$(Cu.OH)^3Cu(OH)^2AsO^4 + 3{,}5\ H^2O$.

Rhomboédrique. $pp = 69°\ 48'$ (Dx.)

$[a : c = 1 : 2{,}5538]$.

Formes observées : a^1 (0001) ; p ($10\bar{1}1$) ; pa^1 108°44′.

Facies. La chalcophyllite se présente en petites lames hexagonales, limitées par des faces p ; elles portent souvent des stries triangulaires, traces de clivages rhomboédriques.

Clivages. Clivage, micacé suivant a^1 (0001) ; traces suivant p ($10\bar{1}1$).

Dureté. 2.

Densité. 2,4 à 2,66. 2,735 (Mine de la Garonne).

Coloration et éclat. Vert-émeraude, vert-de-gris, vert bleuâtre. Transparente.

Éclat nacré sur le clivage a^1, vitreux sur les autres faces.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* ($\mathbf{n}_g$).

$$\mathbf{n}g = 1{,}6323 \text{ (Na) (Gaubert)}$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}5745$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0578$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est peu intense dans les teintes vertes : le maximum d'absorption a lieu suivant $\mathbf{n}_g$.

Composition chimique. La formule de la chalcophyllite est incertaine ; celle qui est adoptée ici : $Cu(OH)^3Cu(OH)^2 As O^4 + 3{,}5\ H^2O$ correspond à la composition centésimale suivante.

As^2O^5.....	24,4
CuO.....	53,9
H^2O.....	21,7
	100,0

Rammelsberg admet la formule $9\ CuO\ Al^2O^3\ 2As^2O^5 + 27\ H^2O$, en faisant entrer dans la composition du minéral une petite quantité, variable d'ailleurs, d'alumine, trouvée dans la plupart des analyses.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite, donne de l'eau et verdit ; les autres réactions sont celles de l'olivénite. Soluble dans les acides et dans l'ammoniaque.

Diagnostic. La chalcophyllite, grâce à sa structure micacée, ne peut guère être confondue avec les autres arséniates de cuivre, à l'exception de la tyrolite : la densité de celle-ci est plus grande et la forme différente ; la tyrolite en effet est orthorhombique, les axes optiques sont très écartés autour de la bissectrice aiguë *négative* normale au clivage micacé, tandis que la chalcophyllite est nettement uniaxe et optiquement *positive*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Maures. — *Var.* Ce minéral rare a été trouvé en magnifiques échantillons dans le gîte cuprifère de la mine de la Garonne, près Hyères, où il est surtout associé à la lettsomite, à la pseudomalachite et à la malachite mamelonnées.

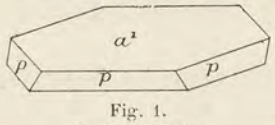


Fig. 1.
Chalcophyllite.

Il constitue de petites lamelles hexagonales, bordées par p (fig. 1), souvent groupées en grand nombre à axes paral-

lèles et imbriquées les unes sur les autres ; elles forment ainsi des grou-



Fig. 2
Groupement de lamelles de chalcophyllite. Mine de la Garonne.
(*Grossissement de deux diamètres.*)

pements cristallins très brillants (fig. 2).

Vosges. —[*Alsace*]. Carrière a signalé la chalcophyllite (sous le nom *d'érinite* de Beudant) à Sainte-Marie-aux-Mines ; il parle de formes hexagonales, provenant de la mine des Trois (Val de Liepvre). Les échantillons que j'ai trouvés dans sa collection, étiquetés sous ce nom, sont constitués par de la tyrolite, mais M. Leslin m'a communiqué un échantillon qui appartient bien à la chalcophyllite ; il consiste en lames fort petites, d'un vert plus pâle que celui présenté d'ordinaire par la chalcophyllite ; leurs propriétés optiques ne laissent cependant pas de doute sur leur identification.

PHARMACOSIDÉRITE

$$Fe^{3}[O(H.K)]^{3}(AsO^{4})^{2} + 5\,H^{2}O.$$

Cubique, tétraédrique.

Formes observées. p (100), $_{1/2}\,a^1$ [$\varkappa$(111)], $a^{40}{}_{1/2}$ [$\varkappa$ (40.1.1)].

Facies. La pharmacosidérite se rencontre uniquement sous forme de petits cubes, avec parfois des faces tétraédriques ; les faces p sont striées parallèlement à leur intersection avec a^1 par suite de l'existence du trapézoèdre vicinal [a^{40} (40. 1. 1)]. Le minéral est toujours cristallisé, mais parfois constitue des croûtes cristallines à formes indistinctes.

Clivages. Clivage imparfait suivant p (100). Cassure inégale.

Dureté. 2,5.

Densité. 2,798. (Puy-les-Vignes).

Coloration et éclat. Verte (vert-olive à vert-émeraude), jaune à jaune brun. Poussière de même couleur, mais plus pâle. Transparente en lames minces.

Éclat gras à adamantin.

Propriétés optiques. L'examen des propriétés optiques montre que la pharmacosidérite n'est que pseudocubique et formée de six cristaux ayant pour base les faces du cube (E. Bertrand. *B. S. M.* IV. 255. 1881). Une lame parallèle à p montre la division en quatre (fig. 1) ou cinq (fig. 2) secteurs (suivant la situation de la section par rapport au centre du cristal), habituels à ce type de structure. Parfois (Vaulry), ils sont homogènes; le plus souvent, ils présentent de fines macles rectangulaires.

Le secteur central s'éteint suivant ses diagonales, direction du plus grand indice de la plaque ; j'ai pu constater dans les cristaux étudiés plus haut, que c'est $\mathbf{n}_p$, normal à la plaque, qui est la bissectrice aiguë (fig. 2) ; l'angle 2E est variable, souvent assez petit et parfois nul. Dans les cristaux servant de bordure, l'extinction se fait suivant les côtés, parallèlement auxquels est placé le plus petit indice de la section (fig. 1 et 2).

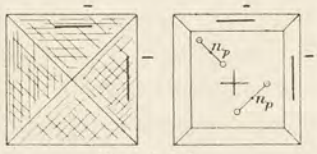


Fig. 1 et 2.
Lames p (100) de pharmacosidérite de Vaulry.

L'action de la chaleur produit un effet digne de remarque décrit par R. Brauns (*Opt. anom. Krist.* 1891. 349). Tandis que dans la partie centrale des plaques, on n'observe pas de modification consécutive à une élévation de température, dans la bordure au contraire, les indices prennent des valeurs de plus en plus voisines, puis $\mathbf{n'}_g$ permute avec $\mathbf{n'}_p$. Ce changement d'état, reversible, n'est accompagné

d'aucune modification chimique et montre que la pharmacosidérite est polymorphe à des températures différentes.

$$\mathbf{n} = 1{,}676 \text{ (Na) (Gaubert).}$$

Les cristaux de pharmacosidérite sont très perméables : un cristal plongé dans l'ammoniaque devient rapidement rouge ; placé ensuite dans l'acide chlorhydrique dilué, il reprend sa couleur primitive.

Composition chimique. La formule $Fe^3[O(H.K)]^3(AsO^4)^2 + 5H^2O$ ou $2FeAsO^4$, $Fe[O(HK)]^3 + 5H^2O$ a été établie récemment par M. Hartley (*Miner. Magaz.* XII. 152. 1899) ; elle correspond à la composition centésimale suivante :

As^2O^5.....	39,18
Fe^2O^3.....	40,88
K^2O.....	var.
H^2O.....	19,94
	100,00

Le potassium remplace une partie de l'hydrogène de l'hydroxyle ; sa proportion est variable et peut atteindre dans quelques gisements 4,54 %. A 130° C., le minéral perd 5 molécules d'eau (15,53 %).

Essais pyrognostiques. Comme la scorodite, mais en outre il est facile de mettre en évidence la présence du potassium en attaquant sur une lame de verre le minéral par un acide et en ajoutant à sa dissolution un peu de chlorure de platine. Il se produit aussitôt des octaèdres jaune d'or de chloroplatinate de potassium.

Diagnostic. La forme cubique et les propriétés optiques ne permettent de confondre la pharmacosidérite avec aucun autre arséniate.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pharmacosidérite est, comme la scorodite qu'elle accompagne fréquemment, un produit habituel de la décomposition du mispickel ; elle se trouve dans les gisements de celui-ci, c'est-à-dire dans les filons stannifères, wolframifères et dans des filons de quartz, mais elle existe aussi dans quelques filons cuprifères contenant des arséniures ou des sulfoarséniures.

1° *Dans les gisements de mispickel.*

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* La pharmacosidérite a été signalée par de Limur (*op. cit.*) à la Villeder.

Ille-et-Vilaine. Elle se rencontre dans un filon de quartz aux Buttes de Coesmes, près Rennes (Kerforne. *Bul. Soc. Sc. Méd. Ouest*. XII. 200. 1903).

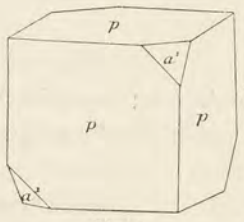


Fig. 3. Pharmacosidérite. Forme commune.

Anjou. — *Maine-et-Loire*. Petits cristaux dans le quartz d'Avrillé.

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. La pharmacosidérite, en cubes verts, se trouve dans les cavités du quartz des filons stannifères de Vaulry, dans le quartz du filon wolframifère de Puy-les-Vignes, près Saint-Léonard. Les cristaux de cette localité sont fréquemment jaunes.

Puy-de-Dôme. J'ai rencontré des cubes de pharmacosidérite d'un vert jaune dans une limonite des environs d'Avèze. Je dois à MM. Gonnard et L. Roux des cristaux verts du même minéral occupant les cavités laissées par la disparition de cristaux de pyrite et de mispickel dans la microgranite de Cher au nord-ouest d'Echandelys.

Saône-et-Loire. En petits cristaux jaunes accompagnant le wolfram de Montortu près Autun (voir p. 259).

2° *Dans des gisements cuprifères.*

Vosges. — [*Alsace*]. Petits cubes d'un vert-olive, associés à de la panabase altérée, dans le filon de Triembach dans le Val de Villé (Ungemach. *B. S. M.* XXIX. 274. 1906).

Maures. — *Var*. M. Pisani a signalé (*C. R.* LXXXIV. 1512. 1877) la pharmacosidérite dans les fentes des poudingues cuprifères de la mine de la Garonne. J'ai observé de beaux échantillons de ce gisement, constitués par des surfaces de plusieurs centimètres carrés, couvertes de cubes p, avec parfois $^1/_2\, a^1$ (fig. 2), verts ou bruns de ce minéral.

Algérie. — *Alger*. C'est également dans un gisement cuprifère à Mouzaïa, que le même minéral a été trouvé autrefois.

ANGELARDITE

Les phosphates résultant de la transformation de la triphylite et de la triplite des Huréaux en Saint-Sylvestre, de la Vilate, du pont de

Barost et de Compreignac sont souvent accompagnés par une substance cloisonnée, plus rarement compacte ou sphérolitique, botroyde et fibreuse, dont la couleur varie du bleu clair au bleu violacé et au gris. Sa densité, variable suivant son état d'agrégation, est voisine de 2,77, son indice médian se rapproche de 1,70.

Berthier a donné l'analyse *a*) (*A. M.* XII. 303. 1826) d'un échantillon de cette substance, en masses compactes, d'un gris taché de bleu nacré, légèrement translucides, imprégnées de psilomélane : il l'a indiqué comme provenant d'Anglar près Compreignac. Il est vraisemblable que le MnO^2 de cette analyse est dû à ce minéral : c'est ce qu'a pensé von Kobell, qui a désigné ce minéral sous le nom d'*anglarite* (*Charact. der Mineralien*. 1831. 237) et reproduit seulement l'analyse de Berthier *b*), après élimination du manganèse.

	a	*b*
P^2O^5..... ..	24,8	27,3
FeO.....	51,0	56,0
MnO^2.....	9,0	»
H^2O	15,0	16,5
	99,8	99,8

Depuis lors, tous les minéralogistes ont considéré ce terme d'anglarite comme synonyme de vivianite, sans prendre garde à la grande différence de composition centésimale des deux substances. Dans leurs travaux sur les minéraux de la Vilate, Des Cloizeaux et Damour, eux aussi, ont désigné ce minéral bleu, uniquement sous le nom de vivianite, sans rappeler celui d'anglarite. Il semble que si l'on doit rapprocher cette substance d'une espèce minérale connue, c'est non pas de la vivianite mais de la *ludlamite*, décrite d'ailleurs beaucoup plus tard, dont la composition théorique est représentée par la formule $2\,Fe^3(PO^4)^2.Fe(OH)^2 + 8H^2O$ ou $7\,FeO\,P^2O^5 + 9H^2O$ correspond à la composition suivante :

P^2O^5.....	29,9
FeO.....	53,0
H^2O	17,1
	100,0

Je n'ai pu déterminer entièrement les propriétés optiques, les fibres étant extrêmement fines et serrées ; elles sont d'allongement positif, très pléochroïques dans les teintes suivantes :

n_g = bleu foncé
n_m = violet clair
n_p = incolore.

La coloration est inégalement répartie ; ces teintes de pléochroïsme rappellent un peu celles de la glaucophane.

Ces propriétés, jointes à la densité et à la réfringence plus forte, à la biréfringence plus faible et enfin à la composition chimique, ne laissent aucun doute sur l'indépendance de ce minéral et de la vivianite.

Je change ce nom d'anglarite, en celui *d'angelardite*, car il n'existe pas dans la commune de Compreignac de lieu-dit portant le nom d'Anglar, mais un Angelard où, d'après les renseignements que je dois à M. Didier, se trouvent des pegmatites, qui ont pu fournir le minéral analysé. A l'époque où écrivait Berthier[1], on se souciait peu des questions de gisement et pareille incertitude géographique se rencontre dans l'histoire de beaucoup des minéraux qu'il a analysés. C'est ainsi que reste vague la position exacte du gisement portant le même nom d'Anglar, d'où provient la variété de berthiérite à laquelle Nordenskiöld a donné le nom d'anglarite (voir tome II, p. 693), longtemps (1848) après la publication du livre de Kobell, auquel il est fait allusion plus haut. Ce changement de nom évitera ainsi une confusion.

WAVELLITE

$$[Al(OH.F)^3](PO^4)^2 + 5H^2O$$

Orthorhombique : $mm = 121°44'$

$b : h = 1000 : 356{,}784$ (Dx) $\quad D = 873{,}527 \quad d = 486{,}776$

$[a : b : c = 0{,}55725 : 1 : 0{,}40844$ (Cesàro)$]$

Formes observées. m (110), g^1 (010) ; a^1 (101) ; $e_3 = (b^{1/5}\, b^{1/3}\, g^{1/5})$ (121)[2].

1. Il est singulier que Dufrénoy, qui ne cite pas le nom d'anglarite dans sa *Minéralogie*, ait donné (II. 537. 1845) l'analyse brute de Berthier comme représentant la composition de la dufrénite et que, par contre, il n'ait pas cité l'analyse de ce minéral faite par Vauquelin. Il a donc confondu ces deux minéraux.

2. J'adopte les paramètres de M. Cesàro plutôt que ceux de Senff ($a : b : c = 0{,}50495 : 1 : 0{,}97523$. $mm = 126° 25'$) acceptés par Des Cloizeaux, car ils ont été calculés sans faire intervenir de mesures de la zone verticale, qui sont toujours détestables. Avec ces nouveaux paramètres, la face dominante des cristaux de Montebras prend le symbole simple e_3 (121) au lieu de $e_{3/8}$ (5. 11. 3) donné par Des Cloizeaux.

Les angles suivants ont été mesurés par Des Cloizeaux sur des cristaux de Montebras.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	121°45′	
mg^1	119° 3′	
a^1a^1 s. p	106°46′	
$^*a^1b^{1/2}$	161°46′	161°46′
g^1e_3	123°23′	123° 0′ à 25′
g^1e_3 s. a^1	56°37′	56°20′

	Angles calculés.	Angles mesurés.
e_3e_3 s. a^1	113°14′	112°50′ à 113°25′
e_3a^1	146°37′	147°
$^*b^{1/2}b^{1/2}$ s. e^1	111°41′	
e_3e_3 côté	120°50′	120°55′ à 121°30′

Facies. Les cristaux distincts de wavellite sont rares. Ce minéral se présente d'ordinaire sous forme de mamelons à structure fibreuse, rayonnée : ils sont parfois hérissés de pointements cristallins. Les faces de la zone prismatique sont toujours très cannelées verticalement.

Clivages. Clivages assez nets suivant m (110) et g^1 (010). Cassure imparfaitement conchoïdale.

Dureté. 3, 5 à 4. Fragile.

Densité. 2,32 à 2,34. 2, 33 (Montebras).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, grise jaune, verte ou brune, bleuâtre. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux très vif, nacré sur les lames de clivage.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), parallèle à l'axe vertical. Faible dispersion, avec $\rho > v$.

$\mathbf{n}_m = 1{,}526.\ 2\,V = 71°48'$ (Na)
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}025$

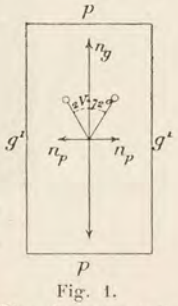


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à $h1$ (100).

Composition chimique. La formule $Al(OH)^3(PO^4)^2 + 5\,H^2O$ ou $3\,Al^2O^3\,P^2O^5 + 13\,H^2O$ correspond à la composition *a*), dans laquelle une partie de l'hydroxyle peut être remplacée par du fluor.

b) analyse de la wavellite de Montebras par M. Pisani (*C. R.* LXXV. 79. 1872).

	a	*b*
P^2O^5	35,2	34,30
Al^2O^3	38,0	38,25
F	»	2,27
H^2O	26,8	26,60
	100,0	101,42

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau, qui corrode le verre. Au chalumeau, reste infusible, mais tombe en pièces ; colore la flamme en verdâtre, se colore en bleu avec l'azotate de cobalt. Attaquée par l'acide sulfurique avec dégagement d'acide fluorhydrique. Soluble dans l'acide chlorhydrique et dans la potasse caustique.

Diagnostic. Parmi les phosphates fibreux, la wavellite peut être facilement reconnue par sa grande cristallinité et par ses propriétés optiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La wavellite se rencontre dans les fentes des roches sédimentaires, dans des minerais de fer ou de manganèse, plus rarement dans les filons stannifères.

1° *Dans les filons stannifères.*

Plateau Central. — *Creuse.* Le gisement stannifère de Montebras

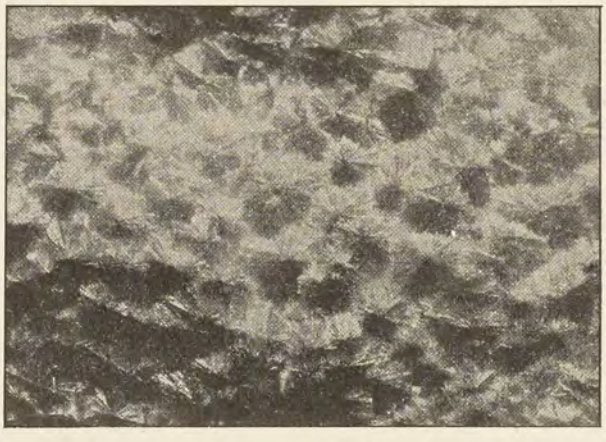


Fig. 2.
Rosettes de wavellite sur amblygonite de Montebras.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

en Soumans a fourni en grande quantité de magnifiques échantillons de wavellite. Ce minéral y résulte d'une façon constante de la décomposition de l'amblygonite. On trouve cette dernière substance se transformant en turquoise, traversée par des veinules de wavellite, qui cristallise, sur les deux parois des fissures, en croûtes fibreuses ; celles-ci tantôt se rejoignent pour combler entièrement la cavité, mais se décollent facilement suivant le plan de celles-ci, en montrant leur structure rayonnée (fig. 2), et tantôt au contraire, laissent une

géode libre. Les concrétions fibreuses de wavellite se terminent alors par des mamelons hérissés de pointes cristallines dans lesquelles Des Cloizeaux a observé (*A. C. P.* XXVII. 405. 1872), $x = e_3$ (121) et a^1 (101) distinctes, alors que les faces m (110) sont très cannelées et souvent non mesurables, g^1 est plus net (fig. 3). La wavellite de Montebras est blanche, et possède un éclat nacré très vif.

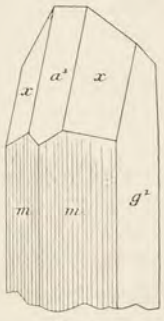


Fig 3.
Wavellite
de Montebras.

2° *Dans les fentes de roches sédimentaires.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* M. Ch. Frossard a cité sans description (*B. S. M.* XXI. 87. 1898) la wavellite d'un vert foncé sur le quartz, au voisinage d'un pointement ophitique, sur la rive gauche du ruisseau d'Oubac, entre une carrière et le col de Couret de la Lit (flanc méridional de la vallée de Suponne, près Bagnères-de-Bigorre). Je n'ai pu retrouver cet échantillon dans la collection de M. Frossard et je donne cette indication sous réserve.

Ariège. La wavellite forme de petits sphérolites radiés d'environ 1 mm. de diamètre, dans les fentes d'un schiste argileux du château d'Encourtiech, à 5 km. de Saint-Girons. Le minéral est d'un jaune brunâtre (collection du Muséum).

J'ai vainement cherché la wavellite au Pont de la Taule (au sud de Seix), où Coquand a indiqué son existence (*B. S. G.* IX. 226. 1838), sous forme de globules radiés de près de cinq centimètres dans les fentes d'un calcaire qu'il attribue au secondaire. Au Pont de la Taule, affleurent des calcaires et des schistes dévoniens, et il me paraît fort vraisemblable que le minéral désigné sous le nom de wavellite, n'était autre que la stilbite, si fréquente sous cette forme dans les fentes des roches les plus variées de cette région.

Gisements inexactement cités.

Guyane. — M. Jannettaz a déduit d'analyses de roches de la Guyane (*B. S. M.* VI. 34. 1883) l'existence de la wavellite. Les échantillons examinés et que j'ai trouvés sous ce nom dans la collection du Muséum, sont constitués par la variscite de l'îlot du Connétable, décrite page 483.

Plateau Central. — *Rhône.* Le minéral bleu sphérolitique, indiqué

comme wavellite par M. Gonnard à Montchonay (*Min. Rhône et Loire*. 93. 1906) est la variété de plumbogummite, décrite page 591.

CACOXÉNITE

$$Fe^2(OH)^3PO^4+4,5H^2O$$

Orthorhombique.

Facies. La cacoxénite se présente sous forme de petites aiguilles, groupées en houppes et plus rarement sous celle de sphérolites à fibres très serrées.

Dureté. 3 à 4.

Densité. 2.3 à 2.4.

Coloration et éclat. Jaune paille à jaune brunâtre ; la couleur fonce par exposition à l'air. Transparente en lames minces.

Éclat soyeux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) parallèles à l'allongement des fibres. N est voisin de 1,61.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net dans les teintes jaunes, avec maximum suivant $\mathbf{n}_g$.

Composition chimique. Peut-être la cacoxénite doit-elle être considérée comme un hydrate à 4, 5 molécules d'eau de la dufrénite ; la composition correspondant à cette formule $Fe^2(OH)^3PO^4+4,5\,H^2O$ ou $2Fe^2O^3\,P^2O^5+12H^2O$ est la suivante :

P^2O^5	20,9
Fe^2O^3	47,2
H^2O	31,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Comme la vivianite.

Diagnostic. La cacoxénite se distingue facilement, grâce aux réactions associées de l'anhydride phosphorique et du fer, des minéraux jaunes fibreux (prixite, carpholite, uranotile, etc.) avec lesquels on pourrait la confondre au premier abord.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Bretagne. — *Morbihan*. La cacoxénite accompagne la dufrénite de Pluherlin en Rochefort-en-Terre et provient probablement de son

altération ; elle ne s'y est trouvée du reste qu'en petite quantité ; elle y forme des sphérolites à fibres serrées, comme ceux de la dufrénite.

J'ai observé de petits enduits fibreux, d'un jaune-paille, à la surface de cristaux d'apatite et de cassitérite de la Villeder ; examinés au microscope, ils se montrent constitués par des houppes d'aiguilles jaunes pléochroïques.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Je rapporte à la cacoxénite des houppes d'un jaune-paille clair, qui recouvrent parfois les cristaux d'huréaulite de la Vilate, près Chanteloube. J'ai pu en isoler quelques aiguilles et constater qu'elles sont formées par un phosphate hydraté de fer, sans manganèse ; leurs propriétés optiques sont semblables à celles du minéral du gisement précédent. Cette substance constitue à la Vilate une extrême rareté.

TURQUOISE

$Al^2(OH)^3PO^4+H^2O$

Cryptocristalline.

Facies. La turquoise forme des masses compactes, concrétionnées, à cassure conchoïdale.

Dureté. 6. Fragile.

Densité. 2,7 à 2,83.

Coloration et éclat. Bleu de ciel, bleu verdâtre à vert-pomme. Poussière blanche ou verdâtre. Transparente, seulement en lames minces.

Éclat un peu cireux.

Propriétés optiques. En lumière polarisée parallèle, on constate des particules peu biréfringentes, trop petites et trop enchevêtrées pour que leurs propriétés puissent être définies.

$$N = 1{,}63$$

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule $Al^2(OH)^3PO^4+H^2O$ ou $2Al^2O^3P^2O^5+5H^2O$ est donnée plus loin.

La coloration est due à du cuivre (2 à 7 % CuO). M. Clarke admet que cet oxyde existe sous la forme $2CuO\ P^2O^5+4H^2O$; M. Penfield (*Am. J. of. Sc.* X. 346. 1900) a fait remarquer que l'isomorphisme de ce sel

de cuivre avec le phosphate d'aluminium est peu vraisemblable et qu'on ne peut admettre un mélange purement mécanique des deux corps, les acides attaquant intégralement le minéral ; il a proposé la formule $[(Al,Fe)(OH)^2,Cu(OH),H]^3PO^4$, qui placerait ce minéral à la suite de la klaprothite.

P^2O^5	32,6
Al^2O^3	46,8
H^2O	20,6
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, décrépite et donne de l'eau (à haute température), puis devient brune ou noire. Au chalumeau, devient vitreuse sans fondre. Colore la flamme en vert ou en bleu si le minéral a été humecté d'acide chlorhydrique. Donne la réaction de l'anhydride phosphorique, du cuivre et de l'aluminium. Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. La couleur est caractéristique de ce minéral. Voir page 481 et plus loin pour la distinction avec la callaïs (variscite) et avec l'odontolite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La turquoise se trouve en veinules dans diverses roches soit éruptives, soit sédimentaires. Le gisement français suivant est de nature différente.

Dans un filon stannifère.

Plateau Central. — *Creuse.* Le filon stannifère de Montebras en Soumans a fourni en abondance la turquoise, qui y constitue des épigénies de l'amblygonite. Celle-ci devient terne, poreuse, en perdant ses alcalis et son fluor ; elle prend une belle coloration bleu de ciel ; en même temps, sa structure cristalline disparaît et elle se transforme progressivement en une masse cryptocristalline, souvent mélangée de wavellite ; quand l'altération est plus avancée, l'amblygonite est remplacée par une matière caverneuse fragile. L'étude chimique de cette turquoise est à entreprendre. Le cuivre est fourni par l'oxydation d'un sulfure englobé en petite quantité dans la cassitérite.

La turquoise de Montebras pourrait faire une jolie pierre précieuse si elle n'était aussi poreuse ; pendant le polissage, l'émeri remplit ses cavités et une fois taillée, la pierre est tachetée de noir.

ÉVANSITE

$Al^3(OH)^6PO^4+6H^2O$

Amorphe.

Facies. L'évansite forme des concrétions à surface botroyde ou mamelonnée, des enduits et des masses compactes. Les concrétions sont souvent constituées par des écailles concentriques, imparfaitement appliquées les unes contre les autres.

Dureté. 3, 5 à 4.

Densité. 1,939.

Coloration et éclat. Incolore, blanc de lait, jaune, quelquefois blanche. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux ou résineux; certains échantillons ont l'aspect de la gomme arabique (environs d'Alais).

Propriétés optiques. Au microscope, l'évansite se montre transparente et dépourvue d'action sur la lumière polarisée.

$$n = 1{,}485.$$

Composition chimique. La formule $Al^3(OH)^6PO^4+6H^2O$ ou $3Al^2O^3 P^2O^5+18H^2O$ correspond à la composition théorique suivante :

P^2O^5	18,4
Al^2O^3	39,6
H^2O	42,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite et devient d'un blanc opaque, en donnant de l'eau. Infusible au chalumeau. Donne les réactions de l'alumine avec la solution de cobalt.

Facilement soluble dans les acides ; difficilement attaquable par eux après calcination.

Diagnostic. La nature amorphe et l'aspect gommeux si fréquent font aisément distinguer l'évansite des autres phosphates d'aluminium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'évansite est un produit d'altération de formation récente se produisant avec des minéraux ferrugineux dans des galeries de mines et dans des couches sédimentaires.

1° *Dans les formations sédimentaires.*

Champagne. — *Marne.* Delesse a décrit sous le nom de *phosphate d'alumine de Bernon*, près Épernay, un minéral, qui me paraît identique à l'évansite, bien que l'analyse de Delesse (*A.M.* VI. 480. 1844) donne une quantité d'eau supérieure à celle exigée par la formule indiquée plus haut (phosphate d'aluminium 46 ; eau 49 ; calcaire 5 %) ; il est probable que la matière analysée n'avait pas été suffisamment desséchée.

Les échantillons de ce gisement, que j'ai examinés, consistent en enduits blancs concrétionnés isotropes, recouvrant une gangue calcaire et ferrugineuse, qui provient de l'argile plastique sparnacienne. Je n'ai pu isoler une quantité de substance suffisante pour en faire une analyse complète. C'est ce minéral que, sur la foi d'une analyse inexacte de Lassaigne, Adam a proposé d'appeler *bernonite* (voir tome III, p. 803).

2° *Dans les galeries de mines.*

Cévennes. — *Gard.* Une petite quantité d'évansite a été rencontrée dans une galerie de mine de Fontanès près Alais. Ce minéral y formait des masses concrétionnées, d'un jaune parfois assez foncé, dont la cassure et l'aspect rappellent la gomme arabique.

Corbières. — *Hérault.* J'ai rencontré à la surface de mamelons de limonite de Vieussan des enduits blancs, jaunes ou bleuâtres d'un phosphate d'alumine hydraté colloïde à rapporter à l'évansite.

ROSIÉRÉSITE

Berthier a publié l'analyse suivante (*A. M.* XIX. 669. 1841) d'un curieux minéral, trouvé dans une ancienne galerie de la mine de Rosières, à 1 km. Est de Carmaux.

Les filons de Rosières, depuis longtemps abandonnés, se trouvent dans les schistes cristallins ; leur gangue est quartzeuse ; ils renferment de la panabase, de la cuprite, du chrysocole, de la malachite, de la chessylite et enfin de la molybdénite.

P^2O^5	25,5
As^2O^5	tr.
Al^2O^3	23,0
PbO	10,0
CuO	3,0
H^2O	38,0
	99,5

Ce minéral a été rencontré sous forme de stalactites longues de plusieurs décimètres et atteignant 4 centimètres de diamètre.

Leur centre est poreux, d'un jaune pâle, à cassure mate et grenue (1 à 2 centimètres) ; à l'extérieur se trouve une couche de 5 millimètres, compacte, à cassure inégale et luisante, d'un brun de résine pâle. La plus grande partie de la stalactite est constituée par des zones concentriques d'un jaune verdâtre, à aspect grenu et terreux. Tout à fait à la périphérie, il existe parfois des zones vertes, riches en arséniate de cuivre.

La substance donne de l'eau dans le tube, durcit sans fondre, puis noircit ; par calcination, elle devient incolore. Elle est très facilement soluble dans l'acide azotique ; dans l'acide chlorhydrique, elle se dissout en laissant un résidu de chlorure de plomb.

La densité d'un échantillon, que j'ai étudié, est de 2,2, son indice de réfraction, d'environ 1,50. Ce minéral est sans action sur la lumière polarisée ; il est transparent en lames minces et d'apparence homogène. Je propose de le désigner sous le nom de *rosiérésite*, car il n'est pas possible de le considérer comme une variété de plumbogummite. Peut-être est-ce là une évansite plombifère et cuprifère.

Je rattache à la même substance un phosphate hydraté d'aluminium plus ou moins plombifère et ferrifère formant des pellicules nacrées et irisées d'un jaune-paille, dans les cavités d'agrégats coralloïdes de pyromorphite de Huelgoat (*Finistère*). Elles se montrent transparentes au microscope.

PRIXITE

$$4{,}5\ (Pb,Ca)^3[AsO^4]^2.(AlPO^4)^2.10Pb(Cl,OH)^2+2H^2O$$

Hexagonale ?

Facies. La prixite se présente uniquement sous la forme d'aiguilles flexibles, lâchement accolées et rappelant l'asbeste.

Coloration et éclat. Jaune paille, éclat soyeux quand le minéral est frais.

Propriétés optiques. Les cristaux extrêmement fins sont très peu biréfringents; ils s'éteignent suivant leur allongement, qui est de signe *négatif*.

Pléochroïsme. Pléochroïsme extrêmement faible, avec maximum d'absorption suivant $\mathbf{n}_p$.

Composition chimique. La formule $4{,}5Pb^3[AsO^4]^2.(AlPO^4)^2.10Pb(Cl,OH)^2+2H^2O$ ou $4{,}5(3PbOAs^2O^5).Al^2O^3P^2O^5.1{,}5PbCl^2.8{,}5PbOH^2O+2H^2O$. correspondant à la composition *a*, dans le cas où le rapport PbO : CaO = 8 : 1, a été déduite de l'analyse *b*, faite par M. Pisani sur une petite quantité de matière, dont j'ai vérifié la pureté.

	a	*b*
As^2O^5	17,2	16,00
P^2O^5	1,7	2,06
PbO	66,9	73,50
Pb	4,9	»
CaO.....	3,1	2,25
Al^2O^3	1,6	1,49
Cl	1,6	1,43
H^2O	3,0	2,78
	100,0	99,51

Essais pyrognostiques. Comme la mimétite, mais donne de l'eau dans le tube et fournit les réactions microchimiques du calcium et de l'aluminium.

Diagnostic. Les caractères extérieurs font ressembler la prixite à certaines variétés de carpholite, de cacoxénite; elle s'en distingue aisément par les essais pyrognostiques. La structure, la teneur élevée en eau et faible en chlore ne permettent pas de la confondre avec la mimétite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Morvan. — *Nièvre et Saône-et-Loire.* Le filon de galène des Moléras, traversant les communes de Saint-Prix-sous-Beuvray (*Saône-et-Loire*) et de Glux (*Nièvre*), a fourni un curieux arséniate de plomb, signalé dès la fin du XVIIIe siècle, par Guyton de Morveau (*Mém. Ac. Dijon*, 1783. 41), puis par de Champeaux (*J. M.* X. 543. 1800). Il a été regardé comme une variété fibreuse de mimétite. Leymerie lui a donné le nom de *prixite* (*Minér.* II. 302. 1867) en le considérant, inexactement d'ailleurs, comme renfermant 10 % d'eau. L'analyse donnée plus haut permet de montrer qu'il constitue une espèce dis-

tincte de la mimétite, contenant à la fois un peu de phosphate d'aluminium et une importante proportion d'hydrate de plomb, avec sans doute une molécule d'eau.

La prixite forme des fibres d'un jaune paille, quelquefois réunies à axes parallèles en groupements divergents, mais parfois aussi s'enchevêtrant en masses cotonneuses si ténues, qu'elles se soulèvent au moindre souffle, lorsqu'on brise les échantillons dans lesquels elles se trouvent. Elle constitue le minéral le plus récent de géodes tapissées de cristaux de quartz et de fluorine ou dans des cavités cubiques, laissées vides par la disparition de cristaux de galène.

Ce minéral ne se rencontre plus que dans les vieilles collections. Une tentative infructueuse de reprise de la mine de Saint-Prix, faite en 1909 par M. Marlot, n'a fourni que quelques échantillons, dont j'ai pu à grand peine isoler une petite quantité de matière qui, jointe à celle que j'ai extraite d'échantillons dus à M. Berthier, a servi à l'analyse donnée plus haut.

FOUCHÉRITE

$$Ca^3(Fe,Al)^4(PO^4)^6.8(Fe,Al)(OH)^3 + 22H^2O$$

Amorphe.

Facies. La fouchérite forme des masses compactes, sans apparence de cristallinité.

Dureté. 3, 5.

Densité. 2, 7.

Coloration et éclat. Brun rouge. Aspect terne dans la cassure, qui se polit par le frottement de l'ongle.

Composition chimique. La formule donnée plus haut correspond à la composition *a*, quand le rapport $Fe^2O^3 : Al^2O^3 = 6 : 1$; elle a été déduite de l'analyse *b*, faite par M. Pisani sur l'échantillon de fouchérite de Fouchères, que j'ai étudié.

	a	*b*
P^2O^5.....	20,08	19,50
Fe^2O^3....	38,04	38,50
Al^2O^3....	4,84	4,50
CaO.....	7,98	7,71
H^2O.....	29,06	28,50
	100,00	98,71

J'ai fait faire cette nouvelle analyse, afin de vérifier celle donnée jadis par Berthier (*A. M.* IX. 519. 1836) : P^2O^5 16,0 ; Fe^2O^3 46,5 ; H^2O (à 100°)9,0, (au rouge) 17,0, $CaCO^3$ 9,0 ; SiO^2 et sable 1,5 = 99,0. Berthier ne donnant aucun détail sur sa méthode analytique et, d'autre part, le minéral que j'ai examiné ne faisant pas effervescence avec les acides, il m'a paru vraisemblable que l'anhydride carbonique avait dû être estimé par différence, le minéral étant considéré par Berthier comme ne pouvant être constitué que par du phosphate ferrique. On voit que l'analyse récente confirme cette hypothèse.

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube ; fond en une masse noire, magnétique. Facilement soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Ce minéral se distingue de la delvauxite par sa moindre teneur en eau et par l'existence du calcium.

Il ressemble beaucoup à la *horickite* et il n'est pas certain que les deux minéraux soient distincts, mais dans tous les cas, le nom de *fouchérite* doit avoir la priorité, puisqu'il a été proposé un an avant le précédent, créé par Dana en 1868.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Champagne. — *Aube.* La fouchérite forme des rognons dans les sables ligniteux inférieurs au calcaire à spatangues néocomien de Fouchères ; Berthier en a fait, en 1836, l'analyse citée plus haut, sans lui donner de nom spécial.

Dans la première édition de sa Minéralogie (II.318. 1859), Leymerie le range à la suite de la delvauxite, puis dans la seconde édition (II. 340. 1867), il en fait une espèce distincte, qu'il appelle la *fuchérite*, par suite d'une faute d'impression, le nom correct devant évidemment être *fouchérite*.

Les recherches que j'ai fait faire dans ce gisement n'ont pas permis de retrouver ce minéral, dont il existe des fragments dans quelques vieilles collections ; c'est un de ceux-là que j'ai examiné.

EGUÉÏITE

$$5\,(FePO^4)^2 . {}^1/_3\,Ca^3(PO^4)^2 . 2Fe(OH)^3 + 20H^2O$$

Amorphe.

Facies. Ce minéral forme de petits nodules de la grosseur d'une

noisette, à structure fibrolamellaire, allant du centre à la périphérie.

Dureté. Très fragile.

Densité. 2,60.

Coloration et éclat. Jaune brunâtre. Poussière jaune.

Éclat vitreux un peu gras.

Propriétés optiques. Monoréfringente, avec çà et là quelques plages biréfringentes.

$$n = 1{,}65$$

Composition chimique. La formule $5\,(FePO^4)^2.\,{}^1/_3Ca^3(PO^4)^2.\,2Fe(OH)^3 + 20\,H^2O$ correspond à la composition *a* ; elle a été déduite de l'analyse *b* du minéral de l'Éguéï faite par M. Pisani (*in* Garde. *op. cit*).

	a	*b*
P^2O^5	31,5	30,30
Fe^2O^3	46,7	44,20
Al^2O^3	»	1,50
CaO	2,3	2,28
H^2O	19,5	20,47
insol	»	0,75
	100,0	99,50

Essais pyrognostiques. Dans le tube, noircit et donne beaucoup d'eau. Fond sur les bords à la flamme d'une bougie ; au chalumeau fond en bouillonnant et donne un globule noir brillant.

Soluble à froid dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Se distingue de la fouchérite par son éclat vitreux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Soudan. — *Eguéï.* Ce minéral a été décrit (*C. R.* CXLVIII. 1616. 1909) par M. G. Garde, qui l'a trouvé dans les argiles à faune récente de Koukourdei (Bir Salado), à environ 15 km. au Sud de Hangara dans l'Eguéï, région située à 300 km. au Nord-Est du Tchad. Ces argiles sont imprégnées de trona et de thénardite.

Ce minéral forme des nodules sphériques, atteignant 1 cm. de diamètre ; ils sont quelquefois homogènes et se délitent sous la pression du doigt en petites pyramides, ayant leur sommet au centre, mais parfois celui-ci est noir, comme scoriacé et présente des cavités que tapissent de petits cristaux incolores d'un phosphate de fer monoclinique, dont la détermination n'a pu être précisée, faute d'une quantité suffisante de matière.

Si dans l'analyse donnée plus haut, on calcule le fer sous forme de protoxyde, et qu'on l'ajoute à la chaux, le rapport des oxydes à l'anhydride phosphorique se rapproche de celui d'un phosphate tribasique. Il est donc très vraisemblable que ce minéral n'est autre chose que le résultat de l'oxydation totale du fer d'une vivianite, oxydation accompagnée d'une perte d'eau. La structure fibrolamellaire est d'ailleurs celle que possède la vivianite sédimentaire. Si l'on tient compte de ce fait que M. Garde a recueilli ces échantillons à la surface du sol, où ils étaient soumis à l'action brûlante du soleil tropical, on jugera cette hypothèse vraisemblable.

Il me paraît commode d'employer un nom univoque pour désigner le résultat ultime de l'oxydation de la vivianite, dont les stades peu accentués se rencontrent si fréquemment ; je propose celui d'*éguéïte*.

Le phosphate ferrique et calcique, qui se rapproche le plus de ce minéral, est la *fouchérite* : les différences de composition chimique sont trop grandes entre ces deux espèces pour qu'il soit possible de les réunir.

DELVAUXITE

$Fe^4(OH)^6(PO^4)^2+17H^2O$

Amorphe.

Facies. La delvauxite constitue des masses concrétionnées ou compactes.

Dureté. Se raye à l'ongle.

Densité. 1,85.

Coloration et éclat. Brun jaune à brun rouge presque noir. Opaque. La cassure est mate, mais devient brillante par frottement.

Composition chimique. La formule $Fe^4(OH)^6(PO^4)^2+17\,H^2O$ ou $2Fe^2O^3\,P^2O^5+20\,H^2O$ correspond à la composition centésimale suivante *a*).

Analyses de la delvauxite de Berneau *b*) par Dumont (*L'Institut*, 1839. 121), *c*) par Delvaux (*Bull. Ac. Sc. Belg.*, 147. 1838.)

	a	*b*	*c*
P^2O^5.....	17,3	16,57	18,20
Fe^2O^3.....	38,9	36,62	40,44
H^2O.....	43,8	46,81	41,13
	100,0	100,00	99,77

D'après Church (*Chem. News* X. 157. 1864), la delvauxite perdrait 20 °/₀ d'eau sur l'acide sulfurique et 6 °/₀ ensuite à 100° ; la quantité d'eau réellement contenue dans le minéral ne serait alors que de 10 à 11 °/₀.

Essais pyrognostiques et diagnostic. Comme la *fouchérite*, mais avec les réactions du calcium en moins.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

[**Belgique**]. La delvauxite a été trouvée dans la mine de Berneau près Visé, où elle forme des masses compactes et plus rarement des pseudomorphoses de gypse (M. Cesàro).

Bien qu'il n'ait été rencontré dans aucun gisement français, je signale ici ce minéral belge à cause de l'analogie de ses caractères extérieurs avec la fouchérite.

MORINITE

$$(Al,Fe)^3\,Na^2H\,(PO^4)^3.(CaF)^3\,PO^4+8H^2O$$

Monoclinique.

Facies. La morinite forme des masses lamellaires et très rarement de petites aiguilles allongées suivant l'axe vertical, constituées par des faces prismatiques si cannelées qu'elles donnent des réflexions continues ; elles sont terminées par une facette oblique [p (001)].

Clivages. Clivage facile suivant h^1 (100).

Dureté. 4.

Densité. 2,94.

Coloration et éclat. Rose vineux à rose-chair. Poussière blanche. Transparente à translucide.

Éclat nacré sur le clivage, vitreux dans les autres directions.

Propriétés optiques. Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), faisant dans g^1 (010) un angle d'environ 30° avec l'axe vertical dans l'angle obtus de $p\,h^1$.

$$\mathbf{n} = 1{,}55 \text{ à } 1{,}56$$
$$2E = 40° \text{ environ}$$

Composition chimique. La formule $(Al,Fe)^3Na^2H\,(PO^4)^3.(CaF)^3\,(PO^4)+8\,H^2O$, correspond à la composition *a*).

b) analyse de la morinite par M. Ad. Carnot (*B. S. M.* XXXI, 150.

1908), déduction faite de 0,20 de H^2O, perdus à 120° C. et de 1,50 de quartz.

	a	*b*
P^2O^5.....	32,06	33,50
Al^2O^3.....	17,27	17,80
Ca.....	13,54	13,80
Na^2O.....	6,99	5,20
Li^2O+MgO....	»	tr.
F.....	12,87	13,20
H^2O.....	17,27	17,90
	100,00	101,40

La formule donnée plus haut comprend deux termes ; le premier correspond à trois molécules d'amblygonite, dont le lithium serait remplacé par du sodium et de l'hydrogène ; le second comprend une molécule d'amblygonite, dans laquelle l'aluminium et le lithium auraient été remplacés par le radical (CaF).

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau très acide, qui corrode le verre. Facilement fusible au chalumeau. Attaquable par les acides.

Diagnostic. Les propriétés physiques, jointes à l'abondant dégagement acide dans le tube, sont caractéristiques de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Creuse.* J'ai décrit sommairement ce minéral (*B. S. M.* XIV. 187. 1891), d'après des échantillons provenant de Montebras en Soumans, que je devais à M. Morineau, auquel je l'ai dédié. Tout récemment, nous avons, M. Ad. Carnot et moi (*B. S. M.* XXXI. 149. 1908) précisé sa composition chimique.

La morinite n'a été rencontrée qu'une seule fois, en 1890, dans le gisement stannifère de Montebras, où elle forme, soit dans le quartz, soit plus souvent dans l'amblygonite, de petites masses de quelques centimètres de diamètre : elles sont lamellaires, d'un rose un peu vineux, translucides, plus rarement opaques, exceptionnellement creusées de géodes. Ce minéral est un produit de la décomposition de l'amblygonite ; il est souvent associé à de la wavellite et à du quartz de genèse contemporaine et exceptionnellement à de la cassitérite et à de la soumansite, qui est de formation plus ancienne.

SOUMANSITE

Quadratique.

$$b : h = 1000 : 542{,}49 \qquad D = 707, 107.$$
$$[a : c = 1 : 0{,}7672\ (Lx)].$$

Formes observées. $h^1(100)$; $b^{1/2}(111)$.

$$\left[\begin{array}{ll} {}^{*}b^{1/2}\ \text{s.}\ p & 85°20' \\ b^{1/2}\ h^1 & 121°20' \end{array}\right.$$

Facies. Je n'ai observé ce minéral que sous forme de cristaux à facies octaédrique (fig. 2). Les faces $b^{1/2}$ sont striées horizontalement.

Dureté. 4,5.

Densité. 2,87.

Coloration et éclat. Incolore. Transparente ou translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Une section parallèle à la base montre des plages uniaxes et *positives* ($\mathbf{n}_g$), mais il en existe aussi d'autres s'éteignant suivant les diagonales de la face ; elles présentent des axes écartés, mais d'angle variable suivant les points considérés (2E atteint 70°). La figure 1 permet de comprendre comment l'uniaxie est produite par l'entrecroisement de ces plaques biaxes, dont les contours sont toujours vagues.

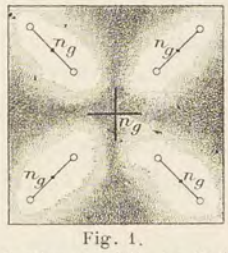


Fig. 1.
Section parallèle à p (001) de la soumansite.

Les indices de réfraction sont intermédiaires entre 1,55 et 1,56.

Composition chimique. Je n'ai pu, faute d'une quantité suffisante de matière, étudier ce minéral d'une façon complète. Il a été possible seulement de constater, par des essais qualitatifs, qu'il constitue un fluophosphate d'aluminium et de sodium avec de l'eau ou de l'hydroxyle. Un dosage sommaire a été fait par M. Pisani sur 40 milligrammes de substance : P^2O^5 31,5 ; Al^2O^3 36,5 ; et par suite, par différence, Na^2O (avec un peu de K^2O) + F + H^2O 32 %.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et les réactions du fluor. Au chalumeau, fond en chou-fleur et colore la flamme en jaune intense.

Plus difficilement attaquable par les acides que la morinite.

Diagnostic. La forme distingue aisément ce minéral de la morinite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Creuse*. Je donne le nom de *soumansite* à ce minéral, dont j'ai trouvé un seul échantillon, dans la mine d'étain de Montebras en Soumans. Il tapisse les cavités de corrosion d'une masse laminaire d'amblygonite. Les cristaux, représentés par la figure 2, sont implantés d'une façon irrégulière sur la paroi ; leurs faces sont ternes ; celles de la pyramide semblent constituées par l'empilement de lames parallèles à la base régulièrement croissantes à partir du sommet : il en résulte, sur ces faces, des stries parallèles aux arêtes $p\,b^{1/2}$: aussi ai-je dû, pour effectuer leur mesure, coller de petites lamelles de verre à leur surface.

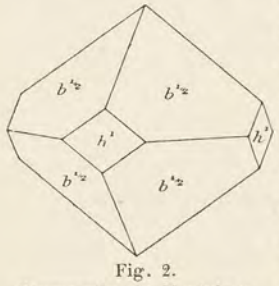


Fig. 2.
Soumansite de Montebras.

Ces cristaux sont associés à de gros prismes de quartz un peu enfumé, à faces ternes, et on peut constater que la géode a été, à un moment donné, plus ou moins complètement remplie par de la morinite, actuellement altérée et tombant en poussière.

J'ai dû sacrifier une partie de cet échantillon pour déterminer les propriétés données ci-contre ; elles rectifient les quelques lignes que j'ai publiées autrefois sur ce minéral, dans la description préliminaire de la morinite (*B. S. M.* XIV. 189. 1901).

Je place provisoirement la soumansite à la suite de la morinite, mais sa position dans la systématique est peut-être tout autre.

GROUPE DE L'AUTUNITE

Ce groupe est constitué par deux familles de minéraux possédant un clivage micacé suivant la base ; l'une est quadratique et l'autre orthorhombique, mais avec forme limite quasi-quadratique.

Famille orthorhombique.

Autunite . . . . . $(UO^2)^2Ca(PO^4)^2+8H^2O$
**Uranocircite*. . . . . $(UO^2)^2Ba(PO^4)^2+8H^2O$
**Uranospinite* . . . . . $(UO^2)^2Ca(AsO^4)^2+8H^2O$

Famille quadratique.

Chalcolite..... $(UO^2)^2Cu(PO^4)^2+8H^2O$

Zeunérite..... $(UO^2)^2Cu(AsO^4)^2+8H^2O$

AUTUNITE

$(UO^2)^2Ca(PO^4)^2+8H^2O$

Orthorhombique : $mm = 90°43'$ (Dx.)

$b : h = 1000 : 1014{,}561$ $\quad D = 711{,}539$ $\quad d = 702{,}646$

$[a : b : c = 0{,}9875 : 1 : 1{,}4259]$

Formes observées. p (001) ; m (110).

Macles. Macles fréquentes suivant m (110) de deux individus (fig. 1), s'interpénétrant souvent.

Facies. L'autunite se présente rarement en cristaux mesurables. Le plus souvent, elle forme des lames (fig. 2), des masses écailleuses, micacées, parfois groupées en éventail (fig. 2).

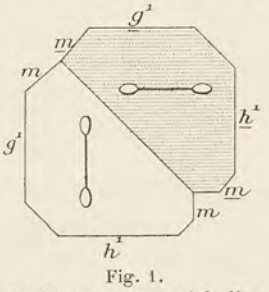


Fig. 1.
Macle suivant m (110) de l'autunite. Section basique.

Clivages. Clivage micacé suivant p (001) ; traces suivant h^1 (100), g^1 (010), m (110). Ces derniers clivages sont très distincts au microscope.

Dureté. 2, à 2,5. Fragile.

Densité. 3,05 à 3,9.

Coloration et éclat. Jaune citron à jaune de soufre, avec souvent, par places, une teinte verdâtre ou vert vif un peu fluorescente. Poussière jaune. Transparente en lames minces.

Éclat nacré très vif sur le clivage p(001), presque adamantin sur les autres faces. Les cristaux deviennent ternes par longue exposition à l'air.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) normale à p (001). L'écartement des axes varie avec la provenance et avec la température. Forte dispersion $\rho > v$. Les indices suivants ont été mesurés (Na) sur un cristal de Saint-Symphorien-de-Marmagne.

$\mathbf{n}_g = 1{,}577$ (ML. et Lx.)

$\mathbf{n}_m = 1{,}575$

$\mathbf{n}_p = 1{,}553$

$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}024$, d'où $2V = 33°10'$

$2E$ (obs.) $= 59°46'$ à $60°54'$ à 20 C. (rouge)

$50°12'$ à $54°10'$ à 91° C. (Dx.).

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net.

$n_g = n_m$ = jaune d'or
n_p = incolore.

Composition chimique. La formule $(UO^2)^2Ca(PO^4)^2 + 8H^2O = CaO\ 2UO^3\ P^2O^5 + 8\ H^2O$ correspond à la composition *a*).

Analyses de l'autunite : *b*) de Saint-Symphorien-de-Marmagne par Berzélius (*P. A.* I. 379. 1844).

c) par Werther (*J. f. prakt. Chem.* XLIII. 332. 1848).

d) par Laugier (*A. C. P.* XXIV. 239. 1823).

e) par M. Pisani (*C. R.* LII. 818. 1861).

f) et *g*) par Church (*J. Chem. Soc.* XXVIII. 109. 1875).

h) de Madagascar par M. Jannettaz (*B. S. M.* X. 47. 1887).

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*
P^2O^5	15,5	14,63	14,00	14,5	14,0	14,32	13,40	14,93
UO^3	62,7	59,37	63,28	55,0	59,0	61,34	60,84	55,08
CaO	6,1	5,66	5,86	4,6	5,8	5,24	5,31	6,51
BaO	»	1,51	1,03	»	»	»	»	»
Fe^2O^3	»	»	»	3,0	»	»	»	1,36
H^2O	15,7	14,90	14,30	21,0	21,2	19,66	20,33	22,08
gangue	»	2,85	»	»	»	»	»	»
	100,0	98,92	98,47	98,1	100,0	100,56	99,88	99,96

Les dernières analyses indiquent un excès d'eau sur la formule. Church a montré que le minéral chauffé à 100° perd 14% (8 à 9% sur l'acide sulfurique et 5% dans le vide), le reste de l'eau part au rouge.

Radioactivité. Mademoiselle Gleditsch a bien voulu me communiquer le résultat de ses plus récentes recherches, faites dans le laboratoire de Madame Curie, modifiant légèrement les nombres qu'elle a publiés antérieurement (*Le Radium*, 1909. 165) ; un échantillon d'autunite de l'Autunois (Les Riaux), renfermant 47, 2 % d'uranium, contient 0 gr., 000012 % de radium. L'autunite du Tonkin en renferme à peu près la même proportion (0,0000122 de radium pour 47,10 d'uranium).

M. Szilard a constaté (*Le Radium*, 1909.80) l'existence de l'actinium et de l'ionium dans l'autunite de l'Autunois ; Mademoiselle Gleditsch, en me signalant qu'elle a observé le polonium dans celle du Tonkin, m'a fait remarquer que ces trois corps doivent exister en minimes proportions dans le minéral de ces deux régions.

Phosphorescence. D'après M. Szilard, l'autunite du Tonkin devient très phosphorescente sous l'influence du rayonnement du radium, propriété que ne possède pas celle de l'Autunois.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau [1]. Fusible au chalumeau en un globule noir. Avec le sel de phosphore, donne une perle jaune à chaud, verte à froid (feu réducteur).

Soluble dans l'acide azotique et dans le carbonate d'ammoniaque.

Diagnostic. La couleur, les propriétés optiques des lames de clivage, jointes aux réactions de l'uranium, sont caractéristiques. Les variétés vertes se distinguent de la chalcolite par leur biaxie, les réactions du calcium, et l'absence de celles du cuivre.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'autunite est un minéral secondaire des pegmatites, des aplites ; elle se trouve généralement sous forme de paillettes disséminées dans la roche, tapissant ses fentes ou celles des roches voisines. Elle est en général de formation récente, produite par la décomposition de minéraux uranifères primordiaux, dont les traces ne se voient généralement pas aux affleurements.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* De jolies paillettes ($p\ m\ h^1$) d'autunite ont été trouvées par M. Baret dans les pegmatites à béryl et tourmaline d'Orvault (*op. cit.*, 189. 1899).

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* Petites lamelles jaunes dans les pegmatites à béryl et andalousite du Val de Burbe près Luchon.

Plateau Central. — *Tarn.* M. Arsandaux a trouvé des lamelles d'autunite dans un accident minéralogique des pegmatites du Clap près Castelnau de Brassac, riche en lépidolite, rubellite, etc. (*B. S. M.* XXIV. 429.1901).

Corrèze. L'autunite a été rencontrée en petite quantité dans le gisement stannifère de Meymac et dans la pegmatite d'une carrière exploitée pour l'entretien des routes près du Pont de la Védrenne.

M. Puyaubert m'a signalé des paillettes du même minéral dans la granulite du Pont Neuf, à 5 km. de Corrèze ; elles sont accompagnées de lamelles vertes, peut-être constituées par de la chalcolite.

Loire. MM. Blanc et Courty m'ont communiqué des lamelles d'au-

1. Entre 75° et 85°, l'autunite devient uniaxe en perdant de l'eau ; puis, à une température élevée, elle en perd une nouvelle quantité et les axes optiques deviennent plus écartés que dans l'autunite normale. C'est la *métaautunite* de M. Rinne.

tunite se rencontrant dans les pegmatites de la colline du Calvaire de Saint-Bonnet-le-Château et dans leurs fissures kaolinisées (sur l'emplacement de la manufacture d'armes).

Puy-de-Dôme. L'autunite et la chalcolite ont été signalées par M. Gonnard (*B. S. M.* XIV. 223. 1891) dans la granulite de Farérolles près Bourg-Lastic ; leurs lamelles sont irrégulièrement distribuées avec apatite, mispickel, fluorine, etc.

M. Boubée a rencontré le même minéral dans un filon de quartz traversant le granite de Saint-Martin, près Ambert (*B. S. M.* XXVIII. 243. 1905).

Haute-Vienne. L'autunite est assez abondante dans les fentes des pegmatites du Limousin et imprègne quelques-uns de leurs éléments, la triplite, le béryl par exemple. Les gisements à citer sont : les environs de Chanteloube en Razès (notamment carrière située à 200 m. du village et la Vilate), Pont de Barost, Larmont et Chabanne en Saint-Sylvestre, Compreignac (Chatenet, Vénachat, Angelard), Saint-Yrieix, les environs de Limoges ; la vallée de la Briance, Beaune (puits Mazaurand), dans le gneiss.

Le même minéral a été trouvé à Vaulry dans la granulite, au contact d'un filonnet de fluorine, n'ayant pas plus de 5 cm. d'épaisseur et distinct des filons stannifères.

Rhône. Beudant cite (*Min.* 1832. 573) l'autunite dans le granite des environs de Chessy.

Saône-et-Loire. L'autunite a été découverte à Saint-Symphorien-de-Marmagne par de Champeaux, qui a fourni des renseignements précis sur son gisement [(*J. M.* IX. 529. 1800) : j'ai donné l'historique de cette question (*Bull. soc. hist. nat. Autun* XVI. 134. 1903)] et on a observé dans la granulite décomposée ainsi que dans le gneiss de petits filonnets dépassant rarement 2 cm. d'épaisseur. Le gisement précis se nomme L'ouche d'Jau ; on en a extrait de magnifiques agrégats miarolitiques de lamelles dans les cavités desquelles se rencontrent de beaux groupements flabelliformes (fig. 2) ; la collection du Muséum possède un échantillon de ce genre ne pesant pas moins de 800 gr. L'autunite imprègne aussi, sous forme de paillettes, le granite, lui-même assez altéré. Des recherches récentes (de Chaignon, *Bull. Soc. Sc. nat. Autun* XV. 39 et 220. 1902) n'ont permis de retrouver dans ce gisement que de très médiocres échantillons. Le minéral a été décrit en 1819 sous le nom de *sel à base de chaux où l'urane joue le rôle d'acide*, par Berzélius (*Neues System Min.* 295) qui, en 1823, fixa sa véritable

nature et le dénomma *uranite* (*Jahresb. Fortsch. Chem. u. Miner.* IV. 46). Le nom d'*autunite* a été proposé en 1852 par Brooke et Miller (*Introd. to Miner.* 519) pour éviter la confusion résultant de l'emploi du terme d'uranite pour désigner soit le type calcique (autunite) soit le type cuprifère (chalcolite) ; il doit être considéré comme rappelant l'Autunois plutôt qu'Autun, dont les gisements importants sont distants d'un assez grand nombre de kilomètres.



Fig. 2.
Groupe de cristaux d'autunite de Saint-Symphorien-de-Marmagne. (*Photographie grandeur naturelle.*)

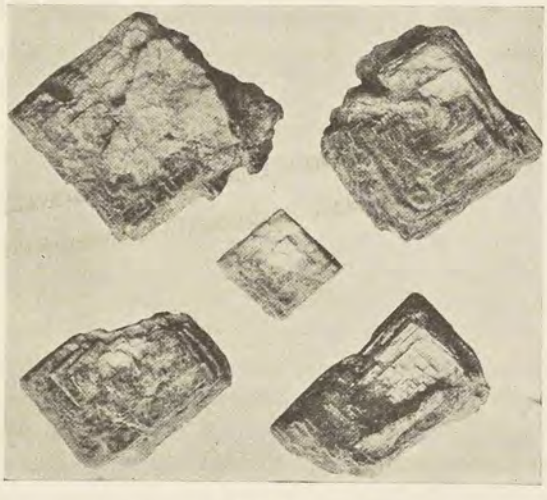


Fig. 3.
Cristaux d'autunite des Riaux.
(*Grossissement de trois diamètres.*)

Depuis quelques années, des recherches actives ont été faites dans la région de Marmagne afin de trouver l'autunite, qui y a été découverte dans de nombreux gisements du même genre que les précédents ; elle est utilisée pour l'extraction du radium. J'ai visité en 1905 une exploitation, abandonnée depuis, située à la Troche, près la gare de Marmagne ; le granite à muscovite de cette localité renferme par places de grosses enclaves de schistes micacés ; elle

est très altérée. L'autunite y est localisée en veinules ayant en moyenne 1 cm. d'épaisseur ; elle est souvent accompagnée d'une argile bolaire brune. La veinule, qui a été découverte pendant ma visite, a été suivie sur près de 1 m. 50 et a fourni de magnifiques échantillons à cristaux flabelliformes, ainsi que des cristaux distincts (fig. 3). D'après les renseignements recueillis auprès d'un vieil aubergiste de Marmagne, ce gisement était connu depuis longtemps dans le pays par les habitants, qui l'exploitaient clandestinement, et il est vraisemblable qu'un très grand nombre des échantillons, entrés depuis cinquante ans dans les collections et indiqués comme provenant de Saint-Symphorien-de-Marmagne, ont été en réalité recueillis à la Troche.

Un autre gisement, situé aux Riaux en Saint-Symphorien-de-Marmagne, est actuellement exploité activement par M. Marlot, qui a bien voulu m'y guider et me fournir depuis un très riche matériel d'étude. L'autunite ne s'y trouve pas seulement dans les fentes d'un granite à deux micas, pegmatique par places (avec apatite), mais il l'imprègne encore complètement ; on rencontre des fentes de plusieurs décimètres carrés recouvertes par des croûtes de cristaux d'une fraîcheur et d'une couleur admirable. L'autunite est parfois mélangée à de la psilomélane.

L'autunite est connue encore dans d'autres localités de la même région : à Marnay, à Hauterive, à Couhard près Autun, mais elle ne s'y trouve qu'en petite quantité. J'en possède de petits échantillons, qui auraient été trouvés jadis aux environs de Charmoy, mais des recherches récentes n'ont pu faire retrouver ce gisement.

Enfin, M. Braly m'a communiqué de jolies croûtes de ce minéral provenant d'une collection faite au début du siècle passé, et indiquées comme ayant été recueillies au pont d'Ajouy, situé au-dessus de Broye et sous Montjeu ; il existe dans cette localité des pegmatites à béryl, qui ont pu fournir ces échantillons.

Madagascar. — Un échantillon d'autunite, semblable à celle de l'Autunois, a été donné au Muséum, il y a une vingtaine d'années, comme provenant de Madagascar, sans indication plus précise (analyse *h*).

Depuis lors, ce minéral a été trouvé en place dans les pegmatites à rubellite de Maharitra (Massif du Mont Bity). MM. Lefeuvre et Rosamoël m'ont communiqué des paillettes du même minéral, qui est abondant dans les fentes d'une argile reposant sur les gneiss, des bords

de la Fitatahana, à 10 km. au Sud d'Antsirabé. Ce gisement mériterait une étude approfondie.

Tonkin. — M. Dupouy a donné au Muséum de magnifiques échantillons d'autunite géodique, dont j'ai signalé (*B. S. M.* XXXI. 259. 1908) la ressemblance avec ceux de l'Autunois. Elle possède souvent une teinte verdâtre très vive (Voir à phosphorescence).

Ce minéral tapisse le granite à muscovite du massif de Pia-Ouac, notamment à Cao-Son, dans le secteur de Nguyen-Binh (territoire militaire de Cao-Bang).

J'ai examiné récemment un échantillon semblable, mais implanté sur du quartz filonien, provenant de Beau-Site, localité située à une trentaine de kilomètres du gisement précédent.

URANOCIRCITE

L'uranocircite présente tous les caractères et toutes les propriétés physiques de l'autunite ; sa densité seule est plus grande (3,53) ; au point de vue chimique, le baryum y remplace le calcium. M. Gaubert a montré (*B. S. M.* XXVII. 222. 1904) qu'on la distingue rapidement de l'autunite en attaquant une lamelle par l'acide chlorhydrique et en laissant cristalliser le chlorure de baryum formé, dont les cristaux s'orientent généralement sur le minéral.

L'uranocircite n'a pas été trouvée dans les gisements français, mais les analyses *b*) et *c*) citées page 544 montrent que certaines autunites de l'Autunois sont barytifères et constituent ainsi un passage à ce minéral. C'est là une indication, sur laquelle il y a lieu d'appeler l'attention des minéralogistes.

FRITZSCHÉITE

Breithaupt a incomplètement décrit (*Berg-u. hütt. Zeitung*. XXIV. 302. 1865) sous le nom de *fritzschéite* un minéral voisin de formes de l'autunite, possédant une couleur brune à rouge hyacinthe et une densité de 3,504 ; il le considérait comme une autunite manganésifère et vanadifère.

Breithaupt indique que cette substance accompagne l'autunite ou la chalcolite de divers gisements et notamment de l'Autunois ; je l'ai vainement cherchée dans les nombreux échantillons que j'ai vus

dans beaucoup d'anciennes collections ; elle n'existe pas dans la collection minéralogique de l'École des mines de Freiberg et son existence me paraît quelque peu douteuse.

CHALCOLITE

(*TOBERNITE*)

$$(UO^2)^2\,Cu\,(PO^4)^2 + 8H^2O$$

Quadratique.

$$b : h = 1000 : 2076{,}13 \quad D = 707{,}107$$

$$[a : c = 2{,}9361 \text{ (Schrauf)}].$$

Facies. Les cristaux de chalcolite se présentent sous forme de petites lames quadratiques, aplaties suivant la base. Ce minéral constitue aussi des agrégats de lames très minces, fréquemment gondolées et dépourvues de contours géométriques.

Clivages. Clivages, parfait, micacé, suivant p (001) ; faciles suivant h^1 (100).

Dureté. 2 à 2,5. Fragile.

Densité. 3,4 à 3,6.

Coloration et éclat. Vert émeraude à vert d'herbe, plus rarement de diverses autres nuances de vert. Poussière de même couleur, mais plus pâle. Transparente ou translucide.

Éclat nacré très vif sur les lames de clivage ; presque adamantin dans les autres directions.

Propriétés optiques. Uniaxe *négative* ($\mathbf{n}_p$). Forte dispersion.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est très net, avec $\mathbf{n}_g > \mathbf{n}_p$.

$\mathbf{n}_g$ = vert jaune
$\mathbf{n}_p$ = vert pâle.

Composition chimique. La formule $(UO^2)^2\,Cu(PO^4)^2 + 8\,H^2O$ ou $CuO\,2UO^3\,P^2O^5 + 8H^2O$ correspond à la composition suivante. Une

petite quantité de phosphore peut être remplacée par de l'arsenic (passage à la zeunérite).

P_2O^5.....	15,1
UO^3.....	61,2
CuO.....	8,4
H^2O.....	15,3
	100,0

Essais pyrognostiques. Comme l'autunite, mais avec les réactions du cuivre en plus, et celle du calcium en moins.

Diagnostic. La couleur, les propriétés optiques et pyrognostiques (cuivre) ne permettent pas de confondre la chalcolite avec l'autunite. La forme quadratique la différencie des lames hexagonales de chalcophyllite, qui ont la même couleur et la même structure micacée, le même signe optique et qui se trouvent parfois dans le même gisement (Mine de la Garonne). En l'absence de formes géométriques, il faut recourir aux essais pyrognostiques et à la densité.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La chalcolite est un minéral des granites (granulites) et surtout des gisements stannifères ; elle ne forme le plus souvent que de minces cristaux et jamais de filonnets, relativement épais, comme ceux dont il a été question pour l'autunite. C'est, dans les gisements français, un minéral rare ne se présentant qu'exceptionnellement en beaux échantillons.

1° *Dans les pegmatites et les aplites.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* M. Baret a trouvé de petits cristaux de chalcolite, $p\ b^{1/2}\ b^x$, dans les fentes des pegmatites d'Orvault (*B. S. Sc. nat. Ouest.* IV. 139. 1904).

Plateau Central. — *Aveyron.* Boisse a signalé (*A. M.* II. 478. 1852) l'existence de l'urane phosphaté (sans indication plus précise) dans des filons de pegmatite et de roches à tourmaline, traversant le granite porphyroïde du Plateau de Campuac à Golinhac (canton d'Entraygues). C'est certainement de ce gisement que proviennent quelques échantillons de chalcolite, qui se trouvaient dans la collection de Marcel

de Serre ; ils y étaient étiquetés « Entraygues ». La chalcolite y forme des cristaux nets, $p\ b^{1/2}$, très aplatis suivant la base; ils sont implantés sur un granite à muscovite ou sur du quartz; ces cristaux atteignent 5 mm. le long d'une arête basique.

Creuse. Le même minéral se trouve dans de semblables conditions à 5 km. Nord de Marcillat en le Mars, près la Roche.

Haute-Vienne. La chalcolite se rencontre en petite quantité dans les pegmatites au Sud de Chanteloube, où elle accompagne l'autunite. M. Demarty m'a signalé que des échantillons de chalcolite ont été rencontrés dans le gneiss, à 15 mètres de la surface, au cours du fonçage du puits Mazaurand à Beaune pour la recherche d'un filon de mispickel.

Allier. M. de Launay m'a communiqué des fragments de quartz, recueillis par lui dans la granulite de Marignan, à 2 km. Est de Montluçon, et à Colombaroux près Commentry et renfermant des paillettes de chalcolite, associées à de la pyrite et à du mispickel.

Puy-de-Dôme. La chalcolite accompagne l'autunite de Farérolles près Bourg-Lastic, et celle des environs d'Ambert.

2° *Dans les filons stannifères et les filons uniquement quartzeux*

Plateau Central. — *Creuse.* Les filons stannifères de Montebras ont fourni de belles lames de chalcolite, se trouvant soit dans les fentes du quartz, soit dans une roche formée presque exclusivement de muscovite et d'apatite.

Corrèze. Je dois à M. Besnard du Temple la communication de jolis cristaux (2 mm.) de chalcolite, tapissant les cavités d'une sorte de jaspe brunâtre en filon dans les leptynites de la Porcherie près de Bertranges (tranchée du chemin de fer de Limoges à Brives).

Puy-de-Dôme. De petites paillettes de chalcolite ont été trouvées par M. Gonnard (*B. S. M.* XI. 265. 1888) dans le filon de quartz de Douriaux près Charbonnières-les-Varennes.

Nièvre. La collection du Muséum possède depuis longtemps un échantillon de quartz un peu ferrugineux, indiqué comme provenant de l'Autunois et recouvert de larges lames quadratiques de chalcolite ; je doutais de l'exactitude de cette indication, lorsque récemment M. Marlot m'a remis des échantillons semblables, recueillis par lui dans le filon quartzeux du moulin de Beauregard à Arleuf ; ce filon contient de la fluorine violette, de la pyrite et des mouches cuivreuses.

ZEUNÉRITE

$(UO^2)^2\,Cu\,(AsO^4)^2+8H^2O$

Quadratique.

$b : h = 1000 : 2059{,}45 \quad D = 707{,}107$

$[a : c = 1 : 2{,}9125$ (Weissbach)]

Formes et facies. Les formes sont les mêmes que celles de la chalcolite ; dans le gisement étudié plus loin, elle constitue seulement de petites lames carrées.

Clivages. Clivages, micacé suivant p (001), assez nets suivant h^1 (100). Cassure inégale.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 3,2.

Coloration et éclat. Verte de diverses nuances (vert d'herbe, vert émeraude).

Éclat nacré suivant p (001), vitreux sur les autres faces.

Composition chimique. La formule $(UO^2)^2\,Cu\,(AsO^4)^2+8H^2O$ ou $CuO\ 2UO^3\ As^2O^5+8H^2O$ correspond à la composition suivante :

As^2O^5	22,3
UO^3	56,0
CuO	7,7
H^2O	14,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Comme la chalcolite, mais au chalumeau donne des vapeurs arsénicales ; la perle de sel de phosphore ayant dissout un fragment de zeunérite au feu réducteur, additionnée d'étain, se couvre par refroidissement d'un voile noir d'arsenic métallique.

Diagnostic. Ce minéral, tout à fait identique à la chalcolite par ses caractères extérieurs, ne peut s'en distinguer que par les réactions chimiques (sel de phosphore et molybdate d'ammoniaque à froid).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements de la zeunérite sont les mêmes que ceux de la chalcolite dans des gîtes métalliques, mais ils sont beaucoup plus rares.

Maures. — *Var*. J'ai rencontré la zeunérite dans les fentes du poudingue quartzeux cuprifère de la mine de la Garonne. Elle y constitue des lames carrées, très minces, ayant 2 à 3 mm. de côté ; elles ont une couleur verte très vive, mais peu foncée.

Ce minéral paraît avoir été peu abondant dans ce gisement ; c'est celui que M. Gonnard a signalé autrefois (avec réserve) comme chalcolite (*B. S. M.* XVI. 41. 1893).

COMBINAISONS DE PHOSPHATES ET DE CARBONATES OU DE SULFATES

Les combinaisons de ce genre, considérées généralement comme des curiosités minéralogiques, ont en réalité une très grande importance, je vais montrer en effet qu'elles constituent en particulier tous les phosphates concrétionnés, désignés sous le nom de *phosphorites*, ainsi que les *phosphates de chaux sédimentaires.*

DAHLLITE

$$2Ca^3(PO^4)^2.CaCO^3+0.5H^2O$$

Hexagonale.

Formes et facies. La dahllite forme des croûtes fibreuses, des stalactites, des concrétions à structure fibreuse palmée ou enchevêtrée, très tenaces.

Dureté. 5.

Densité. 3,053, s'abaissant à 2,97 dans les variétés à fibres enchevêtrées plus ou moins poreuses (Mouillac).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune ou verdâtre. Transparente en lames minces. Poussière blanche.

Éclat vitreux, un peu gras dans les échantillons particulièrement purs ; aspect mat ou soyeux dans d'autres.

Propriétés optiques. La dahllite de Norvège est uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$), avec fibres allongées suivant $\mathbf{n}_p$. La biréfringence est un peu supérieure à celle de l'apatite.

J'ai montré (*C. R.* CL. 1388. 1910) que la dahllite du Quercy présente des fibres à allongement positif, possédant le même enroulement hélicoïdal que la calcédonite à enroulement. Suivant les échantillons, le minéral est uniaxe (par superposition de lames), et l'axe $\mathbf{n}_p$ est enroulé autour de la fibre allongée suivant $\mathbf{n}_g$, ou

bien, il est nettement biaxe, avec plan des axes optiques transversal aux fibres, qui sont allongées suivant $\mathbf{n}_m$; c'est donc, dans ce cas, autour de $\mathbf{n}_m$ qu'a lieu l'enroulement. La figure 1 représente

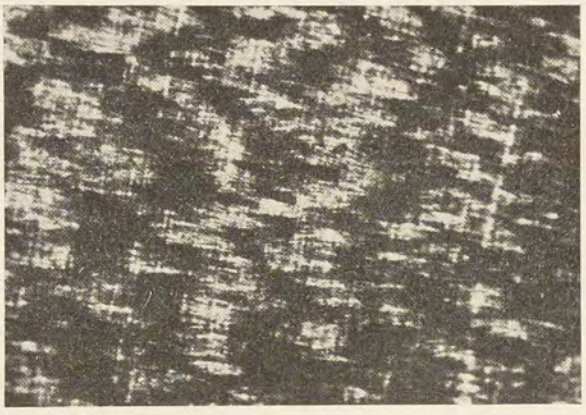


Fig. 1.
Lame mince de dahllite à structure enroulée de Mouillac.
(Photographie en lumière polarisée parallèle : grossissement de 30 diamètres.)

une section de l'un de ces sphérolites enroulés, vue en lumière polarisée parallèle ; les parties noires sont perpendiculaires à $\mathbf{n}_p$.

Composition chimique. La composition chimique de la dahllite, correspondant à la formule $2Ca^3(PO^4)^2 . CaCO^3 + 0{,}5\,H^2O^4$, est donnée en *a*) ; *b*) analyse de la dahllite à enroulement de Mouillac par M. Pisani (*in* Lx. *C. R.* CL. 1390. 1910).

	a	*b*
P^2O^5	39,0	38,40
CaO	53,7	53,65
F	»	»
CO^2	6,0	5,30
H^2O	1,3	2,10
$Al^2O^3+Fe^2O^3+F$	»	0,57
	100,0	100,02

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, décrépite sans fondre ; dégage de l'eau dans le tube. Soluble à froid dans les acides, en dégageant des bulles de gaz carbonique.

1. M.W. Tschirwinsky a décrit sous le nom de *podolite* un minéral hexagonal, constituant les nodules phosphatés de Podolie et auquel il donne la formule $3Ca^3(PO^4)^2 . CaCO^3$; il est peut-être identique à la dahllite.

Diagnostic. La dahllite se distingue de la francolite fibreuse (staffélite) par l'absence du fluor et, dans certains cas, par la structure enroulée.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Quercy. — *Lot, Tarn-et-Garonne.* La dahllite n'était connue que dans le gisement d'apatite d'Odegården en Norvège. Je viens de montrer (*op. cit.*) qu'elle constitue, à elle seule, des rognons à forme bizarre (fig. 2), identiques à ceux de quercyite et des concrétions (fig. 3) rappelant parfois la forme des gros champignons appelés polypores, concrétions se produisant contre les parois des poches à phosphorites [1].



Fig. 2.
Rognon de dahllite de Mouillac. (*Photographie un peu réduite.*)

La cassure est toujours d'un blanc mat ; elle montre parfois une structure régulièrement fibreuse, mais plus souvent, les fibres sont palmées et entrecroisées. Les échantillons, que j'ai étudiés, proviennent de Caylus et de Mouillac (*Tarn-et-Garonne*), de Devèze en Veylat (*Lot*), mais il est bien vraisemblable qu'il s'en rencontre de semblables dans les autres gisements similaires, dont l'énumération est donnée page 584.



Fig. 3.
Concrétion pariétale de dahllite d'une poche à phosphorites de Mouillac. (*Photographie réduite de moitié environ.*)

J'ai observé des rognons à aspect extérieur identique, qui se montrent localement constitués par de la dahllite et ailleurs par de la

1. Voir au supplément pour le *Tonkin*.

quercyite ou de la colophanite, il me semble donc vraisemblable que dans ces cas et peut-être dans tous, la dahllite résulte de la déshydratation partielle, soit de la quercyite, soit de la colophanite.

On verra plus loin que c'est sans doute aussi à la dahllite qu'il faut attribuer le produit cristallin, uniaxe et négatif, qui constitue l'élément cristallisé des quercyites, dépourvues de fluor ou très pauvres en cet élément.

FRANCOLITE

$$(CaF)^2\,Ca^8(PO^4)^6.\,CaCO^3 + H^2O$$

Hexagonale.

Forme et facies. La francolite se présente en petits cristaux hexagonaux, $p\,(0001)$ $m\,(10\bar{1}0)$, très aplatis suivant la base et généralement groupés en rosettes ou enchevêtrés. Plus souvent, elle forme des croûtes fibreuses, mamelonnées; elle constitue alors la *staffélite*; je crois que ces deux minéraux ne diffèrent pas l'un de l'autre; j'emploierai le terme staffélite pour désigner la variété fibreuse.

Dureté. 4 à 5.

Densité. 3,128 à 3,10 (Encourtiech).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune ou verdâtre. Poussière blanche.

Éclat vitreux, un peu gras dans les cristaux sur les surfaces mamelonnées. Le minéral ternit par exposition à l'air; de translucide, il devient alors opaque.

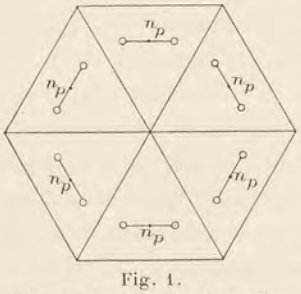


Fig. 1.
Section basique de francolite de Framont.

Propriétés optiques. Les cristaux de francolite examinés suivant la base en lumière polarisée parallèle se divisent en 6 secteurs biaxes chevauchant souvent les uns sur les autres. La bissectrice aiguë est *négative* ($\mathbf{n}_p$) et coïncide avec l'axe pseudosénaire; le plan des axes est parallèle aux côtés de l'hexagone (fig. 1); par superposition des diverses orientations, prennent naissance des plages uniaxes. Pour la même raison, les variétés fibreuses paraissent uniaxes.

$$\mathbf{n}_m = 1{,}625 \text{ env.}$$

La biréfringence paraît un peu supérieure à celle de l'apatite.

Composition chimique. La composition chimique de la francolite, correspondant à la formule $2\,(CaF)Ca^4(PO^4)^3+H^2O$ est donnée en *a*; *b*) analyse de la staffélite (*hydroapatite*) d'Encourtiech par Damour (*op. cit.*).

	a	*b*
P^2O^5.....	37,3	40,00
CaO.....	53,9	52,32
F.....	3,4	3,36
CO^2.....	3,9	5,30
H^2O.....	1,6	
$Al^2O^3 + Fe^2O^3$.	»	0,43
	100,0	101,41

Essais pyrognostiques et diagnostic. Comme dahllite, mais avec, en plus, les réactions du fluor (voir à *quercyite*).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

J'ai étudié la francolite et sa variété la staffélite dans les trois conditions suivantes :

1° *Dans des gisements métallifères.*

Vosges. — [*Alsace*]. J'ai rencontré de très petits cristaux (1^{mm}) nets, mais enchevêtrés, de francolite, colorés en rouge par des inclusions ferrugineuses, dans une géode de cristaux de scheelite de Framont du type I, décrits page 281. Les propriétés optiques (fig. 1) sont identiques à celles de la francolite originelle, qui se trouve aussi en Cornwall dans des gisements métallifères.

2° *Dans les poches à phosphorites.*

On verra plus loin que c'est à la staffélite qu'il faut attribuer le minéral fluoré, uniaxe, négatif, entrant dans la constitution de la *quercyite* du Quercy. Dans ces gisements de phosphorites, je ne l'ai trouvée à l'état pur que dans le gisement suivant.

Cévennes. — *Gard.* Les argiles remplissant les poches à phosphorite de la Capelle renferment non seulement des rognons de quercyite, mais encore des blocs creusés de cavités, que tapissent des mamelons à aspect calcédonieux ; ils sont, les uns constitués par la quercyite et les autres par des aiguilles de staffélite pure, se terminant par des extrémités libres.

3° *Dans les terrains sédimentaires.*

Dévonien.

Pyrénées. — *Ariège*. Je puis montrer l'identité de la staffélite avec le minéral décrit autrefois par M. Damour, sous le nom d'*hydroapatite* (*A. M.* X. 65. 1856). Il forme des mamelons blancs, translucides, devenant opaques et laiteux dans les portions exposées à l'air; il est fibreux et ressemble un peu à de la calcédoine. Le minéral tapisse les fentes d'un schiste argileux jaunâtre du château d'Encourtiech, près Saint-Girons; ce gisement, qui renferme aussi de la *wavellite* mamelonnée, se trouve dans la zone contenant les nodules phosphatés noirs, qui sont décrits page 56.

L'analyse *b*, publiée par Damour, a été recalculée de façon à la mettre sous la même forme que celle de la francolite. Damour n'y a pas indiqué l'anhydride carbonique, mais on peut constater que la perte au feu indiquée dans cette analyse est sensiblement égale à la somme (H^2O+CO^2) de la composition théorique. Dans les échantillons originaux de Damour, se trouvant dans la collection du Muséum, j'ai pu constater l'attaque avec effervescence par les acides, et toutes les propriétés (densité, indice de réfraction, etc.) de la staffélite typique.

Crétacé et éocène.

Les divers auteurs, qui ont décrit la structure microscopique des phosphates de chaux sédimentaires, ont quelquefois signalé l'existence au milieu de ceux-ci de sphérolites à allongement négatif, qu'ils ont rapportés à l'apatite. Ces sphérolites sont en réalité constitués par de la staffélite. J'ai pu m'en assurer par l'examen d'échantillons de la *Somme*, que je dois à l'un de ces auteurs, M. Lasne. Celui-ci m'a en outre remis un échantillon intéressant, qui consiste en une concrétion mamelonnée et fibreuse, recueillie dans les exploitations d'Orville (Le Rideau d'Hallay) au contact de la craie blanche inférieure. L'examen microscopique montre qu'il est constitué par de la staffélite très pure, dont les fibres se terminent à l'extérieur par de petites aiguilles libres.

COLOPHANITE

$$x[Ca^3(PO^4)^2]+y\,CaCO^3+zH^2O$$
$$x\ (CaF)^2Ca^8(PO^4)^6]+y\,Ca\,CO^3+zH^2O$$

Amorphe.

Facies. Forme des masses concrétionnées, rappelant l'opale et la gomme à cassure conchoïdale. La variété *monite* est terreuse.

Dureté. 4,5.

Densité. 2,69 à 2,77 (Pouzillac) ; les variétés terreuses ont une densité apparente plus faible (2,1 pour la monite).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune, brune, rougeâtre. Translucide ou opaque.

Éclat vitreux, un peu résineux (*colophanite*) ou aspect terreux (*monite*).

Propriétés optiques. Isotrope. La valeur de l'indice de réfraction varie en même temps que la composition chimique. Voici les valeurs obtenues sur deux échantillons pour la lumière du sodium :

$n = 1{,}569$ (Pouzillac)
$n = 1{,}612$ (Ile Rurutu).

Composition chimique. La colophanite (*Kollophan*) a été décrite par Sandberger d'après des échantillons de Sombrero ; il leur a attribué la formule $Ca^3(PO^4)^2+H^2O$, en supposant que l'anhydride carbonique fourni par l'analyse était dû à un mélange de calcite. J'ai montré (*C.R.* CL. 1213. 1910) que le carbonate de calcium fait partie de la constitution du minéral, mais il est vraisemblable que la colophanite amorphe n'a pas une composition constante ou tout au moins qu'il existe des types de composition variée. On peut y distinguer en particulier un type pauvre en fluor ou dépourvu de ce corps ; c'est celui dont l'analyse est donnée ci-contre, l'échantillon étudié provient de Pouzillac (*Gard*). Il existe d'autre part un type plus ou moins fluoré, dans lequel le rapport du fluor à l'anhydride phosphorique atteint et quelquefois même dépasse celui que comporte l'apatite. C'est ce type (*fluocolophanite*) qui est réalisé dans les phosphates sédimentaires et l'on trouvera plus loin dans la description des gisements quelques renseignements complémentaires sur ce sujet. Ces colophanites sont d'ailleurs le plus souvent très

mélangées d'impuretés ; elles constituent des roches, plutôt que des minéraux.

Cette combinaison du phosphate et du carbonate de calcium sous une forme amorphe peut être comparée peut-être à celle qui constitue les os, la matière organique en moins, bien entendu.

P^2O^5	37,40
CaO	49,73
F	0,88
CO^2	3,75
H^2O	7,05
Al^2O^3	0,14
Fe^2O^3	0,36
Na^2O+K^2O	0,30
	99,61

Essais pyrognostiques. Comme la dahllite, avec parfois réaction faible du fluor.

Diagnostic. La densité, la facile solubilité (avec effervescence et à froid) dans les acides sans résidu, et enfin les réactions de l'anhydride phosphorique, permettent de distinguer facilement la colophanite de l'opale et des silicates à aspect similaire. La structure amorphe ne permet de la confondre avec aucune des autres combinaisons de phosphates et de carbonates.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La colophanite se trouve uniquement dans les trois catégories de gisements suivants :

1° dans les gisements de guano ;
2° dans les poches à phosphorites ;
3° dans les gisements sédimentaires (*fluocolophanite*).

1° *Dans les gisements de guano.*

La colophanite est le minéral principal des curieuses formations, qui se trouvent dans les Antilles (Sombrero, île des Oiseaux, Curaçao, etc.) et dans certaines îles du Pacifique[1], situées pour la plupart entre

1. Les îles Baker, Howland, Jarvis, Mac Kean, Malden, etc., sont à citer en particulier, parmi les possessions non françaises.

le 150° et le 180° long. W. (Greenwich), le 10° N. et le 10° S. de latitude. Ces gisements sont constitués par des guanos lavés par la pluie et par l'eau de mer (*leached guano*).

Ces dépôts phosphatés sont pulvérulents à la surface des gisements, durs en profondeur, là où le calcaire corallien a été épigénisé sur place par les sels solubles du guano suprajacent ; ils possèdent souvent même la structure du calcaire lui-même (oolitique, bréchiforme, coquillier, etc.) ; des dépôts gypseux se forment quelquefois au milieu d'eux par suite du dessèchement du lagon central.

La colophanite est parfois associée à de nombreux autres phosphates (monétite, brushite, redondite, etc.).

Les gisements des possessions françaises, qui vont être étudiés ci-dessous, n'ont pas été étudiés jusqu'à présent ; il est vraisemblable qu'une exploration étendue de cette région en augmentera le nombre.

Archipel Tuamotu. — J'ai trouvé des échantillons de colophanite translucides et ambrés parmi des spécimens provenant de l'île Makatéa, au N. E. de Tahiti ; le minéral pur forme des veines dans des calcaires coralliens, eux-mêmes transformés en la même substance, sans que leur structure ait été altérée ; les uns sont oolitiques, remplis de débris de coquilles, les autres finement rubanés. Ces roches étaient originellement constituées par des oolites ou des débris de calcaire et de mollusques, laissant entre eux de nombreuses cavités ; ces éléments sont transformés en colophanite plus ou moins opaque, tandis que celle qui remplit complètement les anciens vides est translucide. Ces dépôts phosphatés sont assez abondants pour être exploités depuis peu.

Archipel Tubuaï. — J'ai examiné des échantillons analogues provenant de l'île Rurutu, dans le petit archipel Tubuaï, situé au sud de Tahiti. Ils renferment en outre des rognons gris opaques à cassure cireuse, rappelant certains de ceux du Quercy.

Nouvelle-Calédonie. — Des gisements phosphatés sont actuellement prospectés dans de petits îlots dépendant de la Nouvelle-Calédonie et situés à son Nord-Ouest : Huon, à 250 km. environ et les îles Chesterfield (îles Surprises), à environ 590 km. Les échantillons que j'ai examinés proviennent de ces dernières ; ils consistent en petits fragments de coraux blancs, encore intacts et poreux, cimentés par de la colophanite concrétionnée jaune.

2° *Dans les poches à phosphorites.*

La colophanite constitue une partie importante des phosphorites, qui vont être décrites en détail à l'article *quercyite*. Elle est moins fréquente que cette dernière substance, dans la constitution de laquelle elle entre. Les caractères extérieurs étant les mêmes, quelle que soit la composition, il me paraît inutile d'insister sur eux ici.

La colophanite pure constitue des rognons ou des masses, qui tantôt sont presque transparentes et tantôt sont seulement translucides ou plus souvent opaques. Les premiers ont un aspect de cornaline ou de gomme, les autres ont celui d'émail, tout à fait caractéristique. L'examen en lumière polarisée est toujours nécessaire pour distinguer ce minéral de la quercyite, les échantillons en apparence très vitreux, étant souvent les plus cristallins.

Les rognons de colophanite, constitués par des couches concentriques, sont généralement très fragiles, tandis qu'au contraire ceux qui ont une apparence homogène possèdent une consistance et une cassure rappelant celles de l'opale résinite.

Voici quelques gisements, dont j'ai observé des échantillons particulièrement purs (voir au supplément pour le *Tonkin* et *l'Annam*).

Quercy. — *Lot*. Environs de Limogne (Concots, Mouillac, etc.).

Tarn-et-Garonne. Environs de Caylus, etc.

Cévennes. — *Gard*. Pouzillac, Quissac, Tavel, etc.

Corbières. — *Hérault*. Loupiac, Montagne de Cette, etc.

Algérie. — *Oran*. Djebel Sfjan, etc.

3° *Dans les gisements de phosphates d'origine sédimentaire.*

La plus grande partie des phosphates de chaux sédimentaires sont amorphes ; ils ne présentent qu'exceptionnellement des parties cristallines sphérolitiques, que je rapporte à la staffélite. Ils contiennent de l'anhydride carbonique et de l'eau en quantité plus ou moins grande, qui ont été analysé jusqu'ici ou qui ont été considérés comme étrangers à la substance, mais que je regarde comme faisant partie intégrante du minéral, j'estime que celui-ci doit le plus souvent, sinon toujours, être rapporté à un type très fluoré de colophanite. Il renferme parfois une quantité de fluor, qui est avec l'anhydride phosphorique dans le même

rapport que dans l'apatite, mais le plus souvent, il en contient un peu moins et exceptionnellement un peu plus. Ce fait, annoncé pour la première fois par M. Ch. Delattre (*Étude sur les gisements français de phosphate de chaux*, 1882), a été bien mis en lumière par M. Lasne (*Ann. géol.*, 1889; *B. S. G.* XVIII. 441. 1890. *C. R.* CX. 1376. 1890, et *L'origine des phosphates de chaux de la Somme*. Paris, 1901) et enfin par M. Ad. Carnot (*A. M. X.* 137. 1896), qui a publié un grand nombre d'analyses, pour la plupart effectuées au Bureau d'Essai de l'École des Mines [1], et dont je donne ci-contre le résumé en ce qui concerne le fluor.

P^2O^5 teneur en anhydride phosphorique.
f — en fluor.
F — — de l'apatite normale correspondant à une égale teneur en P^2O^5
$\frac{f}{F}$ Rapport des valeurs précédentes.

	P^2O^5	f	F	$\frac{f}{F}$
Permien.				
Coprolites du bassin d'Autun	23,53	2,13	2,10	1,01
— —	23,50	2,00	2,10	0,59
— —	36,03	3,57	3,21	1,11
Lias.				
Semur (*Côte-d'Or*), nodules avec fossiles	28,40	2,05	2,53	0281
— —	26,40	2,14	2,35	0,91
— —	27,06	1,75	2,41	0,73
— —	28,59	2,40	2,55	0,94
— —	29,71	1,55	2,65	0,58
Bazaiges (*Indre*)	26,61	2,37	2,39	0,99
Neuvy —	29,81	2,60	2,66	0,98
Albien.				
Macheroménil (*Ardennes*), nodules verts	20,80	1,78	1,85	0,96
La Giberie (*Aube*), nodules grisâtres	21,82	1,87	1,95	0,96
Triancourt (*Meuse*), nodules noirâtres	24,50	2,10	2,18	0,96
Perte du Rhône (*Ain*), fossiles phosphatés	20,90	2,12	1,86	1,14
	13,32	1,41	1,19	1,18
Croix-Saint-Hilaire (*Ardennes*)	25,10	2,21	2,24	0,98

1. De nombreuses analyses de phosphates, considérés au point de vue industriel, ont été publiées par M. Nivoit dans l'article gisements de phosphates de chaux, de l'*Encyclopédie chimique de Frémy* (V. 1re section, 2e partie, 1883).

D'après Delattre (*op. cit.*), la richesse en P^2O^5 du remplissage des cavités des fossiles serait en raison directe de la ténuité de leurs ouvertures. Quand celles-ci sont petites (dans les oursins par exemple), la masse phosphatée est dure, compacte, homogène, riche en P^2O^5 ; quand elles sont grandes, la cavité est surtout remplie par de la calcite, du quartz, etc.

Cénomanien.				
Pernes (*Pas-de-Calais*)	20,80	1,76	1,85	0,95
— —	37,20	3,26	3,22	0,98
Turonien.				
Manre (*Ardennes*)	21,68	1,86	1,93	0,96
Lezennes (*Nord*)	32,04	2,75	2,86	0,96
	9,30	0,51	0,83	6,10
Sénonien.				
Nœux (*Pas-de-Calais*)	28,32	2,93	2,53	1,16
Buire-aux-Bois	29,02	3,07	2,59	1,19
Beauval (*Somme*)	37,20	3,26	3,22	0,98
— —	34,90	2,87	3,12	0,92
Orville (*Somme*)	38,76	3,38	3,45	0,98
— —	38,25	3,33	4,31	0,97
Eocène.	33,01	3,11	2,94	1,06
Gafsa (*Tunisie*)	31,73	3,17	2,83	1,12
— —	31,20	2,72	2,78	0,98
Sidi Ayet —	31,90	3,25	2,84	1,14
—	34,82	3,78	3,00	1,26
Djebel Dyr (*Constantine*)	33,67	2,45	3,00	0,82
Tébessa (Chabel-el-Oaissen)	32,57	2,61	2,90	0,90
Aïn Dibbu —	32,20	2,80	2,87	0,97
Djebel Kouif —	26,70	2,65	2,38	1,11
Maïzibu —	31,90	2,62	2,84	0,92
Aïn Fa'kroum —	20,21	1,44	1,80	0,80
— —	19,83	1,36	1,76	0,77
Sigus —	16,63	1,40	1,48	0,94
— —	23,98	2,04	2,14	0,95
M' Sila —	22,71	1,78	2,02	0,88
Djebel M' Zeïta —	35,10	3,11	3,13	0,99
Bordj- R'dir —	10,24	0,99	0,91	1,08
Boghari —	25,70	2,08	2,29	0,91
— —	17,16	1,45	1,53	0,95

Il est à noter que la teneur en P^2O^5 n'atteint jamais celle de l'apatite, et que le maximum est très voisin de celui de la francolite ; le tableau ci-contre montre d'ailleurs que les produits analysés, véritables minerais, étaient souvent très impurs. Ces concrétions phosphatées, dues à des actions secondaires, ont naturellement englobé tous les minéraux existant dans le sédiment en voie de formation ou déjà formé, au milieu duquel elles se sont produites.

Des théories nombreuses ont été émises pour expliquer l'origine de ces phosphates sédimentaires. M. Lasne admettait la dissolution de

l'apatite des roches éruptives et des roches cristallophylliennes, par l'eau de mer chargée de CO^2, puis le dépôt par concentration des sels dissous dans une mer peu profonde. D'autres auteurs (de Lapparent en particulier) ont fait intervenir avec plus de raison l'action des animaux vivants, extrayant des eaux marines les traces d'anhydride phosphorique qu'elles contiennent toujours, puis (Ad. Carnot) des concentrations *post mortem* de ces mêmes sels sur les dépouilles des animaux. M. Ad. Carnot admet qu'il s'est déposé d'abord du phosphate tribasique, puis que celui-ci a, simultanément ou plus tard, fixé du fluorure de calcium, comme cela se passe pour les os [1] enfouis dans le sol. D'après cette hypothèse, le fluophosphate de chaux ne se serait pas déposé tout d'une pièce, comme dans la théorie de Lasne. La variabilité de composition chimique des phosphates sédimentaires est un argument en faveur de la théorie de M. Carnot.

Aux théories précédentes, il faut en outre ajouter l'intervention de l'action de l'anhydride carbonique, qui a été l'agent convoyeur du phosphate et s'est combiné avec lui.

a) *Dans les assises paléozoïques.*

Dans le silurien.

Anjou. — *Maine-et-Loire.* Rares nodules phosphatés dans le calcaire accompagnant les schistes à *Calymene* d'Angers.

Dans le dévonien.

Pyrénées. — Un remarquable niveau phosphaté a été signalé par M. Levat (*A. M.* XV. 5. 1899) dans toute l'étendue de la chaîne pyré-

1. M. Carnot a publié à ce sujet d'intéressantes observations (*A. M.* I. 185. 1893). Il a montré que, par la fossilisation, les os gagnent du $CaCO^3$, du Fe^2O^3 et du fluor. Voici des moyennes d'analyses :

	$\frac{f}{F}$	$\frac{P^2O^5}{f}$
Os modernes	0,056	208,1
— quaternaires	0,360	31,3
— tertiaires	0,620	16,6
— secondaires	0,907	12,4
— primaires	0,993	11,3
Apatite	1,000	11,2

Ces nombres ne doivent pas être pris en valeur absolue, mais comme montrant seulement le sens du phénomène. Les os des âges primaires et secondaires ont une teneur très voisine de celle de l'apatite : dans les os actuels des divers animaux P^2O^5 varie de 37 à 42 %, Fl de 0,16 à 0,31 %.

néenne. Il est situé à la partie supérieure du dévonien entre les marbres griottes et les schistes sous-jacents.

Il atteint 8 à 10 mètres d'épaisseur ; il est caractérisé dans les parties riches par la présence de nodules noirs, brillants, rappelant l'anthracite ; ceux-ci atteignant parfois les dimensions des deux poings, ont souvent la structure imbriquée d'un bulbe d'oignon. Ils sont durs, aplatis, et renferment de 65 à 75 % de phosphate tribasique de chaux. Ils forment souvent le tiers ou le quart de la masse. Leur remplissage est lui-même phosphaté. Les schistes ternes titrent 7,10 % d'anhydride phosphorique, alors que les schistes luisants contournés, qui enveloppent les nodules, en ont jusqu'à 12 % ; ces phosphates renferment en outre de 25 à 28 % de matière organique, avec de 3 à 5 kilogrammes d'azote organique à la tonne.

Ce niveau a été suivi depuis les *Basses-Pyrénées*, jusqu'aux Corbières, et dans la Montagne Noire, jusqu'aux environs de Caunes (*Aude*). On peut citer dans les *Basses-Pyrénées* les vallées d'Accous, de Lescun, des Eaux-Bonnes ; dans les *Hautes-Pyrénées*, la vallée d'Arreau ; dans la *Haute-Garonne*, celle de Luchon ; dans l'*Ariège*, celle du Salat, les environs de Las Cabesses près de Saint-Girons ; dans les *Pyrénées-Orientales*, les environs de Prades, etc. ; dans l'*Hérault*, Cabrières, etc.

C'est probablement de ce même niveau que proviennent des échantillons analysés en 1842 par Berthier (*A. M.* II. 440) et indiqués par lui comme provenant des environs de Quillan (*Aude*). La description qu'il donne de ces nodules, renfermant 60 % de phosphate, répond en effet à celle donnée plus haut.

Dans le carbonifère.

Plateau Central. — *Allier*. Certains rognons de sidérite lithoïde du houiller de Fins sont dans leur partie centrale constitués par de la phosphorite terreuse ; ils sont à grains fins, d'un gris foncé, et parfois imprégnés de calcite laminaire, qui les divise en portions prismatiques. Ils sont quelquefois enveloppés de pyrite. D'après Berthier (*A. M.* XI. 442. 1824), leur teneur en phosphate de chaux atteint 57 %.

Ardennes. — *Ardennes*. Les schistes à calcéoles de Vireux-Molhains renferment de petits nodules phosphatés ; leurs trilobites sont parfois transformés en phosphate et titrent jusqu'à 31 % de phosphate tribasique.

Esterel. — *Var*. Des nodules phosphatés se rencontrent à la partie supérieure du grès houiller de la Bastide Bozaris, près Fréjus.

Dans le permien.

Morvan. — *Saône-et-Loire*. Les coprolites du permien d'Autun renferment jusqu'à 36 % d'anhydride phosphorique.

Dans le trias.

Esterel. — *Var*. Nodules phosphatés, considérés comme coprolites, dans les grès bigarrés et les argiles rutilantes de Fréjus et de Poujet, ainsi que dans les marnes gypseuses des environs de Draguignan.

b) *Dans les assises jurassiques*.

Les seuls gisements du jurassique, assez riches en phosphate de chaux pour pouvoir donner lieu à des exploitations, appartiennent au lias ; mais il existe de nombreux autres étages phosphatés, qui vont être brièvement cités.

Dans le lias.

De nombreux gisements phosphatés existent à divers niveaux du lias (et notamment dans le rhétien) ; quelques-uns d'entre eux sont exploités soit directement, soit dans leurs argiles de décalcification, au pied de collines constituées par la roche en place.

Ardennes. — *Ardennes*. Nombreux niveaux phosphatés, non exploités dans diverses zones du lias (Aiglemont, Saint-Menges, Mézières, Moiry, Mohon, Margut); les nodules atteignent la grosseur du poing.

Lorraine. — *Meuse*. Dans le lias supérieur à Fresnois.

Meurthe-et-Moselle. Dans le sinémurien : Tomblaine, etc. (dans calcaires et dans argiles de décalcification).

Vosges. — *Vosges*. Dans le sinémurien. Sandaucourt, Damblain, Neufchâteau.

Haute-Saône. Couche argileuse entre le sinémurien et le liasien avec poches remplies de nodules phosphatés blanchâtres et fossiles phosphatés : Pomoy, Vitrey, Auxon.

Champagne. — *Haute-Marne*. Dans le sinémurien de Chalindrey.

Bourgogne. — *Côte-d'Or.* Les gîtes de l'Auxois se trouvent surtout au sommet du sinémurien. On exploite leurs argiles de décalcification entre Avallon et Semur (et surtout entre cette ville et Beaune) ; Semur, Martigny-sur-Armançon, Thoste, Arnay-le-Duc. Les nodules sont friables (rarement plus de 30 % de P^2O^5), Vic-de-Chassenay (petits nodules plats, ressemblant à de grosses fèves).

Yonne. Des exploitations ont été faites jadis sur le prolongement des couches de l'Avallonnais et en particulier à Epoisses.

Saône-et-Loire. Oyé-en-Brionnais et environs de Mâcon.

Nivernais. — *Nièvre.* Chavannes-Changy.

Berri. — *Cher.* Le niveau de l'Auxois a été exploité à Germigny (près de la Guerche). Dans le calcaire, les nodules sont gris ; ils sont d'un blanc jaunâtre dans les argiles de décalcification. Leur taille est celle d'une noix ; leur surface est arrondie et mamelonnée ; ils sont parfois aplatis en forme de galets tendres et à cassure terreuse [1].

Indre. Exploitations à la base du liasien entre Celon et Neuvy-Saint-Sépulchre (Celon, Bazaiges, Ceaulmont), aux environs d'Argenton. Ces nodules prennent parfois un aspect cristallin dû à des imprégnations de calcite ; ils se trouvent soit en place dans le calcaire, soit dans les argiles de décalcification de ceux-ci. Les nodules des argiles sont compacts, ceux des sables sont blanc jaunâtre, tachetés de limonite, légers et poreux.

Poitou. — *Vienne et Deux-Sèvres.* Le même niveau phosphaté se retrouve dans la *Vienne* et dans les *Deux-Sèvres* (Niort, Saint-Maixent), mais il n'est pas exploitable.

Bajocien et bathonien.

Normandie. — *Calvados.* Un niveau de nodules phosphatés (atteignant 30 % de phosphate tribasique) se trouve à la base du bajocien du Calvados et notamment aux environs de Bayeux, à Saint-Vigor-le-Grand.

Poitou. — *Vendée, Deux-Sèvres, Charente.* Le niveau bathonien à *Am. zigzag* (banc pourri) renferme des fossiles phosphatés, insuffisamment riches pour pouvoir être exploités. M. Welsch, qui m'a

1. Les gisements de phosphates de la France centrale ont été étudiés en détail par M. de Grossouvre (*A. M.* VII. 361. 1885.).

communiqué des échantillons provenant de Saint-Pezenne près Niort (*Deux-Sèvres*), l'a suivi de Fontenay-le-Comte (*Vendée*) jusqu'à l'Est de Ruffec (*Charente*).

Callovien et Oxfordien.

Berri. — *Cher.* M. Douvillé a signalé au Foulon, près La Guerche, une couche argileuse riche en fossiles (*ammonites*, *belemnites*, etc.) phosphatés (*B. S. G.* III. 112. 1874).

Nivernais. — *Nièvre.* Le même niveau, reposant sur le callovien, se trouve dans la tranchée du chemin de fer de l'Aiguillon, à la sortie de Nevers ; les nodules phosphatés y sont verdâtres, plus ou moins arrondis ; les fossiles et notamment les pholadomyes sont phosphatés.

Kimeridgien.

Normandie. — *Calvados.* Petits nodules terreux d'un gris jaune à Villerville.

c) *Dans les assises du crétacé.*

Albien et Gault.

Bordure du Bassin de Paris. — Les grès verts de l'albien, qui constituent une ceinture au Bassin de Paris, de l'Ardenne et de la Normandie et qui affleurent aussi en Picardie et dans le pays de Bray, renferment un niveau phosphaté remarquable, ayant en moyenne de 0 m. 10 à 0 m. 15 d'épaisseur. Les nodules qu'ils renferment sont généralement isolés, à surface lisse et mamelonnée ; ils sont d'ordinaire grisâtres ou d'un brun verdâtre à leur périphérie, bruns et noirâtres au centre. Assez rarement, ils sont suffisamment nombreux pour se toucher et former ainsi une petite couche continue. Ces nodules résultent de la concentration du phosphate au milieu du sable, dont ils englobent tous les éléments (quartz, glauconie, etc.). Ils contiennent de la matière organique, enveloppent des fossiles ; les débris de mollusques ou de bois sont souvent eux-mêmes phosphatisés et dans certaines localités, ils constituent même la source principale du phosphate. Beaucoup de ces gisements sont ou ont été exploités.

Un autre niveau, moins constant que le précédent, se trouve dans les argiles du gault ; des nodules phosphatés y ont été trouvés au cours du creusement de puits artésiens (La Chapelle, Maisons-Laffitte, Vernon, Rouen, etc.).

Pas-de-Calais. Dans le Boulonnais, les gisements des environs

de Marquise, de Fiennes ont été exploités jadis ; ils se trouvent dans le gault. Dès 1818, Berthier a publié l'analyse des nodules phosphatés mélangés de pyrite de Wissant.

Ardennes. Des gisements très continus et exploités abondent dans les sables verts de cette région. Leurs nodules phosphatés (*coquins*), mélangés de calcite, sont d'un gris verdâtre, assez durs, arrondis, à surface souvent lisse. Leurs dimensions varient depuis celle d'une noix jusqu'à celle du poing : Grandpré, Machéroménil.

Exceptionnellement, ces nodules se réunissent pour former une petite couche continue (Canton de Vaubécourt). Des nodules compacts, gris à l'extérieur, noirs au centre, se trouvent aussi à la base de la gaize (gault) : ce niveau phosphaté est moins constant que le précédent, mais plus riche.

Meuse. Triancourt (albien), Dombasle, les Islettes, Louppy-le-Château, Andernay, Beurey.

Aube. La Giberie, nodules terreux dans l'albien.

Yonne. Des nodules, d'un gris blanc, se trouvent au Nord d'Auxerre, dans une couche de graviers du sommet du gault ; ils sont accompagnés de nombreux fossiles phosphatés ; d'assez nombreuses exploitations ont été établies sur leurs gisements : Toucy, Les Chénons près Parly, Nanthon, Beauvoir, Mormont, Lindry, Saint-Maurice-le-Vieil, Saint-Martin-sur-Ocre, Merry-la-Vallée, Petit-Pau près Seignelay ; ces nodules renferment en moyenne 27 °/₀ de P^2O^5.

Côte-d'Or. Quelques nodules dans les assises à *Am. mamillaris* dans l'arrondissement de Dijon.

Nièvre. — Graviers quartzeux à ciment phosphaté dans les sables de la Puisaye des bords de la Loire vers les Cadoux.

Cher. Dans le Sancerrois, des gisements, semblables à ceux de l'Yonne, sont exploités entre Vailly-sur-Sauldre, Assigny et Sury-ès-Bois. Ces nodules se trouvent dans des couches glauconieuses (ils sont alors noirs ou brun foncé) ou dans des sables (ils sont dans ce cas d'un blanc laiteux) ; on trouve aussi des mollusques et des bois fossiles phosphatisés.

Orne. Ceton.

Région alpine et subalpine. — *Ain.* Importants gisements à la Perte-du-Rhône, près Bellegarde ; les nodules d'un vert grisâtre, très glauconieux, surtout formés par des fossiles, se trouvent dans

trois bancs sableux, dont l'épaisseur totale est de 1 m. 80. La partie interne des coquilles est la plus phosphatée.

Savoie. Le Désert, La Colombe, le Châtelart (grès verts) et dans la couche de passage de l'aptien à l'albien (La Balme de Rencurel en Vercors).

Basses-Alpes. Montagne de Lure (couches à *Belem. plenus*).

Alpes-Maritimes. Au village d'Escragnolles.

Ardèche et Drôme. Dans ces départements, les nodules phosphatés forment une série de lits minces, espacés dans les sables verts ayant une épaisseur de 6 à 12 mètres. Le Saut de l'Egue en Viviers.

Vaucluse. Saint-Paul-Trois-Châteaux et Clansayes.

Cévennes. — *Gard*. Salazac (grès verts).

Algérie. — D'après Thomas et Péron : région d'Aumale (*Alger*) et de Bou-Thaleb (*Constantine*).

Cénomanien.

Un niveau situé à la base de la craie glauconieuse est localement assez riche en nodules phosphatés pour se prêter à l'exploitation.

Bassin de Paris et sa bordure. — *Pas-de-Calais*. Le tourtia de Pernes renferme une couche phosphatée, pouvant atteindre 1 m. d'épaisseur ; la roche, riche en glauconie, est poreuse et friable ; elle contient jusqu'à 25 % de P^2O^5.

Nord. Anzin, Sasseynies, Noyelle.

Ardennes. A la base du cénomanien de l'Ouest de l'Argonne, se trouve une petite couche renfermant des nodules phosphatés noirs et brillants. Environs de Vouziers, Sainte-Marie, Givron, La Romagne.

Marne. Même niveau exploité à Sainte-Ménehould.

Sarthe. Une couche analogue à la précédente a été reconnue et exploitée dans ce département.

Seine-Inférieure. Côte Sainte-Catherine près Rouen ; falaises de la Hève près le Havre.

Turonien.

Il existe quelques niveaux phosphatés dans le turonien, mais ils sont sans importance pratique.

Bordure du Bassin de Paris. — *Nord*. Calcaires crayeux durs

du sommet du turonien avec nodules phosphatés, désignés sous le nom de *tun* : Lezennes près Lille, env. du Cateau.

Ardennes. Dans marnes à *Belemn. plenus* de Manre, de Réthel (nodules irréguliers et coprolites).

Sarthe. Nodules verdâtres, atteignant 1 kg. dans assises sableuses : environs du Mans, La Ferté-Bernard, Connéré.

Périgord. — *Dordogne*. Nodules compacts, blanc jaunâtre à Gourd-de-l'Arche, près Périgueux : ils sont glauconneux.

Sénonien.

Picardie. — La craie du sénonien supérieur (aturien) renferme dans cette région des grains phosphatés (0 mm. 05 à 0 mm. 10), le plus souvent amorphes, parfois fibreux ou cristallisés (staffélite) ; beaucoup d'entre eux épigénisent des foraminifères, des esquilles d'os, de poissons, etc. Des couches riches peuvent renfermer jusqu'à 80 % de phosphate. Des poches de décalcification, ayant jusqu'à 27 mm. de profondeur à Orville, se rencontrent à la fois dans cette craie phosphatée et dans les assises de craie blanche sous-jacente. Les grains sableux de phosphate s'y concentrent au milieu d'une argile ferrugineuse en même temps que les fossiles qui sont surtout conservés quand ils sont phosphatés (voir les analyses de Lasne. *L'origine des phosphates de chaux de la Somme*. Paris, 1901). Les couches phosphatées sont recouvertes presque partout par une argile rougeâtre riche en gros silex, appelée dans le pays *bief à silex* ; elle provient de la décalcification de la craie argileuse à silex, surmontant la craie à *Belemnitella quadrata*.

Voici les gisements principaux où ces phosphates ont été reconnus ou exploités.

Pas-de-Calais. Orville, Buire-aux-Bois, Nœux.

Somme. Dreuil-Hamel près Hallencourt, Curlu, Beauquesne, Terramesnil, Raincheval, Puchevillers, Ribémont, Bray-sur-Somme, Marcheville en Ponthieu, Beauval, etc.

Oise. Hardivilliers près Breteuil.

Environs de Paris. — *Seine*. Meillet a signalé (*A. M.* III. 718. 1843) dans la craie de Meudon de petits nodules assez rares, titrant 47,5 % de phosphate tricalcique.

Maine. — *Sarthe*. Des nodules de phosphates verdâtres à l'extérieur, blancs à l'intérieur, se trouvent dans le sénonien à Château-du-Loir, Dissay, Sainte-Paterne.

Ardennes. — *Ardennes*. Nodules blancs souvent accompagnés de pyrite à la base du sénonien de Perthes (travaux du tunnel).

Madagascar. — Les assises ferrugineuses et gréseuses du crétacé (sénonien ?) des environs de Diégo Suarez renferment une petite quantité de phosphate, qui est surtout concentrée dans des bois de conifères [*Araucaroxylon madagascariense*, Fliche], taraudés, très analogues d'aspect extérieur avec ceux de l'albien et du cénomanien de l'Argonne. Ces bois fossiles, à structure conservée, sont rouges ou brun foncé à éclat cireux et renferment jusqu'à 54 % de phosphate de chaux tribasique : ils ne constituent qu'un accident minéralogique.

d) *Dans les assises tertiaires.*

Éocène.

Bassin de Paris. — C. A. Becquerel a signalé en 1821 de petits nodules dans l'argile plastique d'Auteuil. Meillet a cité aussi (*A. M.* III. 718. 1843), dans le calcaire grossier (lutétien) des environs de Paris, de petits nodules jaune-chamois, renfermant jusqu'à 62 % de phosphate tricalcique. Ce n'est là qu'une curiosité minéralogique.

Berri. — *Indre*. Les marnes éocènes de la ferme des Prunes près d'Argenton, connues par leurs ossements de vertébrés, renferment de petits nodules terreux de phosphate de chaux.

Algérie. — L'éocène inférieur, qui affleure sur de grandes étendues dans toute l'Afrique septentrionale, renferme toujours à sa base (entre le crétacé et le calcaire à *Nummulites planulatus*, c'est-à-dire dans le thanétien et l'yprésien) des couches phosphatées plus ou moins importantes par leur épaisseur et leur teneur en anhydride phosphorique. Ces dernières sont généralement insuffisantes pour donner lieu à une exploitation ; c'est seulement dans la province de *Constantine* et en *Tunisie* que la teneur en phosphate tribasique atteint 6 à 7 % et que les couches peuvent être exploitées fructueusement. La figure 1 représente une lame mince taillée dans le minerai riche de Tébessa. Les grains de fluocolophanite y présentent leur forme caractéristique.

Voici les gisements les plus importants : *Constantine* : Djebel Kouif (22 km. N. E. de Tébessa) ; Djebel Dyr (à 16 km. N. de Tébessa) ; Aïn-Kissa (à 8 km. N. E. de Tébessa) ; Tocqueville (à 31 km. S. O. de Sétif) ; Bordj R'dir (58 km. S. O. de Sétif).

Je citerai quelques autres gisements à teneur trop faible pour être exploités : Environs S. O. de Sétif ; Aïn-Abid et Bou Nouara (entre

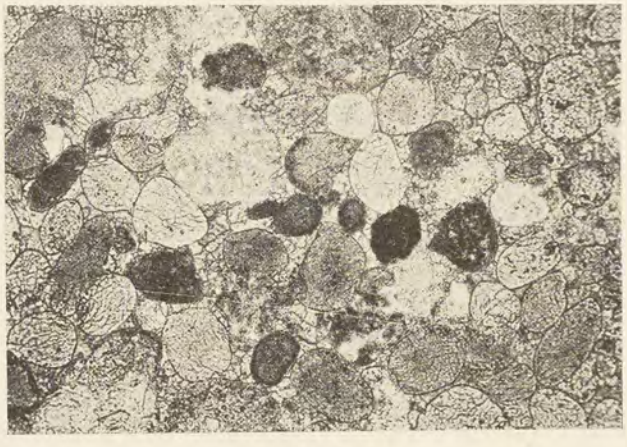


Fig. 1.
Grains phosphatés cimentés par calcite. Tébessa. (*Grossissement de 35 diamètres.*)

Guelma et Constantine) ; Aïn-Fakroun (entre Aïn-Beida et Constantine) ; Djebel M'Zaïta, à 28 km. au Sud de Bordj bou Arréridj et enfin (*Alger*), la région de Boghar et de Bérin.

Il existe aussi quelques autres gisements, dont l'exploitation est aujourd'hui abandonnée, et qui se trouvent dans l'éocène moyen (lutétien) : Tarja et Djebel Dekma, près Souk-Ahras.

Tunisie. — Les nombreux gisements exploités, découverts par Philippe Thomas, qui appartiennent à l'éocène inférieur, sont : Kalaat-es-Snam et Kalaat Djerda au N. E. de Tébessa (*Constantine*) et dans l'éocène moyen (d'après M. Pervinquière), les nombreux gisements de la concession de Gafsa (Dj. Seldja, Redeyef, Aïn Moulares, Zebbeus, etc.). Ils constituent une richesse considérable pour la Régence (voir Pervinquière, *Étud. géol. Tunisie centr.* 1903. 175).

Il existe aussi un grand nombre d'autres gisements du même niveau dans la Tunisie centrale et méridionale, mais trop pauvres pour pouvoir être exploités.

Les couches phosphatées consistent en calcaires alternant avec des marnes brunes, souvent feuilletées et gypsifères. Les calcaires prédominent et sont les plus riches en anhydride phosphorique. Dans les marnes abondent les débris fossiles (ossements, dents, écailles, petits coprolithes) ; on y trouve des couches irrégulières riches en nodules à surface lisse, couverts d'une patine noire et luisante. Les plus gros atteignent la grosseur d'un melon ; ils sont calcaires à l'intérieur et phosphatés (5 à 6 %) à leur périphérie. Les petits titrent jusqu'à 70 % de phosphate. A l'inverse des calcaires, les marnes ne sont pas glauconieuses, mais renferment des veinules de gypse et des rognons de célestite ou de barytine.

Les calcaires phosphatés sont d'un gris jaune clair ou brun verdâtre, ils sont légers et friables, les grains phosphatés sont petits, accompagnés de grains de quartz, d'opale et de débris organiques phosphatés.

ODONTOLITE

Sous le nom d'*odontolite*, de *turquoise occidentale* ou de *nouvelle roche* (par opposition à la turquoise véritable ou d'ancienne roche), on désigne depuis longtemps des ossements fossiles, colorés en bleu par du phosphate de fer.

Diagnostic. L'odontolite se distingue facilement de la turquoise véritable par ce que sa couleur pâlit plus vite à la lumière artificielle : sa densité est plus élevée ; elle est facilement attaquable par les agents chimiques. Sa solution, *avec effervescence*, dans un acide ne se colore pas en bleu par addition d'ammoniaque, par suite de l'absence de cuivre. Enfin l'examen microscopique décèle la véritable nature de la substance, car la structure histologique osseuse est conservée.

Composition chimique. M. Ad. Carnot a fait voir (*A. M.* VIII. 326. 1895) que la composition chimique originelle de l'os a été profondément modifiée ; une partie du phosphate tricalcique a disparu et a été remplacée par des phosphates d'aluminium et de fer. Il y a eu en outre fixation de fluor ; la proportion du fluorure de calcium ne dépasse pas, dans les dents des animaux vivants, 0,50 %, alors qu'elle peut atteindre 6 ou 7 % dans les dents fossiles [1]. Cette composition chimique est d'ailleurs assez variable suivant les gisements.

1. M. Carnot a montré (*A. M.* I. 185. 1893) que cette fixation du fluor est caractéristique des os fossiles (voir page 567).

L'analyse suivante a été faite sur une odontolite de la collection de l'École des Mines, dont la provenance n'est pas indiquée, mais qui vient certainement du Gers : elle montre que ce produit peut être considéré comme une colophanite alumineuse fluorée.

P^2O^5	41,27
Al^2O^3	17,71
Fe^2O^3	5,80
CaO	24,72
MgO	0,99
CO^2	5,60
Fl	3,45
Argile	0,18
Perte au feu	1,20
	100,92

La densité de l'odontolite de Simorre est de 3,05 à 3,1 ; son indice de réfraction (Na) est de 1,63. La densité de l'ivoire vivant est de 1,95 (structure poreuse) et son indice de 1,52 ; la fossilisation change donc considérablement ses propriétés.

Bassin d'Aquitaine. — *Gers*. Les ossements fossiles et notamment les dents du *Mastodon angustidens*, de l'helvétien du Gers, prennent parfois une coloration bleue, qui les a fait depuis longtemps rechercher pour la bijouterie. Les gisements les plus connus sont ceux de Simorre et de ses environs (Laymont, Baillabatz), de Lombez, des environs d'Auch (Gimont, Crastes).

Au commencement du XVIIIe siècle, Réaumur a montré la véritable nature de cette soi-disant turquoise (*Hist. Acad. Sciences*, 1718. 174) et décrit les précautions prises de son temps pour dessécher ce produit et aviver sa couleur bleue par un chauffage (de 2 à 5 heures) dans une sorte de four à réverbère. La coloration ainsi obtenue est fort inégale et disparaît même, quand le chauffage a été poussé à une température trop élevée.

Les nombreux échantillons que j'ai examinés ont une structure anatomique remarquablement conservée.

Tarn. Dans son livre sur les Antiquités et raretés des environs de Castres, Borel signale un gisement analogue à Vénès, près Castres.

Dordogne. Je dois à M. Vasseur d'intéressants fragments d'odontolite d'un beau bleu, qu'il a trouvés dans les conglomérats calcaires sannoi-

siens (horizon du calcaire de Castillon), dans les fossés de la route d'Eymet, à Lauzun (descente conduisant à la tourbière de Sainte-Marthe et à 300 mètres de celle-ci) ; les ossements transformés appartiennent surtout à des tortues.

Algérie. — *Oran*. M. Pallary m'a signalé la découverte de fragments d'odontolite dans plusieurs gisements préhistoriques : Oran, Bougie et dans un foyer à Arzew (ossements d'éléphants) ; les échantillons en question ont subi l'action du feu.

QUERCYITE

On a vu plus haut qu'une petite portion seulement des phosphorites des gisements français est constituée par de la colophanite ou par de la dahllite pures. Le type le plus fréquent, dont des exemples caractéristiques peuvent être choisis dans les gisements du Quercy décrits plus loin, ont une structure plus complexe, que j'ai cherché récemment à mettre en lumière (*C. R.* CL. 1213 et 1388. 1910).

Il est constitué par un mélange en proportion variable de colophanite amorphe et d'un minéral fibreux optiquement négatif [*dahllite* et plus souvent (*staffélite*)] ; ce mélange est si intime qu'il est impossible d'en séparer mécaniquement les composants. Les couches ainsi constituées, alternent parfois avec d'autres, dans lesquelles le minéral fibreux est optiquement positif et plus biréfringent. Enfin, certaines couches sont uniquement constituées par de la colophanite. Ces variations expliquent pourquoi la densité et l'indice moyen de réfraction varient presque avec chaque échantillon.

Cependant les différences de composition chimique sont peu considérables, ainsi qu'en témoignent les analyses suivantes faites par M. Pisani, et que j'ai publiées dans le mémoire précité.

a et *b*) Mouillac (*Tarn-et-Garonne*).

c) Castillo de Belmez, province de Cordoue [*Espagne*].

	a	*b*	*c*
P^2O^5	37,60	36,60	37,75
CaO	51,85	50,45	52,50
F	1,50	0,83	»
CO^2	4,00	4,62	5,70
H^2O	4,80	6,00	3,20
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	»	1,30	0,85 [1]
	99,75	99,80	100,00

1. Y compris un peu de fluor.

Cette association intime du produit amorphe et des minéraux cris-

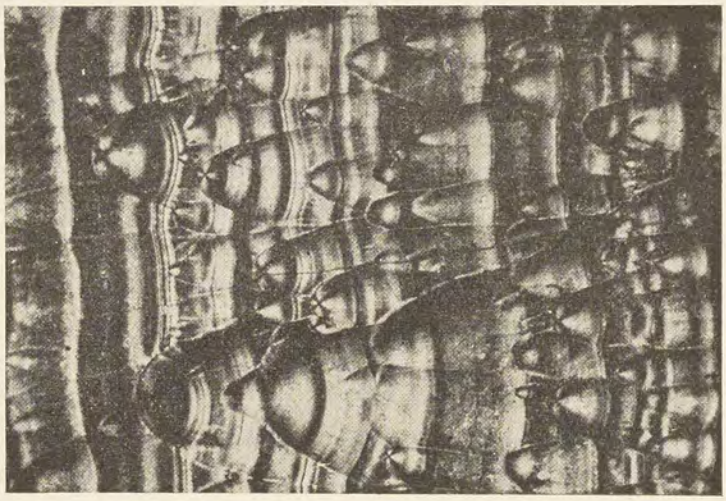


Fig. 1.
Quercyite en sphérolites coniques.
(*Lumière polarisée parallèle. Grossissement de 35 diamètres.*)

tallisés est tout à fait comparable à celle des fibres de quartzine ou de

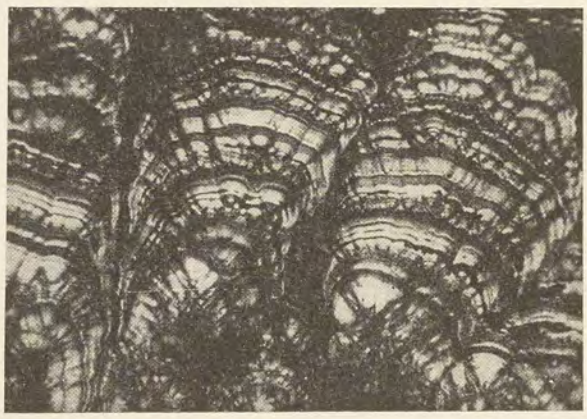


Fig. 2.
Alternance de zones très éclairées de quercyite β et de zones sombres de quercyite α. Caylus. (*Lumière polarisée parallèle, grossissement de 35 diamètres.*)

calcédonite et d'opale dans la calcédoine. J'emploie le terme de *quer-*

cyite pour désigner ce type spécial de phosphorite : *quercyite* α, dans le cas où le produit cristallin est optiquement négatif (uniaxe ou à axes très rapprochés) (analyse *a*) et *quercyite* β, quand existe en outre le minéral optiquement positif (uniaxe ou à axe optique très rapproché) (analyse *b*) ; celui-ci n'a pu être assimilé à aucune espèce connue, mais les analyses données plus haut montrent qu'il ne peut avoir qu'une composition très voisine de celle des minéraux optiquement négatifs.

La densité de l'échantillon analysé en *a* varie de 2,83 à 2,87 ; son indice médian est de 1,608. A elles seules, ces valeurs permettent immédiatement de distinguer les quercyites de la dahllite ou de la francolite (*staffélite*) et a fortiori de l'apatite.

Diagnostic. Les fibres de quercyite n'ont pas l'individualité de celles de stafellite ou de dahllite : les sphérolites ou les croûtes qu'ils constituent ont l'aspect caractéristique montré par les figures 1 et 2 : ils ne se terminent jamais par des pointements libres dans des cavités.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Dans les poches à phosphorites.

Quercy. — *Lot. Tarn-et-Garonne. Aveyron.* Les poches à phosphorites du Quercy sont célèbres, depuis la découverte des premières d'entre elles à Cos près Caylus (1865), grâce aux admirables trouvailles paléontologiques qui y ont été faites. Après une période d'exploitation très active, la plupart des gisements sont actuellement épuisés.

La bibliographie concernant cette question est très touffue. M. Thevenin l'a donnée aussi complète que possible dans un mémoire (*B. C. F.* XIV. 461. 1903), où il a décrit la distribution géologique et l'origine de ces curieux gisements.

Ces poches se trouvent toutes dans les calcaires compacts fissurés (bajocien, bathonien calcaires sublithographiques) et encore lias inférieur) ; elles se trouvent toujours au voisinage des affleurements de lambeaux tertiaires. Elles ont des dimensions très variées ; il en est de 35 mètres de large, d'autres (Pindaré) peuvent être suivies sur plus de 100 mètres, avec une largeur de 3 à 6 mètres. Les cavités à phosphorites ne constituent qu'exceptionnellement des fentes à parois verticales et sensiblement parallèles ; le plus souvent, ce sont des poches irrégulières, fermées par le bas, renfermant souvent des ramifications latérales, s'étranglant ou s'élargissant par places. Ces ramifications

sont parfois de véritables boyaux, s'ouvrant dans de grandes cavités voisines. Le remplissage de ces cavités est formé par une terre rouge, semblable à celle résultant de la décalcification des calcaires : les grains de limonite y abondent. Quelquefois cette argile est sableuse et contient des cailloux roulés de quartz, de calcaire. On observe aussi dans ces cavités des brèches, formées de débris anguleux du calcaire des parois, réunis par de l'argile et des grains de limonite, avec fréquent durcissement par de la calcite secondaire ; c'est souvent dans de semblables brèches qu'abondent les ossements fossiles.

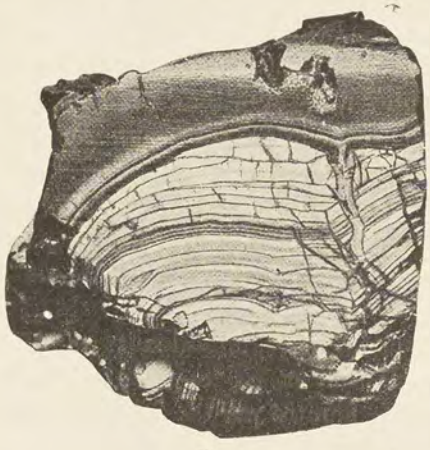


Fig. 3.
Section polie d'un nodule de quercyite à texture agatoïde. Mouillac. (*Photographie un peu réduite.*)

Les phosphorites (*dahllite*, *quercyites* ou *colophanite*) forment dans l'argile des rognons concrétionnés, à structure souvent étrange-

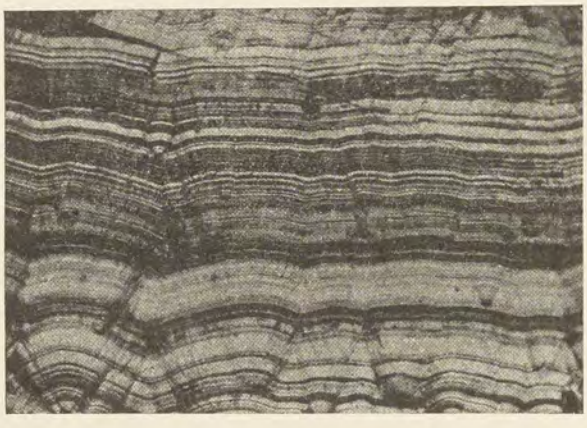


Fig. 4.
Lame mince d'une alternance de quercyite α et de quercyite β.
(*Lumière polarisée parallèle. Grossissement de 35 diamètres.*)

ment mamelonnée et contournée (fig. 3, page 496 ; fig. 2 et 3, pages 557), dont la surface est parfois très brillante. Elle constitue aussi des revê-

tements concrétionnés sur la surface des parois calcaires et remplit leurs fentes de ses veinules. Il existe aussi des stalagmites, rappelant par leur apparence, celles constituées par la calcite dans les grottes calcaires ; ces stalagmites se trouvent dans les parties les plus basses des cavités ; les stalactites sont en général absentes. Exceptionnellement (Lamandisse), les phosphorites forment des veinules dans le calcaire lui-même. La forme de ces concrétions est indépendante de leur constitution intime et il est fort possible que dans tous les cas, elles aient commencé à se concrétionner sous forme amorphe (colophanite), puis qu'elles aient pris ensuite peu à peu une structure cristalline, à la façon des nodules d'opale qui, avec le temps, se transforment en divers produits cristallisés.

La texture de ces concrétions de quercyite est toujours la même ; elle est généralement à la fois zonée et fibreuse (fig. 3 et 4). Les colorations sont variées : blanches, jaunes, brunes ou verdâtres ; ces diverses teintes s'associent parfois dans des zones successives. L'aspect est tantôt celui de l'opale commune, tantôt celui de l'agate. Exceptionnellement (Mouillac), il existe des variétés translucides ressemblant à de la gomme, dont la couleur varie du jaune clair au brun noir. Des dendrites manganésifères sont fréquentes dans les fissures ou dans la masse ; elles donnent parfois au minéral une coloration bleuâtre.

Il existe aussi des rognons blancs ou jaunâtres, à structure crayeuse disséminés dans l'argile rougeâtre, qui renferme toujours une quantité plus ou moins grande de phosphate mal individualisé au point de vue minéralogique.

Des théories nombreuses ont été proposées pour expliquer la genèse des gisements de phosphorites. L'on a tout d'abord fait intervenir des phénomènes filoniens hydrothermaux [Combes (*Assoc. fr. Avanc. Sc.* 1872. 482) ; Daubrée (*C. R.* LXXIII. 1028. 1871 et *Ass. Fr. Avanc. Sc.* 1878-544) ; Trutat (*C. R.* LXXIII. 1363. 1871) etc.] ; puis est venue la théorie de Dieulafait, faisant appel à l'action d'eau lagunaire, qui, en corrodant les calcaires du Causse, lui aurait enlevé son phosphate tribasique (*A. C. P.* V. 204. 1885).

L'opinion qui, aujourd'hui, paraît la plus vraisemblable parallélise le mode de formation des phosphorites avec celui de la limonite sidérolitique (Tome III, p. 391). Au cours de la longue période d'émersion du début du tertiaire, les calcaires du Causse se sont creusés de cavernes, de gouffres, qui ont été remplis par ruissellement pendant

l'éocène et l'oligocène, grâce à un mécanisme analogue à celui que l'on voit aujourd'hui en œuvre dans les cavernes. Les argiles de décalcification des calcaires se sont concentrées ainsi dans ces cavités. Les dépouilles des animaux y ont été entraînées par les eaux ; comme dans les cavernes, les cadavres des animaux, qui y ont vécu, ont fourni des phosphates par le mécanisme étudié page 493 au sujet de la brushite.

Ces phosphates solubles ont attaqué les parois calcaires et sont venus s'ajouter au phosphate de calcium contenu dans les argiles de décalcification et provenant originellement des calcaires[1]. Les eaux chargées d'anhydride carbonique ont remis tous ces phosphates en mouvement et déterminé leur concrétionnement, leur cristallisation au milieu d'argiles ou contre les parois, remplissant quelquefois des vides laissés dans l'argile par la disparition des organes mous de quelques animaux (moulages en phosphorite de reptiles signalés jadis par Filhol). L'importance du rôle joué par l'anhydride carbonique est mise en évidence par la démonstration que j'ai donnée plus haut de son existence comme élément essentiel de tous les phosphates de ces gisements.

Les pseudomorphoses décrites page 496 montrent que dans beaucoup de cas, le phosphate bi-calcique s'est formé dans ces divers gisements, constituant un minéral transitoire.

Je renvoie au mémoire de M. Thevenin pour la bibliographie et pour les arguments paléontologiques que l'on peut invoquer à l'appui de cette théorie.

Les gisements de phosphorite du Quercy sont limités à la portion des départements du *Lot* et du *Tarn-et-Garonne*, limitrophes de l'*Aveyron* ; un petit nombre de gisements se trouvent dans ce dernier département au voisinage des précédents. Les principaux sont les suivants ; leurs produits ne se distinguent guère les uns des autres : la quercyite α y domine ; j'indiquerai ci-contre ceux dans lesquels j'ai trouvé en outre la quercyite β ; j'ai signalé page 557 et 564 les gisements, dans lesquels j'ai observé la colophanite et la dahllite concrétionnées.

Lot. Environs de Cajarc (Paillès, Saint-Néboule, Sabin, Nougayrac, Memercin, Saint-Martin-la-Bouval, Larnagot, Prajous, Cregols), de

1. A Reilhac, le calcaire du Causse renferme 0.26 ‰ de P^2O^5 et 0,86 de Fe^2O^3. A Padirac, le calcaire de l'orifice du gouffre contient 0,42 ‰ de P^2O^5, l'argile résultant de sa décalcification prise à sa surface en renferme 1 gr. 4, alors qu'au fond de la grotte, loin des parois, elle contient 3 gr. 9 et 5 gr. 1 au contact du calcaire (*in* Thevenin).

Limogne (Concots, Saint-Jean-de-Laurs, Puyjourdès, Coinac, Escamp, Cénevières, Bach, Promilhanès, Beauregard).

Tarn-et-Garonne. Environs de Caylus [Aubrelong, Mouillac (avec quercyite β et dahllite), Perinette, Pendaré, Cos, Guillaumet) ; Saint-Antonin (Raynal, Tabarly, forêt de Breton].

Aveyron. Villeneuve, La Rouquette, au sud de Villefranche-de Rouergue[1].

Cévennes. — *Gard.* Les gisements de phosphorites de ce département sont comparables aux précédents : la quercyite y prédomine. Il y a lieu de signaler en particulier les suivants. Au château du Plantat à Quissac, les poches sont creusées dans les calcaires jurassiques (oxfordiens) et leur remplissage date de l'éocène ou de l'oligocène. Sur le plateau d'Uzès en face d'Avignon, à Pouzilhac (Monticaud), Tavel, Saint-Maximin, la Capelle, elles contiennent une faune intermédiaire entre le pliocène et le quaternaire.

J'ai étudié de nombreux échantillons de ces exploitations aujourd'hui abandonnées ; il y a lieu de signaler à Tavel des agrégats botroydes formés par des globules de la grosseur d'une cerise à surface rugueuse et de couleur noire : ils permettent d'étudier les propriétés de la *quercyite*. M. G. Carrière m'a communiqué en outre de gros rhomboèdres aigus de calcite épigénisés par de la quercyite fibreuse.

Hérault. Des gisements de phosphorite, fournissant des produits semblables à ceux du Quercy, ont été exploités dans des poches du calcaire jurassique de la grotte de Cette et entre Frontignan et la montagne de la Gardiole (Wickersheim, *A. M.* XVI. 283. 1879), ainsi qu'à Bouzigues ; à environ 1 km. de cette localité, la grotte de Loupian creusée dans le calcaire bleuâtre de l'oxfordien, a fourni des amas d'ossements de chauve-souris, dont les cerveaux sont parfois transformés en phosphate. Je dois à M. Braly de beaux échantillons de quercyite fibreuse, concrétionnée sur le calcaire provenant de ce gisement.

De même, on a rencontré de la quercyite concrétionnée dans des grottes à brèches osseuses des environs de Montpellier (Bourgade,

1. Dans ce département, à Bozouls, on a signalé, non plus dans le calcaire, mais dans un tuf basaltique une phosphorite en rognons concrétionnés avec des ramifications saillantes et souvent très grêles, s'enfonçant de toutes parts dans la roche éruptive ; je n'ai pas eu en mains d'échantillon de ce gisement.

Bois-de-l'Hôpital) et de divers autres points du département ; j'en dois de bons échantillons à M. Delage.

Algérie. — Des phosphorites identiques à celles du Quercy comme aspect et comme structure se rencontrent assez abondamment dans le département d'*Oran* et dans un gisement de celui de *Constantine* : elles sont constituées d'ordinaire par de la quercyite et parfois par de la colophanite. M. Ad. Carnot a publié les analyses partielles suivantes de quelques-uns des gisements qui vont être énumérés : il semble en résulter que la dahllite doit en constituer l'élément cristallin.

	P^2O^5	Fl.
Djebel Toumaï.....	37,48	0,10
—	36,90	tr.
—	29,93	0,06
Inkermann.....	38,59	0,05
Retaïma	40,66	0,08

Oran. Les fissures sont creusées dans les calcaires jurassiques ou miocènes du nord du département : Oran ; la Djiddiouïa ; El-Bordj ; Kalâa ; Aïn Kebira, à 10 km. Sud-Est de Nedroma (dans le lias) ; Djebel Kebir, à 10 km. Nord de Lalla-Marnia ; Rio Salado, à 6 km. du village (dans le lias) ; Djebel Touïla ; Djebel Toumaï, à 18 km. Sud-Est de Nemours (dans oxfordien ?) ; Djebel Sidi Sefeane ; Djebel Sfian, à 24 km. Nord-Est de Nemours (dans le lias) ; Djebel Tadjerah ; Djebel Zardeb, etc. Ces phosphates sont parfois surmontés par des brèches osseuses, vertébrés pliocènes, renfermant quelquefois (Toumaï, des hélix actuels ; ils ont été exploités sans grand succès. [Pallary (*Ass. fr. Avanc. Sc.* 1894) et Dion (*Bull. Soc. pharm. Bordeaux*, 1897).]

Constantine. Oum-el-Boaghi, à 20 km. O. d'Aïn-Beida (dans l'urgo-aptien).

PLUMBOGUMMITE

Hexagonale ?

Facies. La plumbogummite se présente sous la forme de masses concrétionnées, globuleuses ou botroydes, à structure testacée (fig. 1), dont chaque couche est fibreuse : plus rarement on la trouve en petits cristaux aciculaires (fig. 2 et 3).

Dureté. 4 à 5.

Densité. 4, à 4, 9. 4,88 (Nuissière. Dufrénoy).

Coloration et éclat. Jaune d'or, brun rouge, jaune verdâtre ou bleuâtre.

Éclat gras et résineux. Poussière incolore. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* ($\mathbf{n}_g$).

Pléochroïsme. Il existe un faible pléochroïsme dans les teintes jaunes, avec maximum d'absorption suivant $\mathbf{n}_g$.

Composition chimique. M. Hartley a montré (*Min. Magaz.* XII. 230. 1900) l'analogie de composition chimique existant entre la *hitchcockite* de la Géorgie et celle du Cumberland pour laquelle il a proposé la formule $2PbCO^3.\ Pb^3(PO^4)^2 + 6\,[AlPO^4.\ 2Al(OH)^3.H^2O]$ ou $5PbO\ 9Al^2O^3\ 4P^2O^5\ 2CO^2 + 24H^2O$, correspondant à la composition *a*.

Il a publié en outre les analyses *b* et *c* d'une plumbogummite d'un brun foncé de Huelgoat et il a cherché à montrer que celle-ci n'est qu'un mélange de hitchcockite et de pyromorphite. Il reconnaît d'ailleurs que les résultats du calcul sont peu satisfaisants [1]. On verra plus loin que des mélanges de ce genre existent à Huelgoat. Je ne sais si c'est un de ceux-là qu'a analysé le savant anglais, mais il me semble difficile d'admettre l'hétérogénéité de la plumbogummite du Huelgoat, dont les magnifiques échantillons translucides ne montrent pas trace d'impuretés à l'examen microscopique. Il semble donc que la plumbogummite diffère de la hitchcockite, notamment par sa teneur en eau. M. Hartley a en tous cas le mérite d'avoir le premier montré l'existence de l'anhydride carbonique dans ce minéral, qui renferme en outre parfois une petite quantité de matière organique

1. En déduisant les proportions de pyromorphite correspondant au chlore, le sulfate de plomb correspondant à l'acide sulfurique, l'eau perdue à 100°C. et en ramenant à 100°, les analyses *b* et *c* conduisent aux résultats suivants :

	b	*c*
P^2O^5	20,51	21,22
Al^2O^3	23,48	24,49
PbO	38,80	36,43
CO^2	5,66	5,44
H^2O	11,55	12,42
	100,00	100,00

viciant un peu les teneurs en anhydride carbonique et en eau des analyses *b* et *c*.

	a	*b*	*c*
P^2O^5	18,20	18,37	19,14
Al^2O^3	29,41	19,04	20,98
PbO	35,73	43,24	38,91
CO_2	2,82	4,59	4,66
H^2O au-dessus de 100°	13,84	9,37	10,64
H^2O à 100°	»	5,13	4,80
Cl	»	0,29	0,16
SO^3	»	»	0,96
	100,00	100,03	100,25

Je donne ci-contre comme documents les analyses successives faites sur la plumbogummite française par les auteurs, dont les travaux vont être rappelés plus loin.

a) de Huelgoat par Berzélius, *b*) par Damour; *c*) de la Nuissière par Dufrénoy.

	a	*b*	*c*
P^2O^5	»	8,06	1,89
Al^2O^3	37,00	34,32	34,23
PbO	40,14	35,10	43,42
CaO	1,80	0,80	»
Fe^2O^3		0,20	»
H^2O	18,80	18,70	16,13
$PbCl^2$	»	2,27	»
SO^3	0,20	0,30	»
SiO^2	0,60	»	2,11
	98,54	99,75	97,78

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite et donne de l'eau. Quelques variétés noircissent quand on les chauffe, par suite de l'existence d'une petite quantité de matière organique. Au chalumeau, gonfle, colore la flamme en bleuâtre, mais ne fond pas. Sur le charbon, donne un globule de plomb ; avec la solution de cobalt, donne la coloration bleue de l'alumine.

Difficilement attaquée par l'acide azotique.

Diagnostic. La plumbogummite ressemble à la calcédoine, mais avec un éclat plus gras et une réfringence beaucoup plus élevée ; les réactions pyrognostiques rendent facile le diagnostic d'avec ce minéral. Elle se distingue aisément de la pyromorphite, qui l'accompagne, par son infusibilité et le signe positif de ses fibres, sa résistance aux acides, l'absence des réactions du chlore et l'existence de celle de l'aluminium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Bretagne. — *Finistère.* La plumbogummite a été découverte dans les mines de Huelgoat et pour la première fois décrite par Romé-de-l'Isle (Demeste, *Lettres minéral.*, II, 399, 1779 et *Cristallogr.* III, 399. 1783) sous le nom de *plomb rouge en stalactites, tantôt en globules*. Gillet de Laumont l'a retrouvée et en a donné une description (*J. P.* XXVIII. 385. 1786) sous le nom de *sel acide phosphorique martial*, plus tard changé par lui en celui de *plomb gomme*, quand Berzélius en eût publié une première analyse (*Schweig. J.* XXVII. 65. 1809), qui lui fit considérer ce minéral comme un hydroaluminate de plomb.

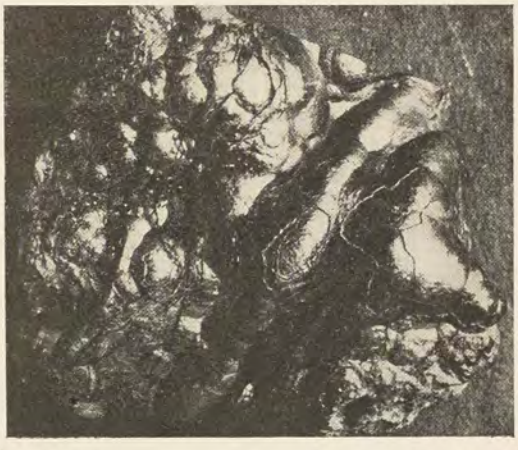


Fig. 1.
Plumbogummite concrétionnée, testacée, de Huelgoat.
(*Photographie à peu près grandeur naturelle.*)

En 1840, M. Damour montra (*A. M.* XVII. 191. 1840) que l'analyse de Berzélius était inexacte, le minéral renfermant de l'anhydride phosphorique qui, dans l'analyse du savant suédois, avait été précipité avec l'alumine et le plomb.

La collection du Muséum possède une série d'échantillons de plumbogummite de Huelgoat se présentant avec des aspects variés : ils comprennent, entre autres, les types de Romé de l'Isle et de Gillet de Laumont. M. Damour a bien voulu en outre me donner quelques-uns des morceaux qu'il a examinés.

La plumbogummite de Huelgoat se présente sous des aspects variés. On la trouve en masses concrétionnées à structure testacée et fibreuse rappelant la calcédoine (fig. 1), mais avec un aspect plus résineux et plus brillant ; sa couleur varie du jaune d'or au brun rouge. Elle forme aussi des gouttelettes et des enduits généralement implantés sur de la marcasite, sur de la cérusite ; ils ne doivent pas être confondus avec les champignons de pyromorphite fibreuse

décrits page 399. L'association fréquente de la plumbogummite et de la marcasite rend souvent difficile la conservation de ces échantillons.

En outre des échantillons concrétionnés, qui viennent d'être décrits et qui constituent la véritable plumbogummite, il existe à Huelgoat de très nombreux mélanges de ce minéral et de pyromorphite, qui ont été une source de confusion considérable dans la connaissance de ce minéral, beaucoup d'auteurs et en particulier Damour ayant considéré comme des variations de composition chimique ce qui n'est qu'un mélange mécanique des deux substances. Voici l'analyse de trois de ces mélanges, *a* et *b* par M. Damour et *c* par M. Hartley (*op. cit*).

	a	*b*	*c*
Pb^2O^5.....	12,05	15,18	16,81
PbO	62,15	70,85	68,62
Al^2O^3.....	11,05	2,88	2,78
$PbCl^2$.....	8,24	9,18	9,11
SO^3.....	0,25	0,40	»
CO^2.....	»	»	0,44
H^2O	6,18	1,24	1,96
	99,92	99,73	99,72

J'ai eu entre les mains les échantillons analysés par M. Damour ; ce sont de véritables pseudomorphoses incomplètes de pyromorphite en

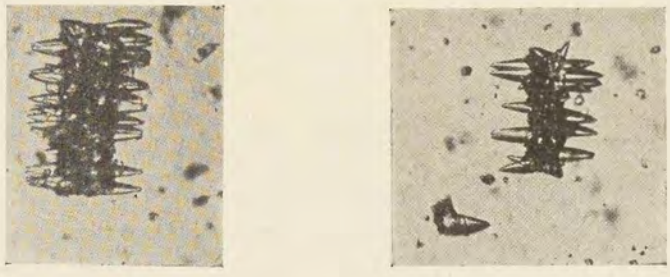


Fig. 2.
Cristaux aciculaires de plumbogummite implantés perpendiculairement sur un prisme de pyromorphite de Huelgoat. (*Grossissement de trois diamètres.*)

plumbogummite. La pyromorphite appartient à la variété coralloïde brune, elle est devenue blanche et quand on l'examine au microscope, on constate que ses aiguilles sont recouvertes par de petits cristaux aciculaires de plumbogummite (à allongement positif) implantés perpendiculairement à leur axe et simulant avec celui-ci les dents d'un peigne (fig. 2.)

Les échantillons de ce genre sont toujours associés à de la marcasite décomposée, qui explique la petite quantité d'acide sulfurique et de fer des analyses précitées.

Plateau Central. — *Rhône*. La plumbogummite a été trouvée en petite quantité à la mine de la Nuissière en Chenelette et décrite par Dufrénoy (*A. M.* VIII. 243. 1835) ; elle s'y présente avec un aspect différent de celui du minéral de Huelgoat ; elle constitue de très petits mamelons à éclat fort vif, d'une couleur verte très pâle, ils sont parfois presque incolores. J'en ai recueilli quelques fragments sur les haldes du puits aujourd'hui comblé.

D'autre part, j'ai trouvé dans la mine de Montchonay en les Ardillats, des enduits concrétionnés d'un beau bleu lavande, à structure concrétionnée, identiques comme aspect et comme structure microscopique, au minéral de Roughton Gill et de Red Gill, dans le Cumberland, dont M. Hartley a montré l'identité avec la hitchcockite ; comme dans ces gisements, ils sont quelquefois associés à de la pyromorphite ou à de la campylite qu'ils recouvrent (fig. 4). Ce minéral est fréquemment tacheté de psilomélane noire : c'est de lui dont il est question page 528.

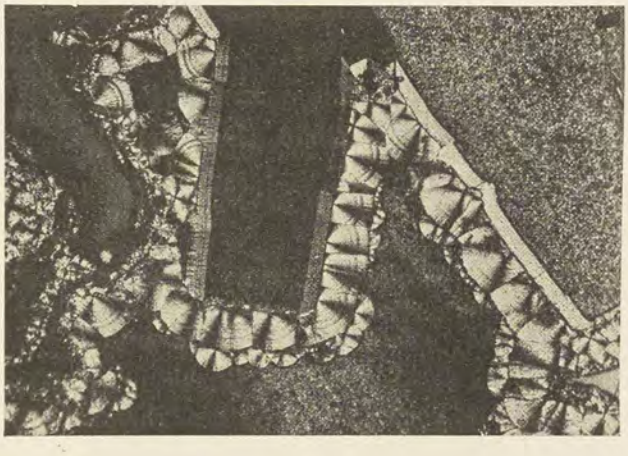


Fig. 3.
Sphérolites de plumbogummite sur pyromorphite.
(Lumière polarisée parallèle ; grossissement de 30 diamètres.)

Isère. Drian a signalé (*Minér. et pétr. env. Lyon*. 330. 1849) la plumbogummite dans le filon quartzeux de la Poype, près Vienne ; elle y formait, d'après lui, des grains ou mamelons d'un blanc jaunâtre ou

jaunes, d'aspect gélatineux ; je n'ai pas vu ce minéral parmi les nombreux échantillons de ce gisement que j'ai examinés.

GROUPE DE LA SVANBERGITE

Ce groupe comprend les espèces suivantes, qui sont rhomboédriques et isomorphes.

Svanbergite.....	$AlPO^4.(Sr,Ca)SO^4.Al^2(OH)^6$.
* *Corkite*..... ...	$FePO^4.PbSO^4.Fe^2(OH)^6$.
Beudantite.....	$FeAsO^4.PbSO^4.Fe^2(OH)^6$.

SVANBERGITE

$AlPO^4.(Sr,Ca)SO^4.Al^2(OH)^6$.

Rhomboédrique : $pp = 90°35'$.

Angle plan de $p = 90°34'$

[$a : c = 1 : 1,2063$ (Dauber) [1].]

Formes observées : a^1 (0001) ; p ($10\bar{1}1$) ; e^3 ($40\bar{4}1$), $e^{11/4}$ ($50\bar{5}1$), e^1 ($02\bar{2}1$).

a^1p	125°41′	pp	90°35′
a^1e^3	100°11′	e^3e^3	63° 3′
$a^1e^{11/4}$	99°10′	$e^{11/4}\,e^{11/4}$	61°59′
a^1e^1	109°45′	e^1e^1	70°48′

Formes et facies. La svanbergite ne se trouve qu'en cristaux entrant dans la constitution de roches; ce sont des rhomboèdres, à aspect cubique quand p prédomine, ou des grains irréguliers.

Clivages. Clivage parfait suivant a^1 (0001).

Dureté. 5.

Densité. 2,99 à 3,30; 3,14 (Chizeuil).

Coloration et éclat. Jaune de miel, rose, brun rouge. Poussière incolore ou rougeâtre. Translucide.

Éclat vitreux à adamantin.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* (n_g). La biréfringence est voisine de celle du quartz. Les indices de réfraction mesurés par la méthode de l'immersion sont compris entre 1,65 à 1,64.

Composition chimique. La formule déduite d'une analyse de Bloms-

1. M. Seligmann a déduit $c = 1,2389$ de la mesure de $e^3e^3 = 117°6'$, d'où $pp = 89°34'$, mais la mesure directe lui a fourni $90°47'$.

trand est $3CaO\,3Al^2O^3\,P^2O^5\,2SO^3 + 6H^2O$; mais M. Prior[1] a montré par des essais qualitatifs (*Miner. Magaz.* XII. 249. 1900) que le minéral renferme peu ou pas de calcium, et beaucoup de strontium. Dès lors, en considérant comme strontiane la chaux indiquée dans l'analyse de Blomstrand, la formule du minéral devient celle donnée plus haut ou : $2SrO\,3Al^2O^3\,P^2O^5\,2SO^3 + 6H^2O$, correspondant à la composition suivante, dans laquelle une partie de la strontiane est sans doute remplacée par de la chaux.

P^2O^5.....	15,4
SO^3.....	17,3
Al^2O^3.....	33,1
SrO.....	22,5
H^2O.....	11,7
	100,0

J'ai purifié un peu de svanbergite de Suède et prié M. de Gramont de l'examiner par son délicat procédé spectroscopique des sels fondus (*B. S. M.* XXI. 94. 1898). Le produit de la fusion avec le carbonate de lithium a fourni, sous l'action de l'étincelle condensée, les raies du strontium suivantes, très brillantes : 4305, 6 ; 4215,7 ; 4077, 9 ; la raie 4607,5 est masquée par la raie 4608 du lithium, mais elle a été mise en évidence dans un autre essai effectué sur la matière fondue avec le carbonate de sodium ; en même temps, la raie 4226,9 du calcium (assez forte) a été constatée. Ces essais confirment donc l'observation de M. Prior ; ils ont été répétés avec les mêmes résultats sur le minéral français dont il est question plus loin, qui paraît contenir cependant plus de strontium.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau acide. Très difficilement fusible sur les bords en esquilles minces. Au chalumeau, avec l'azotate de cobalt, donne la coloration bleue de l'alumine.

1. Le même auteur a montré que si l'on admet que $2SO^3$ remplace P^2O^5, on peut représenter par la même formule les deux minéraux suivants, dont les formes sont extrêmement voisines de celles des minéraux de ce groupe.

Hamlinite.....	$SrO\ 3Al^2O^3\ 2P^2O^5 + 7H^2O$
Florencite.....	$Ce^2O^3\ 3Al^2O^3\ 2P^2O^5 + 6H^2O$

Il y rattache aussi dubitativement la *plumbogummite*, avec la formule $2PbO\ 3Al^2O^3, 2P^2O^5 + 7H^2O$, dans laquelle une certaine quantité de P^2O^5 serait remplacée par CO^2 (voir page 587).

Facilement décomposée par le carbonate de sodium, le produit de la fusion, repris par l'eau, puis additionné d'un peu de chlorure de césium, donne les réactions de l'acide sulfurique et de l'aluminium, sous forme d'octaèdres cristallitiques d'alun de césium ; la solution azotique fournit les réactions du phosphore.

A peine attaquée par les acides.

Diagnostic. Ces réactions pyrognostiques, jointes aux propriétés optiques du clivage facile, sont caractéristiques de la svanbergite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* J'ai trouvé récemment un nouveau gisement de ce minéral rare, qui n'était connu jusqu'ici que dans deux localités suédoises.

On a vu, page 73, qu'à Chizeuil près Chalmoux, des filons de pyrite sont exploités dans le granite au contact de quartzites (tournaisiens d'après M. Albert Michel-Lévy). A l'extrémité méridionale de l'exploitation, au puits Martin, on a rencontré sur quelques mètres un accident minéralogique constitué par une roche blanche, que M. Castanier a bien voulu me communiquer : l'exploitation l'a malheureusement fait disparaître.

Cette roche a une constitution très complexe et assez variable. Elle est essentiellement formée par des minéraux blancs, associés à de la pyrite, de la covellite. Tantôt ces minéraux constituent seulement le ciment très peu abondant de nombreux petits grains ou cristaux de pyrite (généralement cubes très striés), tantôt au contraire ils prédominent de beaucoup sur le sulfure ; suivant la nature des espèces les plus abondantes, la roche est tendre ou très dure et fort tenace. Les éléments qui la constituent sont les suivants : pyrophyllite en rosettes fibro-lamellaires, kaolinite en agrégats de petites lames, diaspore, corindon, incolores, le minéral décrit dans le supplément sous le nom de *chizeuilite*, et enfin plus rarement svanbergite. L'examen microscopique permet d'ajouter à cette composition le rutile. Tous ces éléments sont parfois mélangés, mais il existe aussi des veinules ou des masses, uniquement constituées par un ou plusieurs d'entre eux, rosettes de pyrophyllite, ou bien diaspore en lames empilées et réunies par un peu de kaolinite, etc. ; enfin, il existe des îlots de kaolinite en fines petites lamelles.

La svanbergite, en grains ou en cristaux de 1 à 2 mm. de diamètre, est d'un jaune clair. Elle se rencontre exclusivement dans les parties riches en diaspore et en kaolinite ; elle y est parfois accompagnée de covellite épigénisant de la chalcopyrite ou de la panabase et de gros cristaux ($1/2\ b^2$), très brillants, de pyrite.

J'ai pu extraire, de la kaolinite grenue, une petite quantité de cristaux, qu'ont permis de vérifier les propriétés physiques et chimiques données plus haut. Ces cristaux sont constitués par des rhomboèdres basés.

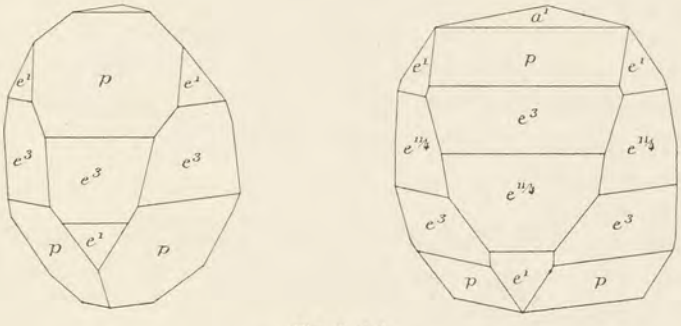


Fig. 1 et 2.
Svanbergite de Chizeuil.

Les formes a^1 (0001), p $(10\bar{1}1)$, e^3 $(40\bar{4}1)$, e^1 $(02\bar{2}1)$ n'ont pu être mesurées qu'approximativement, leurs faces étant encroûtées de kaolinite et la base seule donnant des images nettes ; celle-ci est plus ou moins largement développée (fig. 1 et 2). Il existe aussi parfois un rhomboèdre voisin de e^3, que j'ai noté $e^{11/4}$ $(50\bar{5}1)$ sur la figure 2, à cause de sa position et de son existence dans des cristaux de svanbergite de Suède, mais que je n'ai pu mesurer.

La roche remarquable, qui vient d'être décrite, porte la trace d'actions mécaniques, se traduisant par la déformation des cristaux de diaspore et par des plans de glissements, manifestes dans les portions riches en kaolinite. Elle doit sans doute être considérée comme un lambeau sédimentaire exceptionnellement riche en alumine, tombé dans la cavité, aujourd'hui remplie par les filons et métamorphisé par les eaux qui ont rempli celui-ci.

CORKITE	BEUDANTITE
$FePO^4.PbSO^4.Fe^2(OH)^6$	$FeAsO^4.PbSO^4.Fe^2(OH)^6$

Rhomboédriques : $pp = 91°18'$.

Angle plan de $p = 91°18'$

[$a : c = 1 : 1{,}1842$ (Dauber)].

Formes et facies. Ces deux minéraux présentent le même aspect et les mêmes propriétés ; ils s'observent uniquement en rhomboèdres aigus, voisins du cube, quelquefois basés et accompagnés d'autres rhomboèdres, peut-être $e^{11/4}$ $(50\bar{5}1)$ et e^1 $(02\bar{2}1)$. $(pa^1 = 126°11')$.

Clivages. Clivage a^1 (0001) parfois facile.

Dureté. 3,5 à 4,5.

Densité. 4 à 4,3.

Coloration et éclat. Vert olive ; jaunes, vertes, brun noir. Poussière gris jaune ou verdâtre. Transparentes seulement en lames minces.

Éclat vitreux à résineux.

Propriétés optiques. Optiquement *négatives* ($\mathbf{n}_p$) et assez biréfringentes. Ces minéraux sont rarement uniaxes et dans ce cas, l'uniaxie est le résultat de l'entrecroisement de cristaux biaxes, à axes assez écartés. J'ai observé des cristaux du Laurion, dont la section basique montre un secteur triangulaire, uniaxe, bordé par des plages à deux axes écartés, dans lesquelles le plan des axes est parallèle au côté du triangle central $\mathbf{n}_g > 1{,}74$.

Pléochroïsme. En lames minces, le minéral est jaune d'or foncé et nettement pléochroïque, avec maximum d'absorption suivant $\mathbf{n}_g$.

Composition chimique. Je donne en *a*) la composition de la corkite : $FePO^4.PbSO^4.Fe^2(OH)^6$ ou $3Fe^2O^3\ 2PbO\ P^2O^5\ 2SO^3 + 6H^2O$ et en *b*) celle de la beudantite : $FeAsO^4.PbSO^4.Fe^2(OH)^6$. Une petite quantité du plomb est parfois remplacée par du cuivre.

	a	*b*
SO^3	12,0	11,2
P^2O^5	10,6	»
As^2O^5	»	16,2
Fe^2O^3	36,0	33,8
PbO	33,3	31,2
H^2O	8,1	7,6
	100,0	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau. Au chalumeau, les différents types sont plus ou moins fusibles en un globule scoriacé ; les diverses variétés sont aussi inégalement attaquées par l'acide chlorhydrique ; elles donnent les réactions de As^2O^5 ou de P^2O^5. Il est préférable d'attaquer le minéral par fusion avec le carbonate de sodium.

Diagnostic. La forme et les propriétés optiques sont caractéristiques ; les deux minéraux se distinguent l'un de l'autre par les réactions de l'arsenic ou du phosphore. Les réactions de l'acide sulfurique permettent de différencier la beudantite de la pharmacosidérite, qui est moins biréfringente et ne contient pas de plomb.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. J'ai rencontré dans la collection du Muséum, avec l'indication « fer arséniaté de Blond près Vaulry » un échantillon de quartz filonien, dont les cavités sont localement recouvertes d'un oxyde de fer manganésifère et dont plusieurs renferment quelques cristaux de beudantite, dont la forme est représentée par la figure 1 ; leur surface est jaune verdâtre ; je n'ai pu faire sur eux que des essais qualitatifs ; ils ont montré notamment que ce minéral ne renferme que de l'arsenic ; par suite il s'agit bien d'une beudantite.

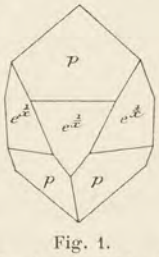


Fig. 1.
Beudantite de Blond.

La croûte superficielle, examinée au microscope, se montre presque incolore, très biréfringente, et aussi réfringente que la beudantite ; elle est uniaxe, mais optiquement positive. Elle constitue donc un minéral différent, qui reste indéterminé, faute de matière suffisante pour des essais complets.

DESTINÉZITE

$Fe^4H^4S^2P^2O^{19}$

Monoclinique.

Formes et faciès. La destinézite forme des masses en apparence compactes, en réalité constituées par de petites lamelles microscopiques, que M. Cesàro regarde comme possédant des propriétés physiques voisines de celles du gypse ; elles sont aplaties suivant g^1 (010) [$ph^1 = 114°$; $pa^1 = 142°$; $a^1h^1 = 104°$].

Dureté. 3.

Densité. 2, 1.

Coloration et éclat. Blanc verdâtre. Transparente seulement en lames minces. Aspect terne.

Propriétés optiques. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010). $\mathbf{n}_p$ fait un angle de 39° avec h^1 dans l'angle obtus ph^1 et $\mathbf{n}_g$ 15° avec p (001). $\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}026$ à 0.030. Les indices sont compris entre 1,66 et 1,64.

Composition chimique. La formule brute donnée plus haut, pouvant s'écrire : $Fe^4O[OH]^2[SO^4H]^2[PO^4]^2$, correspond à la composition *a*) ; *b*), analyse de la destinézite d'Argenteau [*Belgique*] par M. Cesàro (*Mém. Soc. géol. Belgique*, XII. 173. 1885). Ce savant a montré qu'en traitant le minéral par l'eau bouillante, on peut remplacer les deux radicaux acides [SO^4H] de la formule par OH et l'on obtient ainsi la *delvauxite*.

	a	*b*
P^2O^5.....	16,9	16,76
SO^3.....	19,1	18,85
Fe^2O^3.....	38,2	37,60
H^2O.....	25,8	25,35
Insol.....	»	1,40
	100,0	99,96

Essais pyrognostiques et diagnostic. Par calcination, donne beaucoup d'eau et de l'acide sulfurique, en devenant rouge, opaque et terne, mais sans perdre sa forme. Au chalumeau, sur le charbon, le minéral s'émiette, puis fond en une scorie noire et colore la flamme en vert bleuâtre. Soluble dans l'acide chlorhydrique : un fragment de destinézite placé sur le papier bleu tournesol et humecté d'eau donne une réaction acide.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

[**Belgique**]. — La destinézite forme des masses ou des rognons d'un blanc jaunâtre, à cassure terne, dans les schistes ampéliteux d'Argenteau. Décrite par MM. Forir et Jorissen (*Bull. Soc. géol. Belgique.* VII. 117. 1884), elle a fait l'objet du travail de M. Cesàro auquel il vient d'être fait allusion.

Bien que ce minéral ne se trouve pas en France, je le cite ici à cause de ses relations possibles avec le suivant.

DIADOCHITE

Amorphe.

Facies. La diadochite se présente en masses résineuses, parfois stalactiformes.

Dureté. 3. Très fragile.

Densité. 2,03 à 2,22. 2,10 à 2,22 (Peychagnard).

Coloration et éclat. Rouge brun, plus ou moins foncé, devenant blanche et opaque par altération. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Éclat résineux ou vitreux.

Propriétés optiques. Isotrope. $\mathbf{n} = 1{,}606$.

Composition chimique. La composition se rapproche beaucoup de celle de la destinézite, dont elle diffère cependant par une moindre teneur en eau. L'analyse de la diadochite provenant de gisements distincts montre des différences, qui tiennent peut-être à ce que ce produit, non cristallisé, n'a pas une composition rigoureusement constante.

Analyses de la diadochite *a*) de Huelgoat par Berthier (*A.M.* XIII. 669. 1838).

b) rouge de Peychagnard par M. Carnot (*B.S.M.* III. 39. 1880).

c) blanchâtre du même gisement (*id.*)

	a	*b*	*c*
P^2O^5.....	17,0	16,70	17,17
As^2O^5.....	»	0,45	»
Sb^2O^3....	0,5	»	»
SO^3.....	13,8	13,37	13,65
Fe^2O^3....	38,5	36,63	36,60
CaO.....	»	0,30	0,15
MgO.....	»	tr.	tr.
H^2O.....	30.2	32,43	32,20
Mat. org..	»	tr.	tr.
	100,0	99,88	99,77

Essais pyrognostiques. Comme la *destinézite*. Après calcination, le minéral de Huelgoat ne se dissout plus qu'à l'ébullition dans l'acide chlorhydrique. La diadochite, projetée dans l'eau, se divise en petits fragments anguleux.

Altérations. Placée dans une atmosphère sèche, la diadochite se brise en menus fragments, puis devient opaque en perdant de l'eau. Peut-être est-ce dans un mécanisme de ce genre qu'il faut chercher la

relation pouvant exister entre ce minéral et la destinézite, qui est peut-être un produit de la cristallisation secondaire d'un minéral déposé originellement à l'état amorphe. Dans tous les cas, l'étude des gisements de diadochite décrits plus loin ne permet pas de la considérer comme un produit d'altération de la destinézite.

Diagnostic. La ressemblance avec de la gomme, la fragilité de la diadochite la rapprochent de son équivalent arséniaté, la *pitticite*, dont elle se distingue grâce aux réactions du phosphore.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La diadochite est un produit de formation tout à fait récente dans les galeries de mines ; elle résulte de l'action des eaux vitrioliques sur des gangues phosphatées.

Bretagne. — *Finistère*. La mine de Huelgoat a fourni de la diadochite, en masses d'un rouge brun, transparentes ou translucides qui se déposaient jusque sur le boisage des galeries. La collection du Muséum possède un gros bloc très fendillé de ce minéral. Des parties terreuses et opaques paraissent provenir de sa décomposition.

Alpes. — *Isère*. La diadochite a été rencontrée abondamment dans la mine d'anthracite de Peychagnard, près La Mure. M. Ad. Carnot en a décrit deux variétés, l'une transparente et vitreuse, analogue à celle de Huelgoat (analyse *c*), l'autre terreuse, grisâtre ou jaunâtre à aspect crayeux (analyse *d*) : des types intermédiaires sont cireux et opaques. Ces variétés passent les unes aux autres et existent souvent dans un même échantillon ; les analyses données plus haut montrent qu'il y a peu de différence dans leur composition chimique.

Cette diadochite tapissait les parois d'une cavité d'environ 6 mètres sur 8, trouvée dans des travaux abandonnés depuis une centaine d'années ; la température de cette cavité s'élevait à 40°C. par suite du voisinage d'anciens incendies souterrains.

NIOBATES ET TANTALATES

Tous les minéraux de ce groupe sont infusibles et généralement insolubles dans les acides, mais ils sont cependant assez attaqués par l'acide sulfurique pour fournir directement les réactions colorées de Nb^2O^5, Ta^2O^5, et éventuellement TiO^2 ; ces réactions sont parfois troublées par la coexistence de ces divers acides et par celle d'autres corps.

	Nb^2O^5	Ta^2O^5	TiO^2
Naphtol α	vert gris	vert de Scheele	verdâtre, puis violet.
Naphtol β	gomme-gutte	verdâtre	café brûlé.
Brucine	jaune-serin	rose-thé	légèrement rouge.
Résorcine	jaunâtre	améthyste	coul. chair, puis brun rouge.
Morphine	0	0	carmin.

La caractéristique du groupe réside dans ce que le produit de la fusion avec le bisulfate de potassium, traité par l'eau, laisse un résidu blanc de Nb^2O^5 [1] et de Ta^2O^5 (la dissolution de ceux-ci dans HF, additionnée d'un peu de fluorhydrate de fluorure de potassium et concentrée, donne des aiguilles de fluotantalate de potassium s'il existe du tantale, alors que la liqueur décantée précipite en orangé par la teinture de noix de galle s'il existe du niobium).

Les divers minéraux de ce groupe (columbite et tantalite exceptées) étant très analogues par leurs caractères extérieurs, et souvent dépourvus de formes géométriques, leur distinction est pénible. Afin d'éviter les répétitions, je donne ici une marche analytique conduisant par éliminations successives à l'établissement de leur composition chimique qualitative et par suite à leur détermination.

S'il existe du titane, la solution débarrassée par filtration de Ta^2O^5 et Nb^2O^5 (retenant généralement un peu de titane) se colore en jaune par addition de NaO^2 ; TiO^2 est alors précipité par une longue ébullition [2].

La solution filtrée, additionnée d'ammoniaque, laisse déposer tous les métaux intéressants à déterminer, à l'exception du calcium, qui est décelé par l'oxalate d'ammoniaque et des alcalis ; ceux-ci doivent être

1. Ce résidu, traité par le zinc en présence de l'acide sulfurique, donne une coloration d'un bleu intense, persistante, qui est caractéristique du niobium.

2. La solution sulfurique de ce précipité additionnée de NaO^2 précipite par addition de phosphate de sodium, s'il existe ZrO^2.

cherchés dans un essai spécial. Ce précipité (I) est dissous dans HCl (sans excès) et additionné d'acide oxalique, qui précipite Ce,Th,Y,Zr et laisse en dissolution Zr,U,Al et Fe.

Le précipité est lavé et débarrassé de ZrO^2 par un excès d'acide oxalique [1], puis calciné et dissous dans HCl ; sa dissolution, additionnée d'un *excès* de K^2SO^4 solide, précipite au bout de quelque temps Ce, Th, additionnés avec l'excès du réactif. La séparation de Ce et Th se fait dans la solution du précipité dans l'eau bouillante additionnée d'un peu de HCl. Une petite quantité de NaO^2 donne un précipité blanc gélatineux (Th) (voir aussi p. 371), alors qu'un excès du même réactif fournit un précipité orangé (Ce). La solution donne avec l'acide oxalique un précipité des terres de l'yttria.

La solution séparée du précipité (I) est alors traitée par un excès de potasse, qui précipite l'urane et le fer. (Ce précipité, additionné d'un excès de carbonate d'ammoniaque, est débarrassé de l'urane, dont la solution *jaune* précipite par l'ébullition.)

Après acidification de la liqueur par HCl, l'alumine est précipitée par le carbonate d'ammoniaque.

GROUPE DU PYROCHLORE

Ce groupe est constitué par des minéraux cubiques, cristallisant sous la forme d'octaèdres réguliers, et ayant une certaine tendance à s'hydrater par altération, ce qui fait baisser leur densité. Leur composition chimique n'est pas établie d'une façon définitive. Ces minéraux sont les suivants :

Pyrochlore.....	$x\,RNb^2O^6.\ y\,R(Ti,Th)O^3.\ z\,NaF?$
Hatchéttolite...	$2(UO^2,Ca,Fe)\ (Nb,Ta)^2O^6.\ x\ NaF?$
Microlite.....	$R^2(Ta,Nb)O^7.\ 2R(Ta,Nb)^2O^6.\ 3NaF?$
Néotantalite....	Microlite ferrifère et manganésifère.

Ces minéraux ne peuvent être distingués les uns des autres que par leurs propriétés chimiques et par leur densité.

1. La solution oxalique de la zircone est évaporée à sec ; le résidu calciné est dissous dans l'acide sulfurique, puis repris par l'eau ; le phosphate de sodium précipite la zircone. La solution chlorhydrique de celle-ci colore en brun le papier de curcuma.

PYROCHLORE

$x\,R\,Nb^2O^6.\ y\,R\,(Ti,Th)\,O^3.\ z\,NaF$?

Cubique.

Formes observées. Ne se trouve qu'en cristaux distincts (a^1) ou en grains arrondis.

Clivages. Clivages a^1 (111) peu faciles, ne s'observant que dans les gros cristaux. Cassure conchoïdale.

Dureté. 5 à 5,5. Fragile.

Densité. 4,2 à 4,36.

Coloration et éclat. Brun à noir. Poussière d'un brun clair à jaune. Translucide ; transparent seulement en lames minces, celles-ci permettent de constater que le minéral présente parfois une structure zonaire (jaune d'or et jaune brun).

Éclat vitreux, résineux dans la cassure.

Propriétés optiques. Monoréfringent, très réfringent.

Composition chimique. Le pyrochlore est essentiellement un niobotitanate de calcium, avec cérium, fer, fluorure de sodium, etc.; une partie du titane peut être remplacée par du thorium, une partie du niobium par du tantale : il existe parfois un peu d'uranium ; le minéral est alors radioactif.

Essais pyrognostiques et diagnostic. (Voir page 601.) Difficilement attaqué par l'acide sulfurique, avec dégagement de fluor.

Donne les réactions du calcium et du sodium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le pyrochlore est un minéral des syénites alcalines; je l'ai rencontré dans les deux catégories suivantes de gisements.

1° *Dans les syénites néphéliniques et les pegmatites.*

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Le pyrochlore ne se trouve pas en cristaux macroscopiques dans les syénites néphéliniques de cet archipel, mais je l'ai rencontré en grande abondance comme élément microscopique de celles à barkévicite de l'île de Kassa et de celles à ægyrine de l'île de Rouma ; il s'y trouve en assez grande quantité pour qu'il ait été possible de l'isoler et de vérifier ses propriétés chimiques.

Madagascar. — C'est sous la même forme que j'ai rencontré le pyrochlore dans les syénites à barkévicite de la baie d'Ampasindava.

2° *Dans les enclaves homœogènes des phonolites.*

Plateau Central. — *Cantal*. J'ai rencontré le pyrochlore sous la forme d'octaèdres d'un beau jaune d'or en lames minces, dans les enclaves de syénite à sodalite, qui abondent dans la phonolite et les tufs voisins de Brocq en Menet. Il y accompagne de gros cristaux de zircon rouge.

HATCHÉTTOLITE

$$2(UO^2,Ca,Fe)\,(Nb,Ta)^2\,O^6.\,x\,NaF\,?$$

Cubique.

Formes observées. Cristaux octaédriques ou grains dépourvus de formes géométriques.

Dureté. 5. Très fragile. Cassure conchoïdale ou inégale.

Densité. Densité de 4,77 à 4,90, s'abaissant à 3,95 dans la variété riche en eau de Madagascar.

Coloration et éclat. Jaune brun. Translucide.

Éclat résineux très vif.

Composition chimique. La hatchéttolite est essentiellement un tantaloniobate d'uranium, calcium, cérium, etc. Il renferme généralement une quantité d'eau, qui peut devenir très considérable et qui est due à une hydratation secondaire. L'analyse suivante a été faite par M. Urbain sur l'échantillon de Madagascar décrit plus loin ; elle est restée incomplète faute de matière ; les corps y sont indiqués sous la forme qui a servi à les doser.

Nb^2O^5 (dominant) + Ta^2O^5 56,61 ; U^3O^8 14,15 ; GlO 2,37 ; Fe^2O^3 1,13 ; Mn^3O^4 (avec terres rares des groupes cériques et yttriques) 1,46 ; ThO^2 0,96 ; SiO^2 2,31 ; (Pb, Bi, Sn, Cu, dosés en bloc à l'état de sulfures) 1,52 ; (CaO + MgO) 1,64 ; perte à 300°C. 11,51 ; perte au rouge 3,81 = 97,47. Le déficit de l'analyse est sans doute dû en partie à des alcalis, qui n'ont pas été recherchés, le minéral ayant été attaqué par le bisulfate de potassium.

Radioactivité. La radioactivité du minéral de Madagascar comparée à celle de l'oxyde d'urane UO^3 pur est de 0,66.

Altérations. Par altération, s'hydrate en devenant jaune-paille et très fragile.

Essais pyrognostiques et altérations. Comme le pyrochlore, mais avec les réactions de l'urane très nettes.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — L'hatchéttolite n'était connue que dans les pegmatites à muscovite du comté de Mitchell, dans la Caroline du Nord.

J'ai rapporté (*B.S.M.* XXXI. 246. 1908) à ce minéral un échantillon de la grosseur d'une noix, recueilli avec tourmalines polychromes dans une pegmatite du versant occidental du Mont Bity. Cet échantillon, dont l'analyse partielle est donnée plus haut, diffère essentiellement de l'hatchéttolite originale par sa pauvreté en calcium, par l'existence du glucinium et enfin par la perte très élevée au feu ; celle-ci consiste essentiellement en eau, qui abaisse considérablement la densité, mais n'a pas grande signification, car elle est incontestablement d'origine secondaire.

MICROLITE

$$R^2(Ta,Nb)^2O^7.2R(Ta,Nb)^2O^6.3NaF\ ?$$

Cubique.

Formes et faciès. Se trouve en octaèdres réguliers, parfois très modifiés par des trapézoèdres, etc.

Dureté. 5,5.

Densité. 5,48 à 6,13.

Coloration et éclat. Jaune pâle à brune ; quelquefois d'un brun rouge. Poussière jaune pâle à brune. Transparente à translucide.

Éclat résineux.

Composition chimique. La microlite est de composition très variable ; elle est essentiellement constituée par un tantalate fluorifère de calcium, sodium, etc. renfermant une petite quantité de niobium, d'urane et alors *radioactif.*

Essais pyrognostiques. Comme le pyrochlore, mais avec les réactions du titane en moins et celles du tantale prédominantes.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La microlite est un minéral des pegmatites, dans lesquelles elle accompagne le plus souvent d'autres minéraux fluorés et de minéraux contenant des terres ou des acides rares.

Madagascar. — J'ai attribué autrefois (*Nouv. Arch. Muséum*, 1902) au pyrochlore de petits octaèdres réguliers, jaunes d'or, très abondants comme élément microscopique des granites à ægyrine et riebeckite d'Ampasibitika, dans la baie d'Ampasindava; ils y accompagnent le zircon. J'ai pu depuis lors isoler une petite quantité du minéral et constater qu'il est dépourvu de titane; il est donc à rapporter à la microlite.

Des octaèdres brun foncé de 1 à 2 millimètres accompagnent la rhodizite et le triphane dans la pegmatite d'Antandrokomby au sud du Mont Bity (Ibity) ; des essais qualitatifs permettent de les considérer comme constitués par de la microlite.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Les roches à lépidolite du Coudier à Larmont en Saint-Sylvestre, ainsi que celles de la Chèze en Ambazac, etc., renferment des grains globuleux (1 à 2 mm.) d'un minéral brun ou jaune, translucide, à éclat gras, qui est un niobotantalate uranifère, riche en calcium; il y a lieu sans doute de le rattacher à la microlite. Ce minéral monoréfringent est peu abondant, très fragile ; il n'a pas été possible d'en extraire une quantité suffisante pour une analyse.

NÉOTANTALITE

Cubique.

Formes observées. Petits octaèdres réguliers, à faces planes et brillantes, avec facettes de trapézoèdres.

Dureté. 5 à 6.

Densité. 5,196.

Coloration et éclat. Jaune paille, les cristaux sont souvent zonés avec un centre noir ; lorsqu'ils atteignent quelques millimètres, ils sont d'un brun jaune ou brunâtres. Transparente ou translucide.

Éclat résineux extrêmement vif.

Composition chimique. Ce minéral est essentiellement un tantalo-

niobate de fer, de manganèse, avec fluorures alcalins. L'analyse ci-jointe, due à M. Pisani (*in* Termier, *op. cit.*), indique une perte à très haute température fort considérable, qui n'a pas été expliquée et qui ne permet pas l'établissement d'une formule. J'ai constaté l'existence du fluor, dont la présence donne la cause d'une partie de cette perte.

Ta^2O^5.....	57,70
Nb^2O^5.....	22,00
FeO	4,57
MnO.....	2,85
SnO^2.....	0,43
$(K, Na, Li)^2O$..	2,50
SiO^2.....	1,32
Al^2O^3.....	1,43
CaO.....	0,13
MgO	tr.
Perte à 1200°..	6,30
	99,23

Essais pyrognostiques et diagnostic. Comme la microlite, mais sans les réactions du calcium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Allier.* Au cours de la description de la cassitérite, pages 221 à 231 du tome III, j'ai signalé en 1902 l'existence, dans les produits du lavage du kaolin d'Echassières, de très petits octaèdres réguliers jaunes d'un minéral souvent groupé sur les grains de cassitérite, minéral que j'ai rapporté au groupe du pyrochlore. Peu après, M. Termier, en s'appuyant sur l'analyse de M. Pisani, donnée plus haut, (*B. S. M.* XXV. 34. 1902), a proposé de considérer ce minéral comme une espèce nouvelle, à laquelle il a donné le nom de *néotantalite*, à cause de sa richesse (relative) en fer et en manganèse et des relations géométriques qu'il a cherché à établir entre sa forme cristalline et celle de la tantalite, ramenée à des paramètres pseudocubiques.

L'étude de ce minéral, que j'ai poursuivie, ne modifie pas ma première manière de voir. Toutes ses analogies sont en effet avec le groupe du pyrochlore, ainsi qu'en témoigne non seulement sa forme géométrique, ses caractères extérieurs, mais encore sa teneur élevée en alcalis et l'existence du fluor, qui seraient incompréhensibles, s'il appartenait au groupe de la tantalite : ces propriétés, au contraire, s'expliquent aisément dans mon hypothèse.

Il est vraisemblable que cette substance, qu'il paraît d'ailleurs légitime de considérer comme une espèce distincte, doit être rapprochée de la microlite ; elle constitue sans doute un type non calcique, surtout ferrifère et manganésifère, du groupe du pyrochlore.

La néotantalite n'a pas été trouvée en place ; elle se concentre dans les produits du lavage du kaolin, provenant de la désagrégation d'un granite à muscovite. Les octaèdres, qui la constituent, sont plus petits que les grains de cassitérite et de topaze, aussi, ai-je obtenu une concentration très grande de ce minéral en passant les produits lourds du lavage à travers un fragment de mousseline : la néotantalite se trouve parmi les produits les plus fins.

J'ai décrit tout récemment (*B. S. M.* XXXI., 1908) un échantillon provenant du gisement voisin des Colettes ; il est uniquement constitué par de la topaze, de la cassitérite bacillaire et des octaèdres de néotantalite, atteignant 3 mm. de diamètre. Recueilli à la surface du sol, il doit provenir de quelque filonnet traversant le granite.

FERGUSONITE

(Y, Er, Ce) (Nb, Ta) O^4

Quadratique ; parahémiédrique.

$$b : h = 1000 : 1035{,}42 \qquad D = 707{,}107$$

$$[a : c = 1 : 1{,}4643 \text{ (Miller)}]$$

Formes et faciès. La forme des cristaux de fergusonite rappelle celle des cristaux de scheelite. Dans l'unique gisement cité plus loin, elle constitue des masses sans formes géométriques.

Clivages. Traces de clivages suivant $b^{1/2}$ (111). Cassure conchoïdale.

Dureté. 5,5 à 6. Fragile.

Densité. 5,8 à 5,83. La densité diminue, quand le minéral s'est hydraté (5,58 Madagascar).

Coloration et éclat. Brun noir. Poussière d'un brun pâle. Translucide, transparente et d'un brun pâle en lames minces.

Éclat terne à la surface des cristaux ; éclat vitreux extrêmement brillant et un peu métallique dans la cassure.

Composition chimique. Le minéral est essentiellement un méta-

bate d'yttrium, avec erbium, cérium, uranium, etc. Il existe souvent en outre une petite quantité de tantale. Analyse d'une fergusonite de Madagascar par M. Pisani (*in op. cit.*).

Nb^2O^5	50,10
SnO^2	0,20
ThO^2	2,07
UO^2	6,15
$(Y,Er)^2O^3$	31,20
$(Ce,La,Di)^2O^3$	6,15
CaO	1,40
MgO	0,37
FeO	0,59
H^2O	1,94
	100,17

Essais pyrognostiques[1] et *diagnostic*. Se distingue du groupe de l'euxénite par sa couleur brune ou jaune, du microlite par sa pauvreté en calcium, sa haute teneur en yttrium, sa forme géométrique et généralement par les grandes dimensions de ses individus cristallins.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — La fergusonite est un minéral des pegmatites. J'en ai décrit un échantillon pesant une centaine de grammes (*B. S. M.* XXXI. 314. 1908), remis par un prospecteur, qui n'a pas voulu en indiquer le gisement précis; il se trouve entre Tamatave et Beforona.

Cet échantillon, dépourvu de toute gangue, a fourni la matière de l'analyse donnée plus haut.

GROUPE DE L'EUXÉNITE

Ce groupe comprend deux familles de niobotantalotitanates, qui se distinguent essentiellement au point de vue chimique, en ce que dans l'une d'elles, une partie importante du titane est remplacée par du thorium (*æschynite*) ou par du zirconium (*polymigmite*).

1. La plupart des niobotantalates constituent, avec la gadolinite et l'orthite, le groupe des minéraux *pyrognomiques*, qui, lorsqu'on les chauffe à une température suffisante, deviennent incandescents. Bien que leur forme géométrique implique en général la biréfringence, ils sont devenus isotropes par action secondaire. M. Liebisch vient de montrer (*Sitzungsber. Akad. Wissensch. Berlin*, XX. 351. 1910) que la perte d'énergie déterminée par le dégagement de chaleur et de lumière est due à la reconstitution de leur structure cristalline.

EUXÉNITE

$$x(\mathrm{Fe,Ca...})[\mathrm{NbO^3}]^2.\ y[(\mathrm{U,Th})\mathrm{O}]\mathrm{NbO^3}.\ z(\mathrm{U,Th})[\mathrm{TiO^3}]^2.\ s\ (\mathrm{Y,\ Ce})^2[\mathrm{TiO^3}]^3$$

Orthorhombique : $mm = 140°$

$$b : h = 1000 : 284{,}74 \quad D = 939{,}73 \quad d = 342{,}06$$

$$[a : b : c = 0{,}364 : 1 : 0{,}303 \ \text{(Groth)}]$$

Formes et facies. Les cristaux sont rares, allongés suivant l'axe vertical ($m\ g^1\ h^1\ a^{1/2}$) (fig. 1). Ordinairement l'euxénite s'observe en individus dépourvus de formes géométriques.

Dureté. 6,5.

Densité. 4,6 à 4,9, 4.895 (Ambolotara).

Coloration et éclat. Noire passant parfois au brun. Poussière jaune à brun rouge. Transparente seulement en lames extrêmement minces et alors brun rouge. Éclat très vif, semi-gras, semi-métallique.

Propriétés optiques. Généralement monoréfringente ; dans le cas contraire, la couleur est trop foncée pour permettre des observations.

Composition chimique. En outre des éléments indiqués dans la formule, il existe parfois de l'acide tantalique, des traces de germanium, etc.

Analyse de l'euxénite d'Ambolotara par M. Pisani.

Nb^2O^5. . .	33,70
TiO^2.	19,10
ThO^2.	1,54
UO^2.	16,40
Y^2O^3. . . .	18,38
Ce^2O^3. . . .	2,44
Al^2O^3. . . .	1,30
Fe O.	1,10
CaO.	2,27
p. f.	4,00
	100,23

Diagnostic. Sa caractéristique réside dans sa couleur noir de velours qui ne permet pas de la confondre avec la fergusonite ; elle se distingue de l'aeschynite par la prédominance de l'yttrium parmi les métaux rares, et l'abondance de l'uranium, entraînant la radioactivité.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'euxénite est un minéral des pegmatites.

Madagascar. — J'ai signalé (*B. S. M.* XXXI. 312. 1908) l'existence de l'euxénite dans les pegmatites à feldspath rouge du mont Bandahely, sur la rive droite du Maivorano, à Antranotsitra près du village d'Ambaliha (Sud-Est d'Andranosamonta). L'échantillon, que j'ai examiné, a été recueilli comme roche, sans que ce minéral ait frappé l'attention, aussi est-il possible que l'euxénite soit abondante dans ce gisement. Elle forme dans cet échantillon de pegmatite une petite masse ayant environ 1 cm. de diamètre.



Fig. 1.
Euxénite d'Ambolotara
(*Photographie grandeur naturelle*).

M. Buhan vient de me communiquer des échantillons d'euxénite provenant d'une pegmatite à biotite altérée d'Ambolotara près Betafo.

Ce minéral forme des cristaux atteignant 5 centimètres suivant l'axe vertical, superficiellement altérés en une substance jaune amorphe et aussi des masses sans formes géométriques.

POLYCRASE

Orthorhombique. $mm = 141°49'$

$b : h = 1000 : 296{,}06 \quad D = 944{,}53 \quad d = 327{,}03$

$[a : b : c = 0{,}3462 : 0{,}3134$ (Brögger)]

Facies des cristaux. Les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical, aplatis suivant g^1 (010), généralement terminés par $b^{1/2}$ (111), avec ou sans $a^{1/2}$ (201).

Dureté. 5 à 5, 6.

Densité. 4,97 à 5,04.

Coloration et éclat. Noir. Poussière gris brunâtre. Transparent en lames très minces et alors brunâtre.

Éclat vitreux à résineux très vif.

Composition chimique. Le polycrase a une composition très voisine de celle de l'euxénite ; certaines variétés sont très riches en uranium.

Essais pyrognostiques et *diagnostic.* Ne se distingue guère qualitativement de l'euxénite que par la forme de ses cristaux très aplatis suivant g^1 (010), généralement minces et de moindre taille.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le polycrase se trouve généralement dans des pegmatites. Le gisement français dans lequel je l'ai rencontré est de nature différente.

Alpes. — *Isère.* J'ai trouvé en effet le polycrase dans le filon de quartz aurifère de la Gardette. Il y accompagne l'or natif et la galène.

Il forme de petites lames aplaties, allongées suivant *c*, très striées verticalement, pouvant atteindre 1 cm. de longueur sur 1 mm. 5 de largeur et une épaisseur moindre.

Yttrotantalite.

Dans sa *Description géographique, géologique, minéralogique du Tarn-et-Garonne* (1898. 627), Caraven-Cachin cite l'yttrotantalite comme existant dans les pegmatites de sa région ; cette indication n'est accompagnée d'aucune description, ni d'aucune précision de gisement, aussi n'y a-t-il pas lieu d'en tenir compte.

BLOMSTRANDITE

Formes et facies. Le minéral n'est connu qu'en masses compactes.

Dureté. 6.

Densité. 4,07 à 4,17 (Ambolotara).

Coloration et éclat. Noir brunâtre à brun verdâtre.

Éclat gras très vif.

Propriétés optiques. Très réfringent, monoréfringent.

Composition chimique. Je rapproche le minéral de Madagascar de celui de Nohl en Suède, décrit par M. Lindström (*Geol. För. Förh. Stockholm*, II. 162. 1874) sous le nom de *blomstrandite*, qu'il ne faut pas confondre avec la *blomstrandine* de M. Brögger, appartenant au groupe de l'euxénite. Voici l'analyse de M. Pisani.

Nb^2O^5.....	34,80
TiO^2.....	18,30
SnO^2.....	0,30
ThO^2.....	1,30
U^2O^3.....	26,60
Al^2O^3.....	2,10
Fe^2O^3.....	2,87
Ce^2O^3.....	0,60
Y^2O^3.....	0,90
MgO.....	0,40
CaO.....	3,45
H^2O.....	7,60
	99,22

Radioactivité. La richesse en uranium explique la radioactivité.

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube. Attaquable par l'acide chlorhydrique ; la solution donne avec l'ammoniaque un abondant précipité jaune.

Diagnostic. La pauvreté en terres rares, la richesse en urane, l'attaquabilité par HCl constituent un bon diagnostic des minéraux du groupe de l'aeschynite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — Je dois ce minéral à M. Buhan ; il provient des pegmatites à feldspath rose d'Ambolotara près Betafo.

Je crois pouvoir l'identifier avec la blomstrandite en me basant sur l'analyse donnée plus haut ; sa couleur seule est un peu différente, brun verdâtre au lieu de noire.

GROUPE DE LA COLUMBITE

Ce groupe comprend la columbite et la tantalite. Il existe tous les passages entre le niobate de fer dépourvu de tantale et le tantalate presque exempt de niobium. Les propriétés physiques sont continues entre ces deux extrêmes ; les variations des angles sont tellement faibles entre les membres de cette famille qu'il est inutile de les étudier dans deux paragraphes distincts.

COLUMBITE (NIOBITE) — TANTALITE

$FeNb^2O^6$ — **$FeTa^2O^6$**

Orthorhombique. $mm = 100°40'$

$b : h = 1000 : 675,689$ (Dx). $D = 769,771$ $d = 638,320$

$[a : b : c = 0,82921 : 0,87778]$

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100), g^1 (010) ; e^2 (012), $e^{1/2}$ (021) ; $x = (b^1\ b^{1/3}\ h^{1/2})$ (212) ; $u = (b^{1/2}\ b^{1/4}\ g^{1/3})$ (133) ; $n = (b^{1/5}\ b^{1/7}\ g^{1/3})$ (163).

Macles. 1° Macle suivant $e^{1/2}$ (021), se faisant par contact et plus rarement par entrecroisement : elle est rendue manifeste sur h^1 par les stries que porte souvent cette face. $p\,\overline{p} = 50°40'$; $g^1\,\overline{g}^1 = 59°20'$.

2° Macle suivant $e^{3/2}$ (023) rare : $pp = 60°40'$; $g^1\,\underline{g}^1 = 119°20'$.

Les angles suivants ont été mesurés sur les cristaux du Limousin et de Madagascar.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	100°40′	100°38′
$*mh^1$	140°20′	
mg^1	129°40′	129°30′
$pe^{1/2}$	119°40′	119°34′
$e^{1/2}\ e^{1/2}$	59°20′	59°10′
$*e^{1/2}\ g^1$	150°20′	
pu	136°35′	
uu s. g^2	86°50′	86°45′
pg^2	90°	
pn	119°11′	
$h^1\ n$	99°54′	100°
$h^1\ e^{1/2}$	90°	
$n\ e^{1/2}$	170° 6′	
nn s. $e^{1/2}$	160°12′	
$h^1\ u$	104°51′	
uu s. e^1	150°18′	150°10′
$g^1 n$	148°52′	
$g^1\ u$	129°37′	
$n\,n$ s. a^3	62°16′	
$u\,u$ s. a^3	100°46′	100°44′
xx s. e^2	91° 5′	90° à 91°
xe^2	135°33′	
xx s. a	146°16′	
xh^3	139°18′	140° env.
$me^{1/2}$	123°41′	
mu adj.	127°11′	127°8′
$e^{1/2}\,u$ adj.	148° 4′	

Facies des cristaux. Les cristaux de columbite et de tantalite ne se distinguent pas les uns des autres ; ils sont à rapporter à deux types :

Type I. Cristaux également développés suivant les axes a et b et souvent suivant l'axe c ; en tous cas, toujours peu allongés suivant ce dernier. Ils ont parfois l'aspect de cristaux quadratiques par suite de l'égal développement de h^1 et de g^1.

Type II. Cristaux aplatis suivant h^1 et généralement un peu allongés suivant les axes c et b (fig. 1).

Type III. Cristaux allongés suivant c, avec h^3 comme forme dominante (*manganocolumbite*) (fig. 3).

L'aspect des types I et II est différent, suivant que p (001) est très développé ou bien soit absent, soit réduit. La base manque rarement ; h^1 porte des stries parallèles à l'axe vertical. La pyramide u (133) est presque constante dans les types I et II.

Les cristaux de columbite ont une grande tendance à se grouper à axes parallèles ; ceux du type II forment quelquefois des groupements flabelliformes ou en éventail.

Clivages. Clivages, assez net suivant h^1 (100), peu distinct suivant g^1. Cassure conchoïde à inégale.

Dureté. 6.

Densité. La densité est la seule propriété physique qui varie d'une façon importante avec la composition chimique. Dans la niobite, presque exempte de Ta^2O^5, elle est voisine de 5,3, dans la tantalite, presque dépourvue de Nb^2O^5, de 7,4 ; il existe tous les intermédiaires entre ces extrêmes. Le minéral renfermant Nb^2O^5 et Ta^2O^5 en quantité pondérable à peu près égale a une densité d'environ 6,38. La columbite de la Vilate, à 13,8 % de Ta^2O^5, a une densité de 5,7.

Coloration et éclat. Noires de fer à noir grisâtre. Poussière noire à noir rouge. Irisations superficielles fréquentes. Opaques. Translucides seulement en lames minces et alors de couleur brun rouge. Éclat presque métallique, souvent très brillant, un peu résineux dans la cassure.

Propriétés optiques. Ces minéraux sont biréfringents, mais l'intensité de leur couleur ne m'a permis que de constater l'extinction symétrique dans les faces p, h^1, g^1.

Pléochroïsme. Très pléochroïque dans les teintes d'un brun rouge.

Composition chimique. La composition de la columbite théorique, $FeNb^2O^6$, est donnée en *a*), celle de la tantalite, $FeTa^2O^6$, en *b*). Le fer est toujours remplacé en partie par du manganèse, mais en proportion extrêmement variable. Il existe des *manganocolumbites* et des *manganotantalites* surtout ou exclusivement manganésifères. J'emploie le nom de columbite ou celui de tantalite suivant que c'est Nb^2O^5 ou Ta^2O^5 qui prédomine (en molécules).

Analyses *c*) de la *columbite* de la Vilate par M. Damour (*A. M.* XIV. 423. 1848).

d. de la *manganocolumbite* de Larmont par M. Pisani.

	a	*b*	*c*	*d*
Nb^2O^5	82,7	»	78,74 (1)	38,40
Ta^2O^5	»	86,1		43,70
FeO	17,3	13,9	14,50	»
MnO	»	»	7,17	16,60
SnO^2	»	»	»	0,10
CaO^2	»	»	»	0,10
Al^2O^3	»	»	»	0,50
P. f.	»	»	»	0,70
	100,0	100,0	100,41	100,15

1. Marignac a obtenu (*Bibl. Univ. Genève*, XXV, 25. 1865) 13,8 % de Ta^2O^5 dans un échantillon de columbite de la Vilate.

Essais pyrognostiques. Infusibles au chalumeau ; décomposées par fusion avec le bisulfate de potassium ; attaquées par l'acide fluorhydrique (Nicolardot), la tantalite est à peine attaquée par l'acide sulfurique, qui décompose facilement à chaud la columbite. Donne les réactions du fer et généralement celles du manganèse.

Diagnostic. Pratiquement, la columbite et la tantalite se distinguent aisément l'une de l'autre par leur densité et l'action de l'acide sulfurique ; la difficulté du clivage h^1 ne permet pas de les confondre avec le wolfram au clivage g^1 très facile et éclatant ; en outre, ce dernier minéral s'attaque facilement par l'eau régale en donnant une poudre jaune d'anhydride tungstique. Ces minéraux n'ont pas l'éclat gras et la cassure conchoïdale de la plupart des autres espèces de ce groupe.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La columbite et la tantalite sont des minéraux des pegmatites.

1° *Dans les pegmatites.*

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* La columbite et la tantalite ne sont pas rares dans les pegmatites de la région de Chanteloube.

La *columbite* a été signalée pour la première fois par M. Damour (analyse *c*) à la carrière de la Vilate, qui en a fourni de très beaux échantillons. Le plus gros des cristaux entiers, que j'ai étudiés, mesure 3 cm. 5 suivant *b*, 3 cm. suivant *c* et 0 cm. 5 suivant *a* ; j'en ai vu des fragments de beaucoup plus gros.

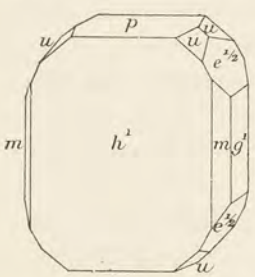


Fig. 1.
Columbite du Limousin.
forme commune.

Ces cristaux appartiennent uniformément au type II, avec très grand aplatissement suivant h^1 (100) ; en outre de cette forme, ils présentent toujours *m* (110), *p* (001), $e^{1/2}$ (021), *u* (133) (fig. 1) et ne diffèrent les uns des autres que par l'importance, plus ou moins grande, prise par la face *p*. Ils sont engagés soit dans la muscovite, soit dans les feldspaths ; ils sont souvent réunis en grand nombre et groupés en éventail. Quelquefois ils supportent des cristaux de malacon d'un brun rouge.

Le même minéral se trouve dans d'autres localités avec des formes identiques à celles qui viennent d'être décrites, mais en cristaux moins

aplatis suivant h^1 et de plus grande taille. Grâce à l'obligeance de M. Bouhard, j'en ai examiné beaucoup de cristaux et de grosses masses cristallines, provenant des gisements suivants : Mazataud et Avent en Bessines (avec apatite, cassitérite, béryl, triplite, etc.) ; carrière du Pécout près le pont de Barost en Bessines (avec béryl) ; Chabanne en Saint-Sylvestre (g^1 h^1 h^3 g^2 $e^{1/2}$ p u) (avec tantalite, triplite, apatite) ; Compreignac (La Vouzelle, Chatenet, Vénachat) (avec béryl, apatite, triplite, autunite).

Dans tous ces gisements, la composition des minéraux étudiés est variable ainsi qu'en témoigne leur densité : 5,45 ; 5,61 ; 5,67 ; 5,70 ; 6,10 ; 6,20, 6,50 ; ce sont donc des columbites de plus en plus tantalifères ou même des tantalites.

Il faut signaler aussi comme gisement intéressant la granulite à lépidolite de Chédeville en Ambazac et de Larmont en Saint-Sylvestre : les bords des veines ou filons de cette roche sont pegmatoïdes et très feldspathiques ; c'est dans leur albite que se concentre une *manganocolumbite* très tantalifère, dépourvue de fer, mais on la trouve aussi dans les parties riches en lépidolite. J'ai examiné un gros cristal provenant de Larmont (5 cm. × 4 cm.) de densité de 5,92 ; il est représenté par la figure 2 et offre une forme assez singulière, qui peut s'expliquer par sa composition (analyse *d*) ne correspondant à aucun type connu ; le prisme unique est h^3 (210), terminé par la pyramide nouvelle x (212), qu'accompagne e^2 (012) ; ce cristal n'a pu être mesuré qu'au goniomètre d'application.

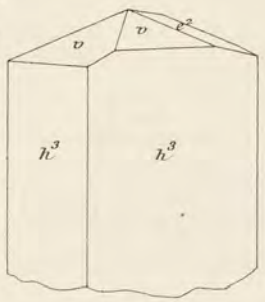


Fig. 2.
Manganocolumbite tantalifère de Larmont.

Tarn. M. Arsandaux a rencontré (*B. S. M.* XXIV. 429. 1901) de petits cristaux de columbite, associés à de gros prismes de béryl translucide dans une pegmatite à tourmaline noire du Clap, près Castelnau de Brassac ; ils ont la forme du type de la Vilate.

Saône-et-Loire. La columbite a été rencontrée en petite quantité à Charmasse en Marmagne, à Mesvre (dans quartz et almandin), à Runchy et à Cuzy près Luzy. Les cristaux, atteignant 1 cm. 5 de plus grande dimension, sont du même type que ceux de la Vilate.

Madagascar. — M. Stuer m'a communiqué des échantillons de columbite provenant de l'Ankaratra ; parmi eux, se trouve un cristal

mesurant 6 cm. $\times$ 4 $\times$ 3, dont la figure 3 représente l'aspect un peu schématisé, une partie des faces de chaque forme étant imparfaitement développée ; h^1, m, g^2, $e^{1/2}$, u (133), n (163).

Guyane. — J'ai trouvé des cristaux (2 mm.) aplatis de columbite, associés à la monazite dans des sables de l'ancien contesté franco-brésilien.

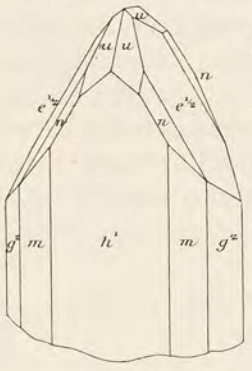


Fig. 3.
Columbite de Madagascar.

2° *Dans les alluvions.*

Les alluvions renfermant des débris des roches précédentes contiennent souvent des fragments de columbite et de tantalite (Moulin de Bourdaleine près Ambazac en particulier), se concentrant avec la cassitérite dans les portions lourdes.

Gisement incertain.

Phipson (*C. R.* LXV. 419. 1867) en traitant par l'eau régale un wolfram d'Auvergne, puis en dissolvant par l'ammoniaque l'anhydride tungstique a trouvé un résidu de columbite. Je ne sais de quel wolfram il s'agit.

SKOGBÖLITE

Le nom de skogbölite a été donné par A. E. Nordenskiöld à un minéral ayant la même formule chimique que la tantalite, mais ne contenant presque pas de manganèse et cristallisant dans le système orthorhombique, mais avec une forme différente ($a : b : c = 0{,}81696 : 1 : 0{,}65106$). La densité est très grande 7, 8 à 8. Ce minéral, d'un noir de fer, est dépourvu de clivage. Il a été trouvé en Finlande.

En raison de sa composition chimique [Ta^2O^5 (avec traces de Nb^2O^5) 82,90 ; FeO 14,62 ; MnO tr.; SnO^2 1,2 ; SiO^2 0,42 = 99,23] et de sa forte densité 7,64 à 7,66, il me semble vraisemblable qu'il faut rapporter à cette espèce le minéral décrit par M. Damour (*A. M.* XIII. 337. 1848) sous le nom de tantalite de la Vilate (*Haute-Vienne*). Il forme de petites masses noires, dépourvues de faces dans une aplite à albite, dépourvue de mica ou ne renfermant qu'une petite quantité de muscovite.

COMPOSÉS ORGANIQUES

HYDROCARBURES

GROUPE DES HYDROCARBURES CRISTALLISÉS

HATCHÉTTITE

(NAPHTINE)

Orthorhombique?

Formes et facies. Constitue des masses ou des lames enchevêtrées, ressemblant à une cire très molle. Plastique.

Densité. 0,91 à 0,98.

Coloration et éclat. Blanche, jaune, vert sale. Translucide, devenant opaque par exposition à l'air.

Éclat un peu nacré.

Propriétés optiques. La hatchéttite forme de petites lamelles biréfringentes enchevêtrées, qui, sous l'influence d'une pression exercée sur le couvre-objet, s'orientent parallèlement à leur base. Elles sont alors presque monoréfringentes en lumière polarisée parallèle et montrent en lumière convergente une croix noire à peine disloquée, avec signe optique *positif* ($\mathbf{n}_g$).

La hatchéttite fondue cristallise par refroidissement sur une lamelle de verre en prenant une structure maillée à tendance rectangulaire : les pseudo-fibres de ce réseau ont un allongement négatif ; elles limitent des plages à peine biréfringentes, qui sont perpendiculaires à la bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), avec écartement des axes optiques variable, mais petit. Ces propriétés sont celles de la paraffine et de l'ozocérite. Les indices suivants ont été mesurés par M. Gaubert (Na).

	$\mathbf{n}_g$	$\mathbf{n}_p$	$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p$
Ozocérite	1,54	1,51	0,03
Paraffine	1,52	1,49	0,03
Hatchéttite	1,50	1,47	0,02

Composition chimique. La composition chimique centésimale paraît varier avec les gisements ; mais la hatchéttite est toujours constituée par un ou plusieurs carbures saturés forméniques ($C^n H^{2n+2}$) très condensés : elle est comparable aux paraffines extraites des pétroles d'Amérique. L'*ozocérite* paraît en être une variété impure ou plus complexe.

Essais pyrognostiques. Fond entre + 46° et 51° C. Soluble dans l'éther, la benzine, le xylol, l'essence de térébenthine. Brûle facilement sans résidu.

Diagnostic. Les propriétés optiques permettent de distinguer la hatchéttite de la scheerérite, qui recristallise aussi après fusion, mais en palmes à allongement de signe variable ; en outre, quand cette dernière a été fondue sous un couvre-objet, elle reste longtemps à l'état de surfusion.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La hatchéttite se rencontre dans des cavités closes de roches sédimentaires ; elle y existe en solution dans des carbures très volatils, qui disparaissent au contact de l'air en la laissant cristalliser ; elle tapisse parfois les fentes de roches, d'où suintent certains pétroles.

Anjou. — *Maine-et-Loire.* Desvaux a découvert (*B.S.G.* VI. 139. 1834-35) dans les cavités du calcaire dévonien de Beaulieu, une substance qu'il a appelée la *naphtine*, à cause de son odeur (Des Cloizeaux a écrit naphtéine) ; elle a été trouvée aussi dans les mêmes conditions au Pont-Barré.

A l'état frais, ce minéral est jaune verdâtre et transparent, mais, par exposition à la lumière, il devient opaque et roux. Il a la consistance du beurre, flotte sur l'eau et fond à 51° C. ; il est soluble à chaud dans l'essence de térébenthine, l'alcool et l'éther. Toutes ces propriétés sont celles de la hatchéttite, aussi ne me semble-t-il pas opportun de conserver ce nom de naphtine.

D'après les renseignements que j'ai pu obtenir d'un vieux carrier de cette région, cette matière n'était rencontrée que rarement lors de l'exploitation des calcaires précités. Elle ne se trouvait qu'exceptionnellement en masses de la dimension d'une noisette ; le plus souvent celles-ci n'avaient que la grosseur d'un pois ou d'un grain de blé. Au soleil, la matière fondait, en laissant une trace semblable à une tache d'huile. Cet *onguent de pierre*, comme l'appelaient les carriers, était recherché par ces derniers, qui s'en servaient pour panser les coupures et les meurtrissures et lui attribuaient naturellement des propriétés merveilleuses.

[**Belgique**]. — Il est intéressant de signaler l'existence d'un minéral analogue dans le calcaire des formations carbonifères belges. [Malaise (*Man. Minér.*, 1893. 165)] : Baldas-Lalore près Choquier (avec calcite et quartz, dans rognons de sidérite) ; Flémalle-Grande, Seraing (dans des grès), etc.

Alpes. — *Isère.* C'est aussi à la hatchéttite qu'il faut rapporter la substance visqueuse, brune, verdâtre ou jaune de miel que Gras a signalée en 1834, en même temps qu'un pétrole très volatil (voir page 629), dans des cavités du calcaire bitumineux de la Porte-de-France près Grenoble. M. Kilian m'a communiqué en effet des échantillons provenant de Comboire (Seyssins), qui paraissent analogues et qui sont constitués par une paraffine jaune, translucide, possédant les propriétés exposées plus haut.

Je dois en outre à MM. Duboin et Ch. Maignien des septarias, creusés de géodes provenant des marnes oxfordiennes de Baconnet en Monestier-de-Clermont, dans lesquelles se trouve une substance analogue. Ces septarias sont semblables à ceux de Meylan (T. III, p. 113) et, comme eux, renferment de jolis cristaux de quartz, de calcite, de dolomite, etc. Quand on les brise, il s'écoule de leur cavité un pétrole très fluide et l'on voit apparaître la hatchéttite mi-fluide, d'un jaune verdâtre, très fluorescente; elle épaissit à l'air en s'étalant par suite de la disparition progressive et rapide des produits les plus volatils.

GROUPE DES HYDROCARBURES NON CRISTALLISÉS, PÉTROLES, PISSASPHALTES ET ASPHALTES

Ces produits, auxquels il serait naturel de joindre les gaz hydrocarbonés naturels, ne sont pas des espèces minéralogiques définies, mais des mélanges complexes d'hydrocarbures non cristallisés, dont la composition est fort différente suivant les régions considérées, mais généralement assez constante dans chacune de celles-ci.

Il existe une continuité complète entre les types très fluides et d'autres solides. Les types coulants, depuis ceux qui sont très fluides, jusqu'à ceux qui sont très pâteux, constituent les *pétroles*; je réserve le nom de *pissasphalte* (synonyme de *malthe*) aux variétés pâteuses, au toucher poisseux, alors que celui d'*asphalte* est donné aux types solides à la température moyenne des laboratoires.

Ces différences de consistance peuvent être d'origine primaire; pour les types liquides, être dues à la nature plus ou moins saturée des carbures constituants, mais ils sont aussi (surtout dans les types peu ou pas fluides) dus à des circonstances secondaires, à la disparition progressive des huiles les plus volatiles, puis à une oxydation plus ou

moins avancée, se manifestant d'abord par une perte d'hydrogène, puis par une fixation d'oxygène. Ces considérations conduisent à ne pas séparer l'étude des gisements de ces divers produits.

Formes et facies. Les *pétroles* sont donc des liquides plus ou moins fluides. Leur odeur est désagréable et caractéristique ; leur couleur varie du jaune pâle au jaune plus ou moins foncé, au brun ou au noir : le brun verdâtre est le plus commun. Ils possèdent souvent une fluorescence verte ou bleuâtre.

La densité varie de 0,6 à 0,9. Leur coefficient de dilatation est relativement grand ($K = 0{,}0008$), propriété importante à connaître pour le transport des pétroles bruts.

Les *pissasphaltes* sont noirs, poisseux ; une légère élévation de température suffit à les faire s'étaler ; ils passent progressivement d'une part au pétrole, de l'autre aux asphaltes.

Les *asphaltes* sont amorphes ; ils possèdent l'aspect d'une poix noire ou d'un brun noir. Ils fondent entre 90° et 100° C. ; leur odeur est bitumineuse. La densité varie de 1 à 1,8, elle peut être supérieure, quand l'asphalte englobe des matériaux étrangers.

Composition chimique. Les *pétroles* peuvent être rapportés à trois types caractérisés par la nature de leurs carbures prédominants ; ils sont respectivement représentés par les pétroles de Pensylvanie, du Caucase et de Galicie. Dans un même district et d'un puits à un autre, les proportions relatives des divers carbures varient souvent dans une assez large mesure.

1° Pétroles essentiellement caractérisés par des *carbures saturés forméniques* (C^nH^{2n+2}), homologues supérieurs du méthane (CH^4) (pétrole de Pensylvanie). Il existe en outre une faible proportion de carbures aromatiques (C^nH^{2n-6}), dérivés de la benzine, ainsi que des composés oxygénés ou sulfurés. Ces pétroles, exploités en Pensylvanie, sont accompagnés de gaz combustibles : méthane (CH^4) et ses homologues immédiats supérieurs (C^2H^6, C^3H^8, C^3H^{10}, etc.)

Par distillation de ces pétroles bruts, on obtient 1° : des gaz difficilement condensables (C^3H^8, C^4H^{10}, etc.) ; 2° des *éthers de pétrole* (C^5H^{12}, etc.), bouillant entre 45° et 70° C. ; 3° des huiles légères ou *essences de pétrole* (C^6H^{14} à C^8H^{18}), bouillant entre 70° et 120° C., des *huiles lampantes* (huiles de pétrole du commerce) (depuis C^6H^{20}, jusqu'à $C^{16}H^{34}$), bouillant entre 150° et 280° C. ; 5° des *huiles lourdes*, bouillant jusqu'à 400° C. ; 6° des *paraffines* cristallisables ($C^{44}H^{50}$ à $C^{35}H^{72}$) et

enfin 7° des *goudrons*. La *vaseline* et l'huile de vaseline résultent du traitement approprié des portions renfermant encore des huiles lourdes.

2° Pétroles essentiellement constitués (80 à 90 °/₀) par des *carbures cycliques saturés* [*carbures cycloforméniques*, paraffènes, naphtènes (C^nH^{2n})] qui, à égale volatilité, ont une densité supérieure à celle des carbures forméniques. Les pétroles de Bakou, qui appartiennent à ce type, contiennent en outre une petite quantité de carbures aromatiques [benzine C^6H^6, et ses homologues jusqu'au cymène ($C^{10}H^{14}$)], ainsi qu'un peu de carbures (C^nH^{2n-8}).

Ces pétroles ne commencent à distiller qu'à partir de 150°C. ; leurs gaz combustibles sont constitués par un mélange de CH^4 et de C^2H^4, accompagnés de CO^2.

3° Pétroles caractérisés par le mélange des deux types précédents ; ils contiennent généralement des proportions très notables, mais variables de carbures aromatiques. Les pétroles de Galicie et d'Alsace sont à rapporter à ce type intermédiaire.

Les *asphaltes* sont très variables de composition et d'ailleurs assez incomplètement étudiés. D'après Dana, on peut y rencontrer : 1° peu ou pas d'huiles, volatiles à 100°C. ; 2° des huiles se vaporisant entre 100 et 250°C. et pouvant former jusqu'à 85 °/₀ de la masse ; 3° une résine soluble dans l'alcool; 4° un bitume noir soluble dans l'éther, insoluble dans l'alcool, pouvant constituer de 15 à 85 °/₀ ; 5° un autre bitume, insoluble à la fois dans l'alcool et dans l'éther, et 6° des substances azotées, qui expliquent la teneur de 1 à 2 °/₀ d'azote, mise parfois en évidence par les analyses. Les variations de composition tiennent à la fois à l'origine des pétroles transformés et à l'intensité de cette transformation. (Voir page 633, note 2.)

Quant aux *pissasphaltes*, ils ont une composition intermédiaire entre celle des pétroles et celle des asphaltes.

Voici deux analyses dues à Ebelmen (*A.M.*XV. 536. 1839), déduction faite des cendres, dues à des impuretés mélangées mécaniquement.

Pissasphalte : *a*) de Bastennes (*Landes*).

Asphalte : *b*) de Pont-du-Château (*Puy-de-Dôme*).

	a	*b*
C.....	85,74	77,52
H.....	9,58	9,58
O.....	2,88	10,53
Az.....	1,80	2,37
	100,00	100,00

	a	*b*
Coke...	15,2	6,3
Densité.	1,131	1,068

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Une classification rationnelle des gisements d'hydrocarbures devrait être basée sur leur origine. Ce n'est pas ici le lieu de discuter les deux groupes de théories auxquelles ces questions ont donné lieu : origine profonde, éruptive, et origine organique (animale), théories dont aucune ne peut s'appliquer à l'universalité des gisements, mais dont chacune paraît pouvoir expliquer l'origine de certains gisements particuliers. Je me contenterai donc d'une classification de faits et considérerai successivement les pétroles, etc.

1° Dans les sources thermales ;
2° dans les fissures ou les nodules de roches sédimentaires ;
3° dans les gîtes d'imprégnation de roches sédimentaires ;
4° dans les récifs coralliens ;
5° dans les filons métallifères ;
6° dans les inclusions du quartz.

1° *Dans les sources thermales.*

Quelques sources thermales amènent de la profondeur des pétroles, qui s'oxydent une fois arrivés à la surface et parfois imprègnent les roches voisines. L'origine éruptive de la plupart de ces hydrocarbures ne paraît guère douteuse. Peut-être faudrait-il rattacher à cette catégorie un certain nombre des gisements d'imprégnation, qui seront décrits plus loin.

Corbières. — *Hérault.* Tout près de Gabian, se trouvait jadis une source fournissant un pétrole cité dans tous les Traités de Minéralogie, mais qui ne se voit plus que dans les vieilles collections. Découverte en 1608, cette source a fait l'objet de deux notes de Rivière dans les *Mémoires de l'Académie de Montpellier* (24 mars 1707 et 2 avril 1716). Jusqu'en 1716, c'est-à-dire pendant plus de quatre-vingts ans, la source a fourni annuellement 36 quintaux de pétrole puis, presque brusquement, ce rendement diminua des deux tiers. En 1714, il n'était plus que de 4 quintaux ; en 1715, la source tarit pendant deux mois.

D'après les renseignements que m'a fournis M. Delage, ce gisement est aujourd'hui perdu.

L'huile de Gabian est brune, très épaisse. M. H. Sainte-Claire Deville en a donné l'analyse suivante (C 86,1 ; H 12, 7 ; O 1,2). La densité est de 0,894 à 0° et 0,831 à 5°C. ; 0,50 % seulement se volatilise à + 280°C. Narcy a étudié (*Dinglers polyt. Journ.* CCLXIX. 240. 1888) un échantillon de densité 0,882, bouillant à 280°C. et presque uniquement constitué par une huile lubréfiante.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les pépérites de la Limagne renferment de nombreux gisements de carbures, qui paraissent être en relation avec les phénomènes volcaniques.

Le Puy de la Poix (ou de la Pège) (à 5 km. de Clermont) et le Puy de Croüel, son voisin, semblent être les derniers témoins de phénomènes, qui se sont développés antérieurement dans la région avec une ampleur plus grande. Le Puy de la Poix est une butte pépéritique, au sommet de laquelle sourdait jadis une source chlorurée sodique (71 gr. de résidu par litre, contenant 37 gr. de chlore), riche en hydrogène sulfuré, amenant un bitume très pâteux, qui se déversait en s'épaississant sur ses flancs. Des travaux malencontreux ont dévasté ce gisement sans tarir toutefois la source, qui coule encore dans l'excavation de la carrière. Le pissasphalte et l'asphalte y accompagnent des globules de calcédonite, des cristaux de quartz, d'ankérite. Ce gisement a été décrit dès 1759 par Guettard (*Mém. Acad. Sc.* 552).

Les sources du Tambour amènent aussi un peu de bitume et c'est par un mécanisme analogue que se sont certainement produites dans les calcaires des bords de l'Allier (au pied du Puy Corent) des veinules de pyrite, dont le centre est rempli par un mélange d'asphalte et de barytine, minéraux qui forment aussi des filonnets indépendants, se rencontrant jusque dans l'arkose, au voisinage du calcaire.

Au sommet du Puy de Gandaillat, les pépérites renferment des lambeaux d'arkoses, imprégnés d'asphalte. Les hélix d'un calcaire situé sur un plateau au-dessus de Cournon sont souvent vernissés d'asphalte, qui remplit aussi les tubes de phryganes d'un calcaire voisin. Au Puy de Cornonet, de petites bulles, quelquefois creuses, de la même substance, suintent des pépérites.

A l'ouest de Cournon, dans un monticule pépéritique, Lecoq a signalé (*Ep. géol. Auvergne*, IV. 79. 1867) l'existence d'un amas d'as-

phalte (il l'appelle rétinasphalte), mesurant 0 m. 60 × 0 m. 35; le minéral est brunâtre et fendillé au voisinage de l'air.

Je dois à M. Paul Gautier un échantillon recueilli dans une veinule d'asphalte traversant le granite de Chamalières (au-dessous de Prudelles), dans la tranchée du chemin de fer de Clermont à Bordeaux.

Tous ces gisements n'ont qu'un intérêt minéralogique, mais il en existe, dans cette même région, un certain nombre d'autres assez importants pour avoir fait l'objet de concessions, qui ont été ou qui sont exploitées et dans lesquelles l'asphalte imprègne soit des pépérites (Malintrat), soit des calcaires à *Helix Ramondi* (Les Roys ; dans ce gisement, les Hélix à test conservé sont parfois remplis d'asphalte) ; soit à la fois des calcaires à Hélix et des arkoses (Lussat, l'Escourchade). A la Bourrière, l'asphalte forme des nodules dans des argiles ; à Malintrat, il présente une allure filonienne, avec blocs imprégnés de pépérites ; du pétrole épais et du pissasphalte suintent dans les galeries. De même que le Puy de la Poix, plusieurs de ces gisements (Pont-du-Château, Lussat, etc.) renferment de la calcédoine, de la lussatite, etc.

L'asphalte de Pont-du-Château se dissout en partie dans l'éther et presque complètement dans l'essence de térébenthine. Chauffé rapidement, il décrépite par suite de la présence de l'eau qu'il englobe.

Il y a quelques années, de nombreux sondages ont été faits dans la Limagne pour y chercher le pétrole ; ils ont fourni des gaz combustibles accompagnés de CO^2 et d'une eau très chlorurée et magnésienne, ainsi que des carbures plus ou moins visqueux. Au sondage de Macholles, près de Riom, qui a atteint 1164 m., la salure de l'eau était particulièrement forte et le pétrole assez liquide.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées et Landes.* Les sources thermales de Bastennes (*Landes*), de Saint-Boès (*Basses-Pyrénées*) amènent une petite quantité de bitume, qui, dans le dernier de ces gisements, recouvre parfois des géodes de cristaux de soufre, de célestite.

Congo. — La région côtière du Gabon, aussi bien que celle de la province d'Angola dans le Congo portugais, renferme de petits puits indigènes, où suinte un bitume très épais, noir ou brunâtre, dont les indigènes enduisent leurs pirogues.

M. Barrat a signalé (*A.M.* VI. 456. 1895) quelques gisements de ce genre dans le Bas-Ogooué et dans le Ngounié ; il faut citer notamment

une source intermittente dans la région du Fernand-Vaz et au bord du lac Isania, à six heures de N'kogo (sur la rive gauche de l'Ogooué en amont de Lambaréné). Je dois à M. L. Fourneau et à M. Arsandaux des échantillons d'un pétrole très épais et de pissasphalte, qu'ils ont recueillis dans ce dernier gisement; la source qui amène au jour ces hydrocarbures sort de schistes feldspathiques.

Madagascar. — Des sources bitumineuses ont été signalées par M. E. Gautier dans les grès triasiques d'Ambohitralika au S.-E. du mont Tsimitaratra ; des gisements analogues paraissent exister plus au nord jusqu'à la hauteur du Cap Saint-André sur la rivière Sambao ; au voisinage du massif d'Ambohitrosy.

Nouvelle-Calédonie. — Au pied du massif serpentineux du piton de Pandop, près de Koumac, on a découvert, il y a quelques années, de petites fissures, d'où suinte de l'eau chargée de pétrole ; celui-ci est d'un jaune brun et d'une odeur forte ; sa densité est de 0,93. Il ne fournit qu'une très petite quantité d'huile lampante ; distillé à 400° C., il donne 80 °/₀ d'huile lourde de densité 0,928 (Glasser. *A. M.* V. 551. 1904).

Côte d'Ivoire. — D'après E. Reclus (*Géographie*, XII. 407), il existerait une source abondante de bitume sur les bords de la lagune Aby, au N. d'Assinie.

M. de Launay signale (*Richesses minér. Afrique*, 1903. 278) l'existence de gisements de pétrole sur les bords de la Tanoé, qui sert de frontière avec la Gold Coast, sans indiquer si ce gisement se trouve sur le territoire français ou anglais. Il en existe sur ce dernier, dans la région d'Apollonia, près de la côte.

2° *Dans les fentes ou les nodules des roches sédimentaires.*

Je réunis sous cette rubrique quelques gisements, sans intérêt économique, dans lesquels du pétrole ou du pissasphalte suintent dans les fentes de roches sédimentaires, puis se consolident sous forme d'asphalte ; il est probable que le nombre de ces gisements pourrait être beaucoup augmenté.

J'y joins quelques gisements, dans lesquels un pétrole très fluide a été trouvé dans des nodules creux (septarias).

Carbonifère et permien.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. Quelques enduits de pissasphalte ont été trouvés à Montchanin dans les fentes du houiller, à Margenne dans celles du *boghead* permien. Je dois à M. Berthier un échantillon d'asphalte englobant de gros rhomboèdres de calcite, recueilli à Millery dans les fentes des schistes d'Autun. Le même savant m'a signalé l'existence d'asphalte dans les cavités de bois silicifiés du permien et de l'Autunois.

Vosges. — *Vosges*. Des enduits d'asphalte se rencontrent parfois à la surface des cristaux de calcite des mines de Ronchamp.

[**Belgique**]. — Dans le charbonnage de Fontaine-l'Évêque (Hainaut), on a trouvé des rognons de sidérite très durs, creux, et craquelés à l'intérieur, dont la cavité, tapissée de cristaux de calcite, de quartz et de pyrite, était remplie de pétrole (Malaise, *Manuel Min.* 1883. 170).

Trias.

[**Alsace**.] — Daubrée a signalé (*Descr. géol. Bas-Rhin*, 1852) des enduits de pissasphalte et d'asphalte dans les fentes du muschelkalk de Rothbach, Weiterswyler, Rauschenburg. A Molsheim, les hydrocarbures se trouvent dans des géodes de calcite ; et en 1847, une fouille, faite dans un calcaire de cette localité, y a fait découvrir des suintements importants de pissasphalte.

Jurassique.

Cévennes. — *Gard*. M. Melvil-Roux a signalé (*Bull. Soc. sc. nat. Nîmes*, 1881. 47) du pétrole à l'intérieur de nodules de 15 à 25 cm. de diamètre, rencontrés dans les marnes bitumineuses du lias moyen, entaillées par la tranchée de chemin de fer de Malhiver près Anduze.

Ardèche. Au toit et au mur des couches d'hématite de Privas, on a constaté jadis des suintements d'un pétrole épais, assez abondant pour que les ouvriers aient pu l'utiliser pour éclairer leurs lampes.

Alpes. — *Isère*. On a vu plus haut que les septarias de Baconnet près Monestier-de-Clermont ont parfois leurs cavités remplies par du pétrole qu'accompagne l'hatchéttite. D'après les renseignements que m'a donnés M. Duboin, ce pétrole est très volatil, incolore

et existe parfois en quantité considérable dans les géodes. Il n'a pas été étudié au point de vue chimique ; mais l'abondance de l'hatchéttite permet de penser qu'il est surtout constitué par des carbures saturés.

Des dégagements de gaz combustibles sont connus dans cette même région à la Fontaine Ardente : ils sortent de schistes calloviens à *Posidonomya alpina* ; d'après une analyse de Raoult, ils renferment : CH^4 98,81 ; CO^2 0,58 ; Az 0,48 ; O 0,10.

Gras a signalé (*Bull. Soc. Statist. Isère*. 29 novembre 1838) l'existence dans les calcaires portlandiens de la Porte-de-France, près Grenoble, de lits bitumineux, dans lesquels se trouvent des cavités de la grosseur d'une amande ou d'une noix, dont les parois sont couvertes de cristaux de calcite ; parfois elles sont remplies par un pétrole incolore très volatil, laissant un résidu cristallin, dont il est question plus haut à l'article hatchéttite. Ces calcaires sont parcourus de petites veinules d'asphalte.

Le même pétrole a été rencontré dans les calcaires à ciment berriasiens, qui surmontent les précédents à la carrière de Comboire (Seyssins) ; il laissait aussi déposer de la hatchéttite.

Crétacé et éocène.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Des veinules d'asphalte se rencontrent dans les fentes du calcaire blanc de Bidache, du calcaire noir de Costetarbe en Orthez, de Cassaber.

Cévennes. — *Gard*. Un pissasphalte (poix d'Auzon) s'écoule des fentes des assises néocomiennes du Mas-du-Chat près Auzon (Em. Dumas. *Stat. géol. Gard*. II. 721. 1877).

Algérie. — *Constantine*. Des suintements de pissasphalte ont été constatés dans les fissures des calcaires crétacés de Clairfontaine, ainsi qu'à Ferdjïouah, près Mila, dans l'éocène. Une veine de bitume compact a été rencontrée dans le calcaire sénonien de Fedjmzala, dans la même région. L'asphalte est connu encore à Chebka des Sellaoua (43 km. S. S. O. de Guelma), dans le cénomanien, au Djebel-el-Mouïada, à 8 km. O. de Sédrata, dans l'éocène. Au Djebel-Guelb (56 km. N. O. de Tébessa), le pétrole suinte dans les fissures d'un calcaire cénomanien (de Launay, *Richesses min. Afrique*, 1903. 277).

Oligocène.

Vaucluse. Des suintements de pétrole ont été observés sur des cristaux de soufre du calcaire de la mine des Tapets.

3° *Dans les gisements d'imprégnation.*

Ce sont les gisements de cette catégorie qui, en France et dans les régions voisines, ont le plus d'intérêt économique. Ils se trouvent uniquement dans des formations sédimentaires et présentent des caractères différents, suivant que les roches imprégnées sont des calcaires ou des sables.

Calcaires asphaltiques.

Les calcaires étant d'ordinaire d'une porosité limitée, les zones imprégnées y sont généralement localisées.

Dans l'industrie, on donne le nom d'*asphalte* aux calcaires imprégnés de matière bitumineuse. Il est plus correct, au point de vue minéralogique, de les appeler *calcaires asphaltiques*. Ce sont des roches d'un brun-chocolat, plus tendres pendant l'été que pendant l'hiver, s'écrasant facilement, quand on les porte à une température de 50 à 60°C., tombant en poussière par exposition au soleil ; cette poussière, chauffée vers 70 à 90° C., s'agglomère par pression.

L'examen microscopique montre que les hydrocarbures se sont insinués dans toutes les fissures des petits cristaux de calcite qu'ils enrobent.

Jurassique et crétacé.

Jura. — [*Suisse*] et *Doubs*. Une série de gisements très analogues s'observent dans la partie orientale de la chaîne du Jura. Un premier groupe se trouve sur le territoire suisse, au S.-O. de Neufchâtel, au Val de Travers dans les calcaires urgoniens (Bois de Croix ; Grand-Champ ; La Preste ; Saint-Aubin ; Auvergnier) ainsi que dans l'aptien glauconieux (Couvet). Dans l'urgonien, il existe aussi parfois (Bevaix) des poches de pissasphalte très visqueux (Jaccard. *Le pétrole, l'asphalte et le bitume*, 1895, 112).

Le même auteur signale aussi des suintements de pissasphalte, non loin de la frontière française, dans les fentes du calcaire bathonien des Epoisats, sur la route de Vallorbes à la vallée de Joux et (*Doubs*)

dans celles du calcaire ptérocérien des Pargots près des Brenets.

Ain. Les calcaires kiméridgiens ou urgoniens, qui supportent la molasse asphaltique de la vallée de la Valserine au nord de Bellegarde (à Chézery notamment) sont parfois assez imprégnés eux-mêmes pour avoir fait l'objet d'exploitations.

De petites poches de pétrole épais ou de pissasphalte se rencontrent dans les calcaires urgoniens d'Allemogne en Thoiry et de Bellegarde (sur la brèche de la Perte du Rhône); le test des fossiles y est parfois rempli par de l'asphalte.

Mais c'est surtout dans la concession de Seyssel, s'étendant le long du Rhône, de Bellegarde à Seyssel, qu'abondent les gisements d'asphalte, qui ont été exploités sur les deux rives du fleuve, à Pyrimont. Le gisement exploité sur la rive gauche porte le nom de Challonges (Volant-Perrette); on y trouve, au milieu de calcaires asphaltiques, d'un brun-chocolat, des rognons blancs de calcaire, ayant résisté à l'imprégnation. La molasse qui recouvre l'urgonien de cette région est aussi localement imprégnée de bitume.

Alpes. — *Haute-Savoie.* Il existe dans ce département, sur le prolongement Sud-Est des gisements précédents, quelques points qui ont été exploités dans le même but. C'est ainsi qu'aux environs de Mussiège et de Frangy s'observe un calcaire bréchiforme, imprégné d'asphalte (sentier de Malpas à Mussiège; Pont des Donates). A Lovagny, dans les gorges du Fier, le pissasphalte suinte sur les parois d'une galerie abandonnée et vient se solidifier sur le sol, dont il cimente les débris.

Eocène.

Cévennes. — *Gard.* Les calcaires éocènes de Servas, aux environs des Fumades, et de Saint-Jean-de-Marvéjols, du Mas-Chabert sont imprégnés par de l'asphalte. A Saint-Jean-de-Marvéjols, les zones bitumineuses sont parallèles à la stratification. Ces gisements sont concédés.

Aquitanien.

[**Alsace**]. — Les exploitations de Lobsann sont faites sur des calcaires asphaltiques, situés à 3 km. au Sud sur le prolongement des sables pétrolifères de Pechelbronn (voir p. 633); ils renferment jusqu'à 18 % d'asphalte.

Sables asphaltiques.

Grâce à leur porosité plus grande, les sables sont imprégnés par les hydrocarbures d'une façon beaucoup moins locale que les calcaires. Les hydrocarbures s'y sont parfois répandus sur une grande surface et y sont régulièrement distribués.

Carbonifère et permien.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. En 1904, l'exécution à Blanzy d'un travers-banc, à 400 m. de la surface (puits Sainte-Eugénie), pour la délimitation du houiller et du permien très bouleversés par un accident nommé faille de l'Est, a fait rencontrer des grès très fissurés, imprégnés d'un pétrole noir visqueux (Termier, *B.S.G.* XXXII. 830. 1904) au voisinage d'une couche disloquée de schiste bitumineux. En quelques jours, il en a été recueilli plus de 500 litres ; ce pétrole ressemble à celui d'Amérique ; il donne des huiles lampantes, plus légères que celles obtenues par la distillation des schistes du même bassin, de l'huile à gaz, des huiles de graissage, de 3 à 4 °/₀ de paraffine, mais pas de benzine. M. Cambray, ingénieur de la Société des schistes bitumineux, qui a étudié ce produit m'a signalé que le schiste voisin essayé en même temps, ne rendit que fort peu d'huile brute (3 °/₀), aussi pense-t-il que ce pétrole résultait peut-être d'une distillation partielle du schiste, consécutive à la production de la faille de l'Est.

Dauphiné. — *Isère*. M. G. Friedel m'a signalé que des sondages, effectués en 1908 pour la recherche du prolongement du bassin houiller de Saint-Étienne sous la plaine du bas Dauphiné, a fait trouver des grès houillers, imprégnés de pétrole, sur quelque 80 mètres d'épaisseur, au sud du Pont-de-Cheruy, au N. de Chavagnieu ; les carottes de sondage renfermaient 2 °/₀ en poids de ce pétrole.

Oligocène.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Berthier a étudié (*A.M.* XIII. 613. 1838) des sables micacés imprégnés d'un pétrole, soluble en partie dans l'alcool et l'éther, se trouvant à Saint-Martin-de-Fugères, aux Sognes en Laussonne, aux Avits en Coubon. Les sables imprégnés sont noirs et luisants, mélangés de veines d'un brun-cannelle. Ils sont cas-

sants et se pulvérisent sans s'agglomérer sous le pilon; ils ne se ramollissent pas dans l'eau bouillante.

Aquitanien.

Pyrénées. — *Landes*. A 5 km. environ au sud des sources bitumineuses de Bastennes, se trouve, au voisinage d'une ophite, un gisement de sable coquillier à *Cardita Jouanneti*, imprégné d'asphalte dans la proportion de 1/5. L'exploitation des anciennes concessions d'Armentieu et de l'Échalassière est abandonnée depuis longtemps, de même que celle des environs de Gaujac (concession de la Bourdette et de Pozat).

Basses-Pyrénées. La molasse de Sainte-Suzanne près d'Orthez est aussi imprégnée d'asphalte, qui se trouve également en masses compactes très pures [1].

[**Alsace**]. — Des exploitations très actives sont faites à Pechelbronn [2], au Nord de Lobsann, sur des marnes grises ou verdâtres, localement sableuses, associées à des sables plus ou moins cimentés par de la calcite. Le sable, imprégné de pétrole, est disposé en veines aplaties parallèlement à la stratification. Le pétrole de ce gisement est visqueux, d'un brun foncé (*graisse de Strasbourg* des anciens auteurs) ; il a été étudié notamment par M. Le Bel (*C. R.* LXXIII. 499. 1871 et *Bull. Soc. hist. nat. Colmar*, 1886. 445). Il se dégage de ce gisement de l'hydrogène proto-carboné et, en 1883, des sondages ont fait rencontrer du pétrole jaillissant, assez fluide.

D'après M. Le Bel, le pétrole épais, noir de Pechelbronn (densité 0,892 à 0° et 0,857 à + 50° C.) a la composition suivante : C 85,0 ; H 12,0 ; O 2,3. On obtient par distillation 7,8 % à + 180° C ; 15, 2 à + 200° ; 25,7 à 220° et 40,6 à 260° C.

Les gisements de Schabwiller fournissent un pétrole de couleur

1. La collection du Muséum renferme un échantillon d'une arène granitique imprégnée d'asphalte et indiquée comme provenant d'Escouloubre (*Aude*) ; je n'ai pas de renseignements précis sur ce gisement.

2. Ce sont les produits de ce gisement qui ont servi à Boussingault à établir (*A.P.C.* LXIV. 141. 1837 et LXXIII. 442. 1840) sa théorie, d'après laquelle tout asphalte serait formé par une huile (*pétrolène*) et un solide (*asphaltène*), théorie que les études ultérieures n'ont pas confirmée. Boussingault attribuait au pétrolène la formule $C^{10}H^{16}$ avec la composition moyenne suivante : C 88,4 ; H 12,5.

claire, bouillant à basse température, que M. Le Bel a comparé au pétrole américain.

Argiles pétrolifères et asphaltifères.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Des tentatives infructueuses d'exploitation ont été faites jadis sur des argiles imprégnées d'asphalte de la Bernarde à Espaly.

Algérie. — *Oran*. Une région pétrolifère, qui sera peut-être intéressante au point de vue économique, est celle du Dahra et de Relizane, à une cinquantaine de kilomètres de Mostaganem. Dans le Dahra, le point exploré est Aïn-Zeft et Beni-Zenthis, où l'on n'a trouvé que des traces de bitume. Dans la région de Relizane, le centre de recherches est Tliouanet ou Chabet-Msilah (Messila).

Un pétrole noir a été rencontré dans des sondages au milieu de marnes, pliocènes dans le premier centre, burdigaliennes dans le second. Le pétrole de Messilla, de densité de 0,830, donne 5,50 % d'huiles légères, 50 % d'huile lampante, 12,50 d'huiles lourdes lubréfiantes (De Launay, *op. cit.*, 277).

4° Dans les récifs coralliens.

Antilles. — *Martinique*. Je dois à l'obligeance de M. Dublancq-Laborde d'intéressants échantillons, qu'il a recueillis sur la côte orientale de la Martinique, près de l'îlot Thierry et de l'îlot du Cabrit. Ils consistent en *pissasphalte* et en *asphalte*, qui viennent se déposer à la surface des rochers de la côte, en masses parfois assez importantes.

Il faut rapprocher cette observation de celle faite par H. de Saussure (et rapportée par A. Jaccard : *Le pétrole*, *op. cit.*, 1895. 213) sur les côtes de Cuba, au voisinage de la Havane. On peut se demander si ces hydrocarbures ne résultent pas de l'oxydation de carbures d'hydrogène, formés par la décomposition des débris organiques accumulés dans les récifs coralliens, qui bordent la côte. En tout cas, aucune observation faite sur le sol volcanique même de la Martinique n'y a fait rencontrer jusqu'ici de gisement bitumineux.

5° Dans des gisements métallifères [1].

Plateau Central. — *Allier*. Les filons d'érubescite de la Prugne

1. Voir page 628, pour le gisement de Privas.

ont fourni autrefois de petites masses d'asphalte, dont la collection du Muséum possède un échantillon.

6° *En inclusions dans le quartz.*

Le quartz des gisements les plus divers renferme souvent des carbures d'hydrogène dans ses inclusions liquides.

C'est ainsi que Davy a décrit (*Phil. Transact.* CII. 367. 1822) un pétrole brunâtre, qu'il a rencontré dans des inclusions du quartz hyalin de la Gardette (*Isère*) : ce pétrole se solidifie à + 14° C., brûle avec une fumée blanche et semble posséder un point d'ébullition assez élevé.

En chauffant, dans le vide, du quartz des filons stannifères de la Villeder (*Morbihan*), donnant par le choc une odeur empyreumatique, M. Tronquoy a constaté la sublimation de gouttelettes d'un pétrole brunâtre.

ÉLATÉRITE

Amorphe.

Formes, facies, dureté. L'élatérite ou *caoutchouc minéral*, ou *bitume élastique*, est molle; elle adhère quelque peu aux doigts; elle durcit par exposition à l'air.

Densité. 0,91 à 1,23.

Coloration et éclat. Brun foncé presque noir. Translucide en lames très minces et alors d'un rouge orangé foncé terne.

Composition chimique. La composition chimique est d'environ : C 85 ; H 13. Il existe toujours un peu de résidu insoluble et généralement une très petite quantité d'oxygène.

Henry a publié (*Ann. Sc. nat.* III. 439. 1824 et *A. M.* XII. 269. 1826) l'analyse suivante : C 58, 26; H 4,89; Az 0,104; O 36,746 = 100,00, de l'élatérite de Montrelais, analyse que Des Cloizeaux (*op. cit.* II. 49) considère comme inexacte ; cette composition est en effet celle de la *dopplérite*, qui possède des propriétés différentes. Je n'ai malheureusement pu réunir une quantité suffisante de matière pour une nouvelle analyse.

Essais pyrognostiques. Comme pétrole.

Diagnostic. Se distingue du *pissasphalte* par sa consistance et ses propriétés élastiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'élatérite se trouve dans des gisements sédimentaires, et le plus

souvent dans ceux de combustibles fossiles, dont elle ne constitue qu'un accident minéralogique.

1° *Dans les assises carbonifères.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* L'élatérite a été découverte, en 1816, dans la mine de Montrelais (puits Saint-André), au milieu de géodes tapissées de quartz et de calcite (Ollivier, *Ann. Sc. nat.* II. 149. 1824) ; elle y formait de très petites masses assez impures (voir plus haut) : le seul échantillon que j'ai observé se trouve dans la collection du Muséum : ce minéral n'a plus été rencontré depuis sa découverte datant de près d'un siècle.

Vendée. — *Vendée.* L'élatérite a été signalée dans la mine de houille de la Boufferie en Puy-de-Serre et de Faymoreau, ainsi que dans le bassin de Vouvant (Fournel. *Et. gîte houil. et métall. Bocage vendéen.* 1836. 83.) La collection du Muséum en renferme un échantillon, provenant du premier de ces gisements ; il est associé à une résine fossile (*vendéennite*) dans les fentes d'un grès.

Plateau Central. — *Nièvre.* J'ai observé une petite masse d'élatérite dans une géode de dolomite de la mine de houille de la Machine.

2° *Dans les assises jurassiques.*

Cévennes. — *Gard.* E. Dumas a signalé (*Stat. minér. Gard.* II. 721. 1877) de petites masses d'élatérite, dans les loges d'*Ammonites cornucopiæ* (toarcien) de Fressac.

3° *Dans les assises crétacées.*

Cévennes. — *Gard.* Le même auteur a indiqué l'existence de petits nodules d'élatérite dans un lignite, au nord de Laudun.

HYDROCARBURES OXYGÉNÉS

GROUPE DES RÉSINES FOSSILES.

(SUCCINITES ET RÉTINITES)

Les résines sont des composés de carbone, d'hydrogène, d'oxygène avec quelquefois un peu de soufre ; leur constitution est en général assez mal connue. Cette observation s'applique *a fortiori* aux résines fossiles, qui, d'ailleurs, se rencontrent souvent en quantité trop faible pour qu'il soit possible d'en faire l'objet d'études approfondies.

La composition des diverses résines fossiles est différente, non seulement parce qu'elles proviennent de végétaux différents suivant l'âge des couches où on les rencontre, mais encore parce que dans un même niveau géologique, elles ont pu être soumises à des conditions physiques différentes, qui ont entraîné une oxydation secondaire d'intensité variée. Ces résines fossiles, en effet, se distinguent d'une façon générale des résines actuelles en ce qu'elles sont plus oxydées.

Il est assez difficile de se reconnaître au milieu de la multiplicité des noms de variétés qui ont été créées, parfois sans raison bien valable, pour désigner des résines de gisements différents ; aussi me contenterai-je d'établir deux séries, appelée : l'une *succinite* parce que les résines qu'elle constitue, donnent par distillation de l'acide succinique, l'autre *rétinite* qui ne fournit pas cet acide.

Formes et facies. Les résines fossiles constituent des masses irrégulières, amorphes, dépourvues par suite de clivages ; leur cassure est conchoïde. L'examen microscopique y montre des pores à gaz ; elles englobent fréquemment des débris organiques, végétaux ou animaux (insectes en particulier). Enfin elles sont fréquemment imprégnées de pyrite.

Dureté. 2 à 2,5. Fragiles.

Densité. 1,050 à 1,096.

Coloration et éclat. Jaunes de diverses nuances, brunes, rougeâtres, blanches. Transparentes ou translucides ; devenant opaques par altération. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Normalement monoréfringentes, mais présentant souvent des phénomènes de biréfringence par trempe. L'indice de réfraction est voisin de 1,53.

Propriétés électriques. Se chargent d'électricité négative par friction.

Composition chimique et essais pyrognostiques[1]. Les diverses résines fossiles ont une composition centésimale différente ; elles ont fréquemment des fonctions chimiques distinctes. Il n'y a guère que le succin de la Baltique qui ait été étudié d'une façon un peu complète. D'après MM. Tschirch et Awenz (Tschirch, *Die Harze und die Harzbehälter*. 1906) l'alcool en dissout 30 %, et il reste 70 % d'insoluble (*succinine* de Berzélius). La partie soluble est constituée par un éther succinoabiétique du bornéol [(bornéol = $C^{10}H^{18}O$)] (2 % de l'ambre) et par de l'acide succinoabiétique libre. Quant à la partie insoluble, elle est constituée par un éther de l'acide succinique ($C^6H^6O^4$) avec le succinorésinol ($C^{42}H^{20}O$).

Par distillation dans un tube fermé, les *succinites* donnent de 3 à 7 % d'acide succinique (qui se sublime en petites aiguilles[1]), une huile verdâtre très odorante, de l'eau, etc. Le point de fusion est de 355° à 360° C.

Les *rétinites* ne donnent pas d'*acide succinique* par distillation. Les nombreuses variétés ayant reçu des noms différents se distinguent les unes des autres par leur très inégale solubilité vis-à-vis des divers solvants[2]; la *copalite* (résine de Highgate), qui est l'une d'elles, ressemble beaucoup au copal; elle est presque insoluble dans l'alcool et se différencie des autres résines fossiles par sa pauvreté en oxygène (2 à 3 %).

1. Les cristaux d'acide succinique n'apparaissent que lorsque le tube est complètement refroidi ; il est commode de coiffer d'un autre tube celui dans lequel on fait l'essai ; les cristaux sublimés sont aciculaires, orthorhombiques et très biréfringents.

2. La température de fusion pourrait être d'un bon secours pour le diagnostic des résines fossiles. D'après des essais de M. Gaubert, à 250° C. la rétinite d'Auteuil et de Bata se ramollissent et restent transparentes comme le fait la succinite. A 200° C., les rétinites de Forcalquier et de Thonon (*allingite*) se ramollissent ; celle de Gisors se gonfle et devient opaque. A 150° C., la rétinite de Saint-Lon se ramollit et devient opaque, celles de Briollay, (presque fondue), d'Angoulême, se ramollissent facilement : celle de Villers en Prayères etc., commence seulement à se ramollir, alors que la résine de Saint-Florentin se gonfle, devient opaque et cassante.

Je donne ci-contre l'analyse *a*) de la succinite de la Baltique par Helm (*Schrift. Ges. Dantzig.* VII. 192. 1891) ; puis des résines fossiles : *b*) de Briollay (*Maine-et-Loire*) ; *c*) de Saint-Lon (*Landes*) ; *d*) de Villers en Prayères (*Aisne*) ; *e*) et *f*) de Meudon (*e* transparente et *f* opaque). Ces dernières analyses ont été faites, sur ma demande, par M. Demoussy, assistant au Muséum.

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
C.....	78,63	80,2	78,3	76,8	75,6	73,9
H.....	10,48	10,3	9,9	9,6	9,4	9,3
O.....	10,47	8,8	11,2	12,4	14,7	16,2
S.....	0,42	0,5	0,26	0,94	0,07	0,13
Cendres...	»	0,15	0,3	0,2	0,2	0,43
	100,00	99,95	99,96	99,94	99,97	99,96

Altérations. Par altération, les résines, de transparentes deviennent opaques. Les analyses *e* et *f*, faites sur les portions transparentes ou opaques d'un même échantillon, montrent que l'altération consiste bien dans une oxydation.

Diagnostic. On a vu plus haut que, par définition, les *rétinites* se distinguent des *succinites*, en ce qu'elles ne donnent pas d'acide succinique dans le tube par distillation.

J'ai suivi l'usage, adopté actuellement par tous les minéralogistes, mais je ferai remarquer qu'en proposant le terme de succinite, A. Brongniart lui a donné (*Tableau espèces minér.* 1833. 45) une signification inverse ; il l'employait par opposition au *succin*, caractérisé par l'acide succinique qu'il donne dans le tube.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les résines fossiles ayant été fournies par des végétaux au cours de diverses périodes géologiques, leurs gisements originaux sont ceux où il existe des combustibles fossiles (houilles et surtout lignites), mais elles ont été souvent arrachées à leur gisement originel et entraînées dans le sable de la mer (comme dans la Baltique actuelle par exemple), ou dans celui des rivières.

Commercialement, le nom d'*ambre* est réservé aux résines fossiles ayant certaines qualités de cohésion, qui permettent de les tailler. Ces qualités sont indépendantes des divisions établies plus haut ; c'est ainsi que l'ambre de la Baltique comprend non seulement la *succinite*, mais diverses rétinites (*gédanite*, *glessite*), dépourvues d'acide succi-

nique ; l'ambre de Roumanie (*roumanite*) est une succinite donnant autant d'acide succinique que l'ambre de la Baltique, alors que celui de Sicile (*simétite*) donne à peine d'acide succinique par distillation.

Aucune des résines françaises, ou tout au moins aucune de celles que j'ai examinées, ne mérite le nom d'ambre (sauf peut-être celle de Bata, *Congo*) ; elles sont toutes tendres et fragiles, impropres à la taille ; elles se rapportent généralement au groupe des rétinites.

1° *Dans les assises paléozoïques.*

Carbonifère.

Vendée. — *Vendée*. Une résine rouge, jaune ou jaune verdâtre, associée à de l'élatérite, a été rencontrée dans les fentes des grès houillers de Faymoreau et de Chantonnay. Rivière l'a désignée sous le nom de *vendéennite* (*C. R.* XI. 208. 1840) ; l'unique échantillon que j'ai examiné présente cette résine sous forme de petits grains, en partie opaques.

Plateau Central. — *Loire*. Drapiez a signalé (*Ann. Soc. phys. Bruxelles*, I. 109. 1819) une résine fossile dans les mines de houille de Saint-Symphorien-de-Lay, près Roanne.

Saône-et-Loire. J'ai observé un rognon d'une résine brune et opaque, engagé dans la houille de Blanzy.

2° *Dans les assises jurassiques.*

Cévennes. — *Gard*. Leymerie a signalé (*Cours Minér.* II. 399. 1859) dans les lignites piciformes bathoniens du Vigan, une résine en gouttes noirâtres, parfois soudées ensemble : il l'a assimilée à la *sclérétinite* de Wigan en Angleterre, décrite par J. W. Mallet. La poussière est d'un brun cannelle ; l'éclat brillant. La densité est de 1,13 ; la dureté, supérieure à celle des autres résines, serait à peu près celle de la calcite.

Saintonge. — *Charente*. Une résine jaune se trouve dans les marnes du Pont-du-Cluseau près Chantrezac (Coquand, *Descr. géol. Charente*. I. 1858. 105).

3° *Dans les assises crétacées.*

Crétacé inférieur.

Bassin de Paris. — *Seine*. Un morceau de résine, d'un jaune ambré, a été recueilli par M. Péroux, dans les sables verts du gault rencontrés à 580 mètres de la surface, lors du sondage du puits artésien de Maisons-Laffitte (*C.R.* CL. 59. 1910) ; cet échantillon, pesant environ 10 gr., se trouve actuellement dans la collection du Muséum.

Seine-Inférieure. On a rencontré de la rétinite dans les argiles glauconieuses de l'albien à Cauville.

Ardennes. — *Meuse*. M. Evrard m'a signalé l'existence de fragments d'une résine fossile dans le gault de Varennes-en-Argonne.

Bourgogne. — *Yonne*. Une résine fossile est assez abondante dans les grès verts du gault aux Buissons près Saint-Florentin (rétinite jaune rougeâtre, friable), ainsi qu'à Avrolles (jaune pâle).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. On a rencontré de la rétinite dans les marnes aptiennes de Sainte-Suzanne et de Costebarbe.

Alpes. — *Basses-Alpes*. Une rétinite se trouve également dans les environs de Forcalquier (Ongles, Sainte-Croix-à-Lauze, Montagne de Lure) et de Sisteron (Saint-Geniès-de-Dromont).

Vaucluse. Je citerai le gisement de Rustrel.

Cénomanien.

Anjou. —*Maine-et-Loire*. La résine abonde parfois en gros nodules dans les grès ; on peut citer à cet égard : Andard, Briollay (résine jaune opaque, analyse *b*), Plessis-Grammaire. M. Couffon m'a signalé en outre les gisements suivants : Saint-Georges-Chatelaison, Morannes, Le Couday, Macouard, Saint-Barthélemy (ferme des Petits Ambillons), landes de la forêt de Pontmenard, au nord de Judarveil sur la route de Châteauneuf-sur-Sarthe, moulin de Langerie, le Haut Vau, Soulaire, Saint-Saturnin près du château de Margas.

Maine. — *Sarthe*. Dans les grès des environs de la Suze : dans les argiles ligniteuses reposant sur le précambrien de la rive gauche de la

Sarthe, à l'ouest de Précigné, petits grains d'un jaune brunâtre, fragiles (Matte. *B. C. F.* XIX. 45. 1908).

Poitou. — *Vienne*. On a rencontré de la résine jaune de miel dans le lignite de la base des grès à Chenéché.

Bassin d'Aquitaine. — *Charente*. Une résine abonde en masses translucides d'un brun jaune, opaques, dans les grès et les argiles des environs d'Angoulêmes (Pont-du-Basseau, Petit-Bardin dans la plaine de Saint-Yrieix ; Rochine en Pontouvre, La Couronne). Aux Châteliers en les Adjots, elle se présente en gros fragments jaunes, opaques, avec veines rougeâtres transparentes; il faut encore citer Sireuil, Berland en Bourg-Charente.

Charente-Inférieure. Des blocs d'une résine jaune et opaque (par oxydation), atteignant la grosseur de la tête (collection du Muséum), peuvent être recueillis dans les lignites de l'île d'Enet près de l'île d'Aix; c'est avec Saint-Lon le gisement français le plus important.

Dordogne. Une résine fossile a été rencontrée dans les lignites du Sarladais.

Cévennes. — *Gard*. Dans le lignite de Mézerac en Saint-Paulet-de-Caisson, de Carsan, du Pin, des nodules de rétinite d'un jaune rougeâtre ou d'un brun jaune, à surface rugueuse, atteignent la grosseur d'un œuf.

Turonien.

Provence. — *Bouches-du-Rhône*. Une résine fossile a été trouvée dans les couches saumâtres des bords de l'Étang de Berre, et non loin de celui-ci, dans la Charbonnière des bois de la Mède en Châteauneuf-lès-Martigues.

Danien.

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. Leymerie a signalé (*Descr. géol. des Pyrénées de la Haute-Garonne*, 1881) de la rétinite dans les lignites de son garumnien aux environs de Salies-du-Salat.

Corbières. — *Aude*. Les grès d'Alet (aturien) renferment fréquemment une résine d'un jaune foncé, accompagnant le jayet à Sougraine.

C'est certainement du même gisement ou de gisements voisins que proviennent les échantillons étiquetés dans les collections : Bugarach, Rennes-les-Bains et aussi Soulatge : cette dernière localité est peu éloignée des précédentes, mais il ne se trouve pas de grès d'Alet à son voisinage.

Gisements crétacés d'âge précis incertain.

Landes. Le gisement français le plus remarquable à citer pour les résines fossiles se trouve à Saint-Lon, entre Dax et Peyrelade. Des blocs de résine translucide d'un brun rouge, très fragile, atteignant la grosseur de la tête (collection du Muséum), y ont été trouvés dans un lignite pyriteux [crétacé inférieur d'après Delbos (*Bassin de l'Adour*, 585), crétacé moyen d'après Raulin ; peut-être molasse helvétienne d'après M. Dollfus].

Du succin brun a été rencontré dans une recherche de lignite sur les bords de l'Estampon (à 1900 m. à l'ouest de l'église de Grauloux en Losse) ; ce lignite est quelquefois aussi imprégné d'une résine blanche (Lefebvre, *Ann. Mines.* IX. 258. 1836).

Congo. — C'est soit à l'albien, soit au cénomanien qu'il faut rapporter des grès riches en une résine jaune, translucide, et en empreintes végétales malheureusement indéterminables, se trouvant sur la côte à Bata. Cette résine, dont j'ai étudié de nombreux échantillons, est plus dure et plus résistante que celle des gisements français en général ; elle se rapproche à ce point de vue de l'ambre de la Baltique, mais elle ne donne pas d'acide succinique par distillation.

4° Dans les assises tertiaires.

Eocène.

Bassin de Paris. — Les résines fossiles sont assez abondantes dans les lignites de l'argile plastique sparnacienne; elles sont généralement très fragiles et souvent altérées par suite de la décomposition de la pyrite qui les accompagne. Voici quelques gisements dont j'ai étudié des échantillons.

Seine et Seine-et-Oise. Les gisements les plus anciennement connus, sont : Auteuil (C. A. Becquerel. *J. P.* LXXXIX. 239 et 308. 1819.), Passy, Meudon, Vaugirard. La résine de Meudon est jaune d'or et

translucide (analyse *e*), quand elle est intacte, mais devient opaque et blanchâtre par oxydation (analyse *f*).

Je dois à M. Fritel de beaux échantillons, d'un jaune d'or, transparents, trouvés récemment dans la carrière du moulin de la Roche à Arcueil.

Le point de fusion des rétinites de la région parisienne se rapproche de celui de la succinite de la Baltique.

Oise. Environs de Gisors (résine transparente) d'un beau jaune d'or, marais de Genvry et entre ce village et le bois d'Amy.

Seine-Inférieure. Mortagne en Incherville.

Eure. Noyers près Vesly, beaux échantillons translucides.

Aisne. Les lignites de Villers en Prayères ont fourni des échantillons d'une succinite, d'un brun souvent rougeâtre, de grandes dimensions (analyse *d*) ; environs de Soissons (Annois, Beaurieux. Homblières).

Flandre. — *Nord*. C'est au même niveau (landénien supérieur) que des résines ont été trouvées aux environs de Cambrai, à Dimont, à Berlaimont.

[*Belgique*]. Les argiles de l'éocène inférieur renferment quelques gisements de résine ; ils rappellent ceux du département du Nord. Succinite : Binche, Houdeng, Aimeries, Trahenières [Sur ce gisement très riche, voir Drapiez (*Ann. Soc. phys. Bruxelles*. I. 1819. 109], Laval-Trahegnies, Wommerson près Tirlemont, etc. Une résine plus friable que les précédentes et ne donnant pas d'acide succinique à la distillation (*retinellite*. Malaise. *Man. Minér.* 1893. 168) a été trouvée en rognons d'un jaune clair, verdâtres ou rougeâtres à Strepy-Bracquenies et à Sars-Longchamps.

Oligocène.

[**Alsace**]. — A Lobsann (Daubrée. *Descr. géol. Bas-Rhin* 1852. 427), des couches ligniteuses renferment de petits grains d'une résine jaune de miel ou brune, ne dépassant guère la grosseur d'un pois.

Miocène.

Alpes. — *Haute-Savoie*. La molasse aquitanienne des Allinges, près Thonon, renferme en abondance une résine jaune, translucide,

ou même transparente, qui a été décrite sous le nom d'*allingite* par M. Aweng (*Arch. Pharm.* 232. 1893). Cette résine, dont la densité est de 1,076, contient de l'azote et du soufre ; le bornéol et l'acide succinique font défaut: l'acide de la résine n'est pas identique à l'acide succinoabiétique.

RÉSINES SUBFOSSILES

On rencontre dans beaucoup de collections minéralogiques des échantillons, parfois volumineux et souvent transparents, de résines, dont la couleur varie du blanc jaunâtre au jaune foncé ; elles sont indiquées comme ambre du *Congo*, de *Madagascar*, ou de la *Nouvelle-Calédonie*.

Ces résines ne sont que subfossiles : elles fondent à une température plus basse que les précédentes (au-dessous de 140°) et leur composition est très voisine de celle de la résine de copal actuelle. Elles proviennent d'essences végétales vivant encore, conifères (résine de Kauri de la *Nouvelle-Calédonie*) ou césalpinées (résines de *Madagascar*, du *Gabon*, du *Congo*, de *Loango*, etc.).

Ces résines se sont répandues à terre, y ont été enfouies pendant un temps souvent fort long, puis ont été ensuite arrachées par les eaux courantes et charriées par les cours d'eau.

Tel est le cas en particulier de beaux échantillons d'une résine jaune clair provenant de la région de Brazzaville au *Congo*, et dont la collection du Muséum est redevable à M. L. Fourneau. Le Congo portugais a fourni au commerce une quantité de matière assez considérable de résine de même nature, recherchée pour la fabrication des vernis.

THÉLOTITE

Le *boghead* est une roche schisteuse, noire, compacte, élastique, à cassure conchoïde brillante, beaucoup plus riche en produits volatils que les charbons; d'après les études de B. Renault et de M. E. Bertrand, il est constitué essentiellement par des thalles[1] d'algues

1. Ceux-ci étant constitués par de la gélose, M. C. Eg. Bertrand appelle les bogheads les charbons gélosiques. Le *cannel-coal* est constitué par des spores et des sporanges de cryptogames vasculaires et des grains de pollen de gymnospermes.

(*Pila hibractensis*) noyés dans une masse brune, que B. Renault a appelée *thélotite* (*Bull. soc. sc. nat. Autun.* V. 193 et *Bull. indust. min. Saint-Étienne* IV. 2. 1892). Celle-ci est noire, vitreuse quand on l'observe en masse, transparente en lames minces, et alors d'un brun rouge ou jaune foncé; elle est insoluble dans l'alcool, l'éther, l'essence de térébenthine.

La thélotite forme dans le boghead de petites masses, des veinules; elle est difficilement rayée par l'acier; elle imprègne la roche, enveloppe et colore les thalles. Peut-être faut-il la rapprocher du groupe des résines et en particulier de la *bathvillite* se trouvant dans le boghead (torbanite) de Torbane Hill en Écosse.

Le boghead renferme des concrétions siliceuses, dans lesquelles la thélotite est gonflée, altérée ; elle est d'un brun acajou ou de couleur terre de Sienne, elle peut alors fondre avant de brûler. Elle s'observe aussi dans les parties les plus foncées des schistes bitumineux sous forme de minces lentilles horizontales.

Par distillation du boghead, on en extrait des gaz (environ 5 %), des huiles (de 4 à 15 %), de la paraffine et enfin de l'eau ammoniacale (3,15 %). L'huile de schiste brute a une densité de 0,87 à 0,9; elle renferme des carbures saturés (C^nH^{2n+2}), des carbures non saturés (C^nH^{2n}, C^nH^{2n-6}, C^nH^{2n-2}). Les carbures non saturés (C^nH^{2n}) distillent surtout entre 80° et 350° C. Le goudron, que laisse cette distillation, est noir, visqueux, il renferme des phénols, des bases pyridiques et des produits sulfureux.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Le bassin d'Autun renferme d'importants gisements de boghead et de schistes bitumineux, d'âge permien, activement exploités dans les concessions de Millery, Surmoulin, Margenne, Ravelon, et se trouve dans de nombreuses localités du voisinage : les Thélots (Télots), l'Orme, etc. Le minerai est distillé pour l'extraction de l'huile de schiste.

Allier. Des gisements analogues, surtout riches en schistes bitumineux, se trouvent à Buxière-la-Grue et à Saint-Hilaire.

COMBUSTIBLES FOSSILES

Les combustibles fossiles résultent de la décomposition, sous une action microbienne, de végétaux d'âge géologique varié ; ils dérivent par conséquent plus au moins directement de la cellulose $(C^6H^{10}O^5)^x$, qui constitue les organes de soutien de toutes les plantes; celle-ci a perdu de l'hydrogène et de l'oxygène au cours de la fermentation et le résidu s'est ainsi enrichi en carbone.

Par l'intermédiaire des *lignites* et des *houilles*, il existe une série continue, s'étendant de la *tourbe*, dont la composition est voisine de celle des végétaux vivants, jusqu'à l'*anthracite*, presqu'entièrement constitué par du carbone.

L'étude micrographique a permis à divers savants et notamment à Bernard Renault et à M. C. Eg. Bertrand de préciser, dans bien des cas, la nature des végétaux entrant dans la constitution de combustibles dont la structure organisée n'est plus apparente à l'œil nu et de suivre les transformations successives que ces végétaux ont subies du fait de la fermentation microbienne. Ces micrographes ont ainsi jeté un jour très vif sur la genèse des combustibles fossiles en général. Ces diverses questions sortant du cadre de cet ouvrage, aussi bien que la discussion des théories proposées pour expliquer l'énorme accumulation de végétaux dans des bassins limités, je me contenterai de cette simple indication.

Les combustibles fossiles peuvent être distingués les uns des autres grâce à leurs caractères morphologiques, mais surtout par leur constitution chimique dont dépendent leurs propriétés calorifiques et par suite leur intérêt économique. Je les passerai en revue dans l'ordre décroissant de leur teneur en carbone.

Tous ces combustibles présentent la caractéristique commune d'être complètement solubles au-dessous de 100° dans un mélange de chlorate de potassium et d'acide azotique ; ils se transforment alors en acides bruns (Berthelot).

Les carbures et les autres produits mis en liberté par la distillation des combustibles ne préexistent pas dans ceux-ci ; ils ne peuvent en

effet en être extraits par leurs dissolvants habituels. Ils prennent naissance au cours de cette distillation, qui est destructrice.

COKÉITE

La distillation à l'air libre ou en vase clos de la houille et de l'anthracite leur fait perdre des produits volatils et les transforme en *coke*, uniquement constitué par du carbone et par le résidu minéral qui, après la combustion du coke, forme les cendres.

Le coke offre différents aspects suivant la nature du combustible aux dépens duquel il a été fait et suivant les conditions physiques dans lesquelles s'est effectuée la distillation : ces aspects constituent l'une des caractéristiques différentielles des combustibles (voir le tableau de la p. 652). Dans un grand nombre de cas, le coke est une substance poreuse légère, sonore, d'un gris de fer plus ou moins brillant ; il brûle sans odeur, ni fumée.

Je désigne sous le nom de *cokéite* celui qui est formé par des procédés géologiques naturels. La cokéite est souvent plus compacte que le coke fabriqué dans l'industrie.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La *cokéite* se produit dans trois conditions différentes.

On l'a observée dans des portions de couches de houille ou d'anthracite en contact avec des filons de roches éruptives ; la distillation du combustible a été dans ce cas déterminée par l'action calorifique du magma, au moment de sa mise en place. M. Fayol a signalé (*Bull. indust. minér. Saint-Étienne*, Livre I, 49. 1887) des exemples de ce fait dans les mines de Commentry (*Allier*) au contact d'une *porphyrite* (*dioritine*) : cette cokéite ressemble à la houille longtemps calcinée par les incendies souterrains ; elle ne dégage plus de gaz, elle est difficile à enflammer : dans d'autres cas, elle est fondue.

Des phénomènes de distillation plus ou moins avancés de houille s'observent aussi parfois (notamment dans le bassin d'Autun) au voisinage d'accidents tectoniques (failles, etc.).

Enfin et surtout, la cokéite se produit dans les incendies spontanés des gisements de houille (voir à *salmiac*). J'ai examiné des échantillons formés par ce processus et provenant en particulier de Cransac, de Decazeville (*Aveyron*), de Commentry (*Allier*), de La Mure (*Isère*).

ANTHRACITE

L'anthracite possède une cassure conchoïde, un éclat résineux, un peu métalloïde ; sa couleur rappelle celle de l'encre de Chine. Sa poussière est noire ; il est fragile.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 1,2 à 1,7.

Composition chimique. La caractéristique différentielle avec la houille réside dans la plus grande richesse en carbone et, par suite, dans la pauvreté en produits volatils. On trouvera page 652 des indications sur la composition centésimale.

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau ; brûle avec une flamme courte. Dans le tube, dégage un peu d'eau, mais peu d'huiles volatiles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

A l'inverse des autres combustibles fossiles, l'anthracite ne se rencontre pas exclusivement en amas stratifiés dans les terrains sédimentaires ; on le trouve aussi dans des gisements métallifères, dans des veinules de calcite secondaire des terrains sédimentaires, etc.

1° *Dans les assises sédimentaires.*

Carbonifère.

Dinantien (Culm).

Maine. — L'anthracite, passant parfois à la houille maigre anthraciteuse, est le combustible du bassin du Maine.

Mayenne. Le Genest, Montigné, et les concessions suivantes non exploitées : La Bazouge-de-Chéméré, Bazougers, la Chaumière et les Bordeaux, Épineux-le-Séguin, Gomer, Linières et la Cigotière, l'Huisserie, Varennes.

Sarthe. Brûlon, Solesmes, Viré, Monfrou, Poillé, La Promenade, Sablé, cette dernière concession a été seule exploitée en 1909.

Plateau Central. — *Loire.* Dans le Roannais : La Bruyère, Bully et Fragny, Charbonnières, Combres, Le Désert, Lay, et enfin Régny.

Rhône. Crocomby.

Westphalien.

Flandre. — *Nord.* Les houilles maigres du bassin du Nord passent parfois à l'anthracite ; tel est le cas de celles de Vicoigne (8 °/₀ de matières volatiles), du nord d'Anzin, du nord d'Aniche, de Flines les-Raches (8 à 10 °/₀), d'Ostricourt (9 à 10 °/₀).

Alpes. — *Hautes-Alpes*. La Benoite, Chamandrin, Chanteloube, Combarine, Le Grand-Villard, Saint-Jacques, Saint-Jean, Pierre Grosse, Gagniare, les Congres, Le Fressinet, etc. Une partie au moins de ces gisements du Briançonnais sont à rapporter au westphalien.

Stéphanien.

C'est au stéphanien que se rapportent le plus grand nombre des gisements français d'anthracite et certains bassins houillers ne fournissent même que cette catégorie de combustibles. Voici les principaux gisements concédés à citer :

Plateau Central. — *Allier*. Deneuille.

Saône-et-Loire. Dans le bassin de Blanzy : les concessions réunies suivantes : Theurée-Maillot, les Badeaux, Perrecy-les-Forges.

Puy-de-Dôme. Charbonnier (8 à 10 °/₀ de matières volatiles), Messeix.

Gard. Certaines couches profondes de la Grand-Combe, Cessous et Comberedonde (7 à 8 °/₀).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Ibantelly.

Alpes. — La plupart des gisements houillers des Alpes françaises ne fournissent que de l'anthracite.

Haute-Savoie. Le Coupeau, les Vouavres.

Savoie. Arèches et Fontanus, Sordière, Bernard-la-Serraz, la Buffaz, Le Charmaix, La Clapière, Côte-Velin, Gorge-Noire, Plan d'Arc ; Champdernier, La Visard, Les Corbières, Saussaz-Châtelard, les Roches, Le Genevret, etc.

Isère. Mines de la Mure (La Grande Draye, le Châtelard, Les Béthoux Peychagnard, Les Chuzins), Laffrey, La Boutière, Pierre-Chatel et Saint-Théoffrey, Ternay, etc.

Var. Le Biançon, Les Vaux, Les Vernatelles.

Corse. Osani.

Jurassique.

Rhétien.

Tonkin. — On verra page 659 que les houilles du Tonkin sont anthraciteuses et que parmi elles il s'en trouve, qu'on peut véritablement rapporter à l'anthracite.

Crétacé.

Nouvelle-Calédonie. — On trouvera page 660 des renseignements sur les bassins houillers du crétacé supérieur ; le type de combustible

qui paraît y dominer, est l'anthracite, à éclat brillant ; tel est le cas dans le bassin de Nouméa (Mont-Dore et baie de Boulari), des couches Levat et Betchel à Moindou et enfin du bassin de Voh. Des analyses ont été données par M. Glasser (*A. M.* V. 555. 1904).

2° *Dans les veines de calcite des terrains sédimentaires et dans les gisements métalliques.*

L'anthracite de ce genre de gisement forme des fragments anguleux ou de petits nodules arrondis, à éclat extrêmement brillant.

On les rencontre dans les fentes de schistes carburés, à Lez près Saint-Béat (*Haute-Garonne*) par exemple, et plus souvent dans des calcaires : paléozoïques, entre Thuès et Canaveilles (*Pyrénées-Orientales*), à Tokoto (*Soudan*), dans la coquille des goniatites du westphalien du bassin du *Nord* ; jurassiques, Laffrey (*Isère*) ; crétacés, Maisonave, entre Orthez et Bayonne (*Basses-Pyrénées*), etc.

De petits fragments anguleux d'anthracite incrustés de calcite ont été trouvés dans les gisements ferrifères de Privas (*Ardèche*).

HOUILLES

Les houilles sont d'un noir de velours, leur éclat est résineux et vitreux ; la rayure est noire, elles prennent souvent des irisations superficielles. La densité, variable avec la teneur en matières volatiles, est de 1,25 (houilles sèches) à 1,35 (houilles maigres) ; la dureté de 2 à 2,5.

Elles sont fragiles, leur structure est compacte, parfois rubanée ou schisteuse ; elles se divisent souvent en lames, en feuillets dans la direction des strates, alors que dans les autres directions, la cassure est conchoïde ou inégale. D'autres fois, elles se divisent en solides polyédriques, par suite d'un retrait. On observe aussi des solides à formes bizarres limités par des surfaces lisses et brillantes, dues à des glissements ou à des compressions.

Grâce à l'existence de restes macroscopiques de débris de plantes, l'origine végétale est souvent mise en évidence, sans qu'il soit nécessaire de faire usage du microscope.

Les gisements houillers renferment parfois une substance pulvérulente ou tendre, terne, tachant les doigts, désignée sous le nom de *fusain* ; elle est constituée par du bois à peine transformé par carbonisation, et ayant l'aspect du charbon de bois et notamment de celui de fusain.

Composition chimique. La classification des houilles peut être basée sur leur composition et par suite sur leurs propriétés industrielles : les tableaux suivants, empruntés à l'*Atlas général des houillères* de MM. E. Gruner et Bousquet (1909), résument leurs principales caractéristiques ; les nombres, qui y figurent, se rapportent au cas où l'on a déduit les cendres (dues à des impuretés), la pyrite, souvent abondante, et aussi l'humidité, dont les proportions, fort variables, ont une très grande influence sur la valeur économique du combustible.

	COKE	MATIÈRES VOLATILES	NATURE DU COKE	POUVOIR CALORIFIQUE RÉEL	POUVOIR CALORIFIQUE INDUSTRIEL
	p. %	p. %		Calories	kg. d'eau à 0°, vapor. à 112° par kg. de houille.
1. Houilles sèches à longue flamme..	55 à 60	45 à 40	Pulvér. ou légèr. fritté	8000 à 8500	6,70 à 7,50
2. Houilles grasses à longue flamme.	60 à 68	42 à 32	Comp[t] aggloméré, et génér. fondu.	8500 à 8800	7,60 à 8,30
3. Houilles grasses *str. sens*	68 à 74	32 à 26	Fondu et + ou — boursouflé.	8800 à 9300	8,40 à 9,20
4. Houilles grasses à courte flamme.	74 à 82	26 à 18	Fondu, compact.	9300 à 9600	9,20 à 10
5. Houilles maigres anthraciteuses...	82 à 90	18 à 10	Légér. fritté, le plus souv. pulvérulent.	9200 à 9500	9 à 9,50
6. Anthracites.....	90 à 92	10 à 8	Pulvér., décrépite souv.	9000 à 9200	9

	C	H	O + Az	$\frac{O+Az}{H}$
1. Houilles sèches à longue flamme...	75 à 80	5,5 à 4,5	19,5 à 15,5	4 à 3
2. Houilles grasses à longue flamme..	80 à 85	5,8 à 5,0	14,2 à 10,0	3 à 2
3. Houilles grasses, *str.sens*	84 à 89	5,0 à 5,5	11,0 à 5,5	2 à 1
4. Houilles grasses à courte flamme...	88 à 91	5,5 à 4,5	6,5 à 4,5	1 env.
5. Houilles maigres, anthraciteuses....	90 à 93	4,5 à 4,0	5,5 à 3,0	< 1
6. Anthracites.....	93 à 95	4,0 à 2,0	3,0 à 2,0	1 à 0,5

M. Ad. Carnot a publié (*A. M.* XVI. 424. 1879) le résultat de 700 analyses de combustibles français effectuées au bureau d'essai de l'École des Mines de 1845 à 1879 ; il a donné pour chacun d'eux le carbone fixe, les matières volatiles, les cendres, la nature du coke, et parfois le pouvoir calorifique.

Voici en outre le tableau de concordance des dénominations industrielles des diverses qualités de houille dans différents pays voisins du nôtre.

	France	*Belgique*	*Angleterre*	*Allemagne*
1. Houilles sèches à longue flamme.	Houilles flambantes	Flénus secs	Splint-coal	Sandkohle ou Magerkohle
2. Houilles grasses à longue flamme...	Charbons à gaz Charbons de forge	Flénus gras ou Mons	Cherry-coal	Sinterkohle
3. Houilles grasses, *str. sens*.....	(Houilles maréchales)		Caking- coal	Backkohle ou Fettkohle
4. Houilles grasses à courte flamme.	Charbons à coke	Charbons durs ou Charleroi	Steam-coal (Cardiff).	
5. Houilles maigres ou anthraciteuses	»			Anthracit ou
6. Anthracites.....	»		Swansea	Magerkohle

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

A de rares exceptions près, les gisements houillers métropolitains se trouvent dans le carbonifère, alors que la plus grande partie des gisements coloniaux appartiennent au jurassique ou au crétacé

1° *Dans les assises carbonifères.*

Les renseignements consignés plus loin résultent de la coordination des indications données par MM. E. Gruner et Bousquet dans l'Atlas du *Comité des houillères de France*, et de celles fournies par l'*Annuaire* de ce Comité pour la même année, avec quelques modifications récentes qu'a bien voulu me signaler M. R. Zeiller. Il m'a paru préférable de donner le nom des concessions, plutôt que celui des villes ou villages auprès desquels se trouvent les gisements.

Au point de vue des qualités de houilles, les gisements français les présentent toutes, mais inégalement réparties suivant les bassins, ou dans l'étendue d'un même bassin.

Les *houilles anthraciteuses* sont surtout exploitées dans les couches de la région septentrionale du Nord et du Pas-de-Calais et à la base des bassins de la Loire, du Creusot, de Blanzy, du Gard, etc.

Les charbons à vapeur ou *houilles demi-grasses* abondent particulièrement dans le Nord et le Pas-de-Calais, dans le système inférieur de Saint-Étienne (Méons, Roche-la-Molière), dans le Gard, etc.

Les charbons à coke et à gaz ou *houilles grasses*, représentés dans le bassin du Nord, abondent dans ceux du Pas-de-Calais, de la Loire et du Gard.

Les *houilles sèches à longue flamme* sont surtout exploitées à Blanzy et dans l'Allier.

Au point de vue de l'âge, les assises houillères de France continentale sont à rapporter au carbonifère inférieur (*dinantien*), moyen (*westphalien*) ou supérieur (*stéphanien*).

Dinantien (Culm).

Basse-Loire. — *Loire Inférieure et Maine-et-Loire.* Le bassin de la Basse-Loire comprend une série de gisements, se trouvant dans la *Loire-Inférieure* et appartenant au culm supérieur, d'après les études botaniques de M. E. d. Bureau : Languin, Montrelais, Mouzeil, Les Touches, situés dans le *Maine-et-Loire* : Le Désert, Montjean, Saint-Georges-sur-Loire, St-Germain-des-Prés, Saint-Lambert et St-Aubin.

Le combustible le plus commun est la houille maigre anthraciteuse, 12 à 15 % de matières volatiles, et exceptionnellement la houille grasse à courte flamme.

Vendée. — Les petits bassins houillers de la Vendée donnent de la houille grasse à courte flamme à 22 % de matières volatiles.

Vendée. Bassin de Faymoreau (Faymoreau, La Boufferie, etc.)

Deux-Sèvres. Saint-Laurs.

Westphalien.

Bassins du Nord et du Pas-de-Calais. — Les gisements westphaliens français se trouvent presque exclusivement dans les bassins du Nord et du Pas-de-Calais, qui constituent actuellement le centre le plus important de production de la houille en France (deux tiers de la production totale). Des divisions chronologiques, basées sur l'étude paléontologique faite par MM. Boulay, Zeiller, Barrois, Bertrand, coïncident souvent avec les divisions établies sur la composition chimique. On les classe généralement de la façon suivante, en allant de haut en bas, les charbons étant de plus en plus pauvres en produits volatils, à mesure que l'on descend dans la profondeur et que l'on se dirige du sud vers le nord à travers les bassins.

1° *Zone des charbons à gaz* (flénus) ou *zone de Bully-Grenay* : sud-ouest du bassin (Bruay, Marles, Liévin, Bully-Grenay, etc.) ;

2° *Zone des charbons gras ou de Denain* : Centre et Nord-Ouest du bassin (Lens, Courrières) ;

3° *Zone des charbons demi-gras ou d'Anzin* : Centre du bassin (Anzin, Aniche, L'Escarpelle, Meurchin) ;

4° *Zone des charbons maigres*: Nord-Est du bassin (Fresnes, Vieux-Condé, Vicoigne, Anzin, Aniche, Carvin, etc.).

Le bassin du Boulonnais représente la terminaison occidentale de celui du Pas-de-Calais et du Nord; celui-ci se prolonge d'autre part en [*Belgique*] vers Mons, Charleroi, Liège, etc. Les concessions vont être énumérées dans ce bassin en allant à peu près de l'ouest vers l'est.

Pas-de-Calais. Le bassin du Boulonnais comprend les concessions de Ferques, Fiennes, Hardinghen.

Le grand bassin du Pas-de-Calais commence par les concessions de Fléchinelle et d'Auchy-au-Bois (houilles grasses, 26 à 32 °/₀ de matières volatiles), Ferfay, (houille grasse, 25 à 30 °/₀), Marles, Camblain, Chatelain, Beugin, Bruay (flénus, 35 à 40 °/₀), Vendin, Fresnicourt, Noeux (depuis 10 jusqu'à 35 °/₀), Gouy-Servins, Vimy-Fresnoy, Bully-Grenay, Ablain-Saint-Nazaire, Liévin (h. grasse, 28 à 32 °/₀), Lens (12 à 32 °/₀), Meurchin (de 12 à 14 °/₀), Courrières (12 à 32 °/₀), Ostricourt (10 à 15 °/₀) Courcelles-les-Lens, Drocourt (h. grasse), Dourges (16 à 30 °/₀), Carvin (h. maigre).

Nord. L'Escarpelle (10 à 30, °/₀), Aniche (8 à 30 °/₀), Azincourt (h. à courte flamme 24 à 26 °/₀), Hasnon, Anzin (10 à 34 °/₀), Douchy (h. à courte flamme, 22 à 26 °/₀), Denain, Vicoigne, Raismes, Marly près Valenciennes, Château-l'Abbaye, Bruille, Odomez, Fresnes, Saint-Saulve, Crespin, Thivencelles et Saint-Aybert, Vieux-Condé.

Lorraine. — [*Lorraine*]. A citer ici le bassin houiller de Sarrebrück, dont les nombreuses couches sont activement exploitées.

Meurthe-et-Moselle. De récents sondages, effectués aux environs de Pont-à-Mousson (Dombasle, Bois-Greney, Atton, Eply, etc.), ont fait découvrir, sous le jurassique superficiel, le prolongement souterrain du bassin de Sarrebrück ; il n'a pour l'instant qu'un intérêt théorique. M. Zeiller a montré par l'étude de la flore (*C. R.* CXLIV. 1137. 1907), que les couches rencontrées à des profondeurs variables (900 m. à Atton ; 1100 à 1400m. à Pont-à-Mousson), appartiennent à divers niveaux du westphalien.

Vendée. — *Vendée.* Bassin du Vouvant.

Stéphanien.

Le plus grand nombre des bassins houillers français appartiennent au stéphanien. Les assises stéphaniennes ont été classées d'après leur

flore en un certain nombre de zones, dont voici l'énumération (de haut en bas) d'après M. Grand'Eury et d'après des indications complémentaires que je dois à M. R. Zeiller.

1° *Zone des Calamodendrées* : Saint-Étienne (sommet) ; — Saint-Bérain, Montchanin, Longpendu, Montmaillot, Blanzy, Montceau ; Sully, Grand Moloy ; — Sainte-Foy-l'Argentière ; — Commentry, Buxière-la-Grue ; — Decazeville ; — Bassin du Var ; — Littry.

2° *Zone de passage* : Decize ; ; — Bourganeuf ; — Ahun ; — Saint-Pierre-la-Cour.

3° *Zone des Filicacées* : Saint-Étienne (moyen) ; — Champagnac ; — Argentat ; — Cublac ; — Decazeville (base) — Champclauson.

4° *Zone des Cordaïtées* : Saint-Étienne (base) ; — Saint-Chamond ; — Brassac ; — La Mothe ; — Langeac ; — Longpendu ; — La Chapelle-sous-Dun ; — le Montet ; — Saint-Eloy ; — La Grand-Combe ; — Portes.

5° *Zone des Cévennes* : Ronchamp ; — Graissessac ; — Épinac ; — Carmaux ; — Bessèges ; — Prades ; — La Mure.

6° *Zone de Rive-de-Gier* : Saint-Perdoux.

Dans l'énumération qui suit, les gisements houillers sont passés en revue en allant à peu près du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest.

Normandie. — A signaler les deux petits bassins de Littry (*Calvados*) et du Plessis (*Manche*).

Maine et Anjou. — Saint-Pierre-la-Cour (*Mayenne*). Doué-la-Fontaine (houille grasse à 38 0/0) (*Maine-et-Loire*).

Vosges. — *Haute-Saône*. Les mines de Ronchamp (Ronchamp et Eboulet) fournissent des houilles grasses.

[**Alsace**]. — Bassin de Saint-Hippolyte et de Villé.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. A l'inverse des autres sondages, dont il est question à la page précédente, celui d'Abaucourt, près Pont-à-Mousson, a fait rencontrer de la houille stéphanienne.

Plateau Central. — De très nombreux bassins houillers, les uns de minime importance, les autres, d'une très grande valeur, comme ceux de la Loire, se trouvent à l'intérieur du plateau central ou sont distribués sur son pourtour.

Côte-d'Or. Aubigny-La-Ronce.

Saône-et-Loire. Bassin d'Épinac (Épinac, Sully) ; bassin de Blanzy et du Creusot, les types de combustibles sont les houilles sèches à longue flamme et surtout les houilles maigres anthraciteuses et même l'anthracite : Blanzy-Montceau, le Creusot (h. maigre et mi-grasse), Les Fauches, Montchanin et Longpendu (h. à longue flamme), Saint-Bérain, Le Ragny) et, au sud-ouest du département, le petit bassin de la Chapelle-sous-Dun et des Moquets (h. sèche à longue flamme à 34 °/° de matières volatiles).

Allier. Buxières-la-Grue (h. sèche à longue flamme) ; Fins et Noyant (h. grasse, 28 à 34 °/₀) ; Bézenet (h. grasse, 28 à 30 °/₀) ; Doyet (h. grasse, 28 à 32 °/₀) ; Commentry, Montvicq (h. grasse à longue flamme) ; les Ferrières ; Le Marais et Les Biolles (h. grasse, 30 à 33 °/₀), Saint-Hilaire (h. maigre à longue flamme).

Nièvre. Decize (h. à longue flamme).

Creuse. Ahun, Bosmoreau (h. maigre anthraciteuse).

Corrèze. Argentat, Cublac, Lapleau (h. à 18 °/₀), Saint-Bonnet-La-Rivière.

Puy-de-Dôme. Bassin de Saint-Éloy (La Bouble, La Roche et la Vernade) (h. grasse 36 à 40 °/₀) : bassin de Saint-Gervais-d'Auvergne ; bassin de Brassac (Celle et La Combelle) (h. maigre), de Singles, etc.

Haute-Loire. Mines de Marsanges et de Chadernac ; Le Grosmenil (h. maigre anthraciteuse, 16 à 18 °/₀) ; La Taupe (h. grasse à courte flamme, 21 à 23 °/₀).

Cantal. Bassin houiller de Champagnac (Lagraille et Montgroux, Lempret, Madic, Prodelles) (h. grasse, 32 °/₀, à coke h. à 25 °/₀).

Loire. Le bassin houiller de la Loire, pendant longtemps le plus productif de France, se divise en deux parties, le bassin de St-Étienne à l'ouest et celui de Rive-de-Gier à l'est, se prolongeant dans le Rhône.

A citer dans le bassin de Saint-Étienne : les mines de Saint-Étienne [La Roche, Méons, Le Treuil, Bérard, Chaney, Terrenoire, Ronzy, Reveux, Côte Thiollière (h. mi-grasse et grasse)] ; les mines de La Talaudière-Chazotte (h. maigre anthraciteuse) ; mines de Montrambert et de la Béraudière (h. grasse à longue flamme, 30 à 35 °/₀), de Janon Terrenoire (h. grasse 25 à 28 °/₀) ; mines de la Loire (La Chana, Villars, Le Cluzel, Quartier-Gaillard, Beaubrun, Dourdel et Montsalson (h. grasse, 25 à 35 °/₀) ; Roche-la-Molière et Firminy (h. grasse, 17 à 29 °/₀, et 30 à 40), Unieux et Fraisse, etc.

Dans le bassin de Rive-de-Gier, les mines de la Péronnière (La Péronnière, Comberigol, Plat-de-Gier) (h. maigre) ; le Reclus (h. grasse à courte flamme, 22 °/₀) ; les mines de la Haute-Cappe (La Cappe, Collenon, Corbeyre) (h. grasse à courte flamme) ; La Montagne-du-Feu, Grand'Croix, Le Martoret, Mouillon, Combe-Plaine, Tartaras et Saint-Jean-de-Toulas.

En résumé, on rencontre dans la Loire : 1° des charbons à gaz ; parties sud-est et sud-ouest du bassin de Saint-Étienne (Firminy, Montrambert, La Béraudière) et vers l'extrémité orientale de celui de Rive-de-Gier (épuisé) ; 2° des charbons de forge au centre du bassin de Rive-de-Gier et de la plus grande partie de celui de Saint-Étienne ; c'est le type prédominant ; 3° du charbon à coke à Grand'Croix, Méons, Roche-la-Molière, etc., enfin 4° des charbons maigres : partie de Grand'Croix voisine de Saint-Chamond, aux Sorbiers au nord de Saint-Étienne et dans les couches les plus profondes de la Chazotte, de Méons et de Reveux. Les charbons de la Loire renferment en moyenne de 0,5 à 1,5 de soufre.

Rhône. Sur le prolongement des gisements précédents, Saint-Romain-en-Gier, Givors et Saint-Martin-de-Cornas ; puis, au nord des précédents, le bassin de Saint-Foy-l'Argentière, et plus au nord encore les gisements du Roannais.

Dordogne. Le Lardin.

Aveyron. Bassin d'Aubin-Decazeville : Auzits, Bouquiès et Cahuac, Combes, Cransac, Latapie et Saint-Santin, Decazeville, Rulhe-Négrin (h. grasse à longue flamme, etc.). Les concessions de La Vernhe et du Mazel (mines de Campagnac) fournissent un charbon à longue flamme (à 34 °/₀ de matières volatiles).

Tarn. Albi, Carmaux (h. grasse).

Gard. Cette région renferme tous les types de houille, présentant généralement décroissance de la teneur en matières volatiles avec la profondeur. Les mines de la Grand-Combe (La Grand-Combe, Champclauson, La Levade et la Touche, L'Affenadou, Saint-Jean-de-Valériscle, Trescol et Pluzor) fournissent des charbons gras et des charbons maigres. A citer les mines de Bessèges (h. grasse et maigre), celles du Nord d'Alais (Saint-Martin-de-Valgalgues) (h. maigre, 12 à 16 °/₀) ; Pigère et Mazel (h. grasse, 28 à 32 °/₀) ; Lalle (h. grasse à 28 °/₀) ; Portes et Sénéchas (h. maigre 13 à 14 et 17 à 18 °/₀) ; Rochebelle et Cendras (h. maigre ou demi-grasse) ; Saint-Germain-Alais, Les Salles-de-Gagnières, Trélys et Palmesalade, etc.

Ardèche. Jaujac, Montgros, Prades-et-Nieigles, Sallefermouse.

Corbières. — *Aude.* Durban, Ségure.

Hérault. Les mines de Graissessac (Bousquet d'Orb, Boussagues, Le Devois, La Tour-sur-Orb, Saint-Gervais, Saint-Geniès-de-Varensal, Castanet-le-Haut) fournissent des houilles anthraciteuses.

Esterel. — *Var.* Auriasque, Boson, Fréjus, La Magdelaine, La Chapelle, l'Eygoutier.

Alpes. — *Alpes-Maritimes.* Boyère, Carros, Pourraciers.

Madagascar. — M. Colcanap a découvert récemment de la houille carbonifère ou au plus permienne au sud de Tuléar : au sud du Mangoky près de la rive gauche de son affluent le Beandry et dans trois gisements s'échelonnant sur 10 km. au nord du Mangoky sur la rive droite de son affluent l'Imatolo près de Bemafatoy, de Ambohibato et de Morahariva.

2° *Dans les assises permiennes.*

Plateau central. — *Allier.* La houille de Bert et de Montcombroux est autunienne.

3° *Dans les assises triasiques.*

Lorraine. — *Vosges.* Les houilles pyriteuses de Norroy, Saint-Menge, Suriauville, La Vacheresse appartiennent au keuper.

Haute-Saône et Doubs. Il en est de même, à Corcelles et Gouhenans, Melcey, Vy-les-Lures et enfin à Gemonval (en partie dans le *Doubs*) ; à Corcelles, les couches de houille pyriteuse sont associées à du gypse.

4° *Dans les assises jurassiques.*

Tonkin. — Des gisements houillers sont exploités dans le rhétien ; ils constituent une large bande, à peu près parallèle à la côte ; s'étendant depuis Sept-Pagodes à l'ouest jusqu'à l'île de Ké-bao à l'est. Il existe trois bassins principaux. Celui de Hongay, le plus important, est dans la province de Quang-Yen (concessions de Hatou, de Nagotna et de Campha). Le second bassin est celui de Dong-Trieu (province de Haï-Duong) et le troisième celui de Ké-bao.

Les charbons du Tonkin appartiennent au groupe des *houilles maigres anthraciteuses* ; elles ont un éclat très brillant, sont assez dures, mais très fragiles, ce qui en restreint l'emploi. (Voir pour analyses : Dupouy. *Minéraux et minerais du Tonkin*, 1909, p. 24.)

Madagascar. — Les gisements de la baie d'Ampasindava et de Nosy bé, qui appartiennent au lias supérieur, renferment surtout des lignites, parmi lesquels se trouvent quelques termes de passage aux *houilles sèches* (notamment entre Marotony et Ampasimena).

3° *Dans les assises crétacées.*

Nouvelle-Calédonie. — L'âge des charbons de cette île a été beaucoup discuté, mais il semble qu'il faille définitivement le rapporter au crétacé supérieur (Glasser. *A. M.* V. 555. 1904). Il y a lieu de signaler les bassins de Nouméa, de Moindou, de Poya et une série de petits bassins isolés, dont le plus important est celui de Voh.

Les charbons de Moindou sont des *houilles grasses à longue flamme*, passant à la *houille sèche* ; il existe quelques *houilles grasses à courte flamme* (gisements des Portes-de-Fer et de Nondoué dans le bassin de Nouméa), mais la plus grande partie des gisements ne fournissent que de l'*anthracite*.

LIGNITES

Les lignites possèdent des aspects et des structures variés.

Alex. Brongniart a donné le nom de *lignite piciforme* (pechkohle) aux variétés compactes d'un noir luisant, à cassure conchoïdale et à aspect de poix, rappelant parfois la houille.

Le *jayet* en est une variété, particulièrement homogène, susceptible d'un beau poli (densité 1,26 à 1,30) et employée parfois pour cela en joaillerie (voir à *Provence* et *Aude*).

D'autres types de lignite sont ternes, plus ou moins schisteux ou friables, avec une structure ligneuse plus ou moins apparente (*bois fossile*) ; enfin il existe des lignites terreux, dont une variété, d'un brun clair douce au toucher, constitue la *terre d'Ombre*.

Toutes les variétés de lignite ont la poussière brune.

Densité. La densité varie de 0,5 à 1,30.

Composition chimique et diagnostic. Les lignites se distinguent des houilles par la plus grande quantité de matières volatiles qu'ils fournissent par distillation (50 à 75 °/₀), en laissant, non pas du coke, mais une sorte de braise, qui continue à brûler même quand la flamme est éteinte ; elle conserve la forme des morceaux expérimentés. Le lignite

s'allume facilement et brûle avec flamme, fumée noire et odeur bitumineuse.

La composition centésimale varie dans les limites suivantes : C 75 à 55 °/₀ ; H 2,5 à 5,7 ; O+Az 17,5 à 36 °/₀. Les lignites sont plus ou moins pyriteux.

A l'inverse des houilles et des anthracites, les lignites colorent en brun une solution de potasse ; ils se dissolvent dans l'acide azotique et dans les hypochlorites.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Depuis le début de l'ère secondaire, le lignite se rencontre, soit comme accident, soit sous forme de couches plus ou moins puissantes dans un grand nombre de formations lagunaires ou d'eau douce ; mais, ces gisements sont surtout abondants à partir du crétacé moyen.

En raison du peu d'intérêt minéralogique de ce produit, je me contenterai d'énumérer, comme exemples, une série de gisements d'âge varié, en me restreignant à ceux ayant un intérêt économique, aux principaux de ceux qui sont ou qui ont été exploités, soit pour l'extraction du combustible, ou pour la fabrication d'objets d'ornementation (*jayet*), soit pour l'industrie chimique ou l'agriculture. On sait en effet qu'à ce dernier point de vue les lignites de certains niveaux sont très riches en pyrite finement distribuée ; par exposition à l'air dans des conditions favorables, celle-ci s'oxyde, le combustible s'enflamme ; le produit de la combustion est traité par lixiviation pour l'extraction du sulfate de fer et la fabrication de l'alun. Certains lignites sont utilisés pour l'amendement des terres, soit à l'état naturel, soit après calcination.

1° *Dans les assises secondaires.*

Trias.

Jura. — *Jura.* Des gîtes concédés de lignite se trouvent au voisinage des terrains salifères à Grozon et Vercia.

Jurassique.

Lias.

Alpes. — *Alpes-Maritimes.* Les gisements concédés des Adoux (canton de Gilette), de Vescagne se trouvent dans l'infralias, au voisinage des couches à *Avicula contorta*.

Madagascar. — C'est au lias, qu'il y a lieu de rapporter les couches de lignite, ressemblant plus ou moins à de la houille sèche, dont il a été question page 659, et qui se rencontrent au milieu des assises gréseuses des alentours de la baie d'Ampasindava.

Bathonien.

Causses. — Le bathonien des Causses renferme une formation lagunaire, au milieu de laquelle se trouvent des lignites, que Brongniart a jadis désignés sous le nom de *stipites*, pour rappeler qu'ils sont en grande partie constitués par des débris de stipes de cycadées.

Aveyron. Ces lignites ont été notamment exploités dans la région de Milhau, à la Cavalerie et aux Liquisses. Deux gisements sont concédés : le Monna et les Moulinets.

Lot. Le gisement de Cadrieu se trouve au même niveau.

Cévennes. — *Gard.* Quelques gisements similaires ont été exploités dans la région du Vigan, à la limite de l'Aveyron, Saint-Sulpice-en-Trèves, Servillères-en-Lanuéjols, Revens, Balmavelès, Saint-Jean-du-Bruel.

Crétacé.

Cénomanien.

Cévennes. — *Gard.* Les exploitations les plus importantes de ce département se trouvent dans les grès verts du cénomanien.

Le lignite qu'elles renferment est d'un brun foncé, mat, friable, il s'effleurit à l'air. Voici l'énumération de quelques concessions : Aigaliers, Figon, Gaujac, Goudargues, Le Mas de Carrière, le Pin, Saint-André-d'Olérargues, Saint-Laurent-la-Vernède, Saint-Marcel-de-Careiret, Serviers. Le lignite des environs de Saint-Paulet-le-Caisson renferme une résine fossile.

Ardèche. Ban-Rouge, Vagnas.

Aquitaine. — *Dordogne.* Dans le Sarladais, il existe des gisements concédés de lignite : La Chapelle-Péchaud, Cladech, Lasserre, Veyrines : certains d'entre eux ont fourni des résines fossiles.

Charente-Inférieure. C'est au même niveau que se trouvent les lignites de l'île d'Aix et de la région voisine, souvent riches en résine fossile (notamment à l'île d'Enet).

Sénonien.

Provence. — *Bouches-du-Rhône*. L'important bassin de Gardanne et de Fuveau, situé au N.-E. de Marseille, se trouve dans l'aturien ; il fournit un lignite activement exploité, ressemblant à de la houille sèche. Voici quelles sont les principales concessions : L'Arc, Auriol, Pont-du-Jas de Bassas, Bouilladisse, Gardanne, La Grande Concession, Gréasque et Belcodène, Meyreuil, Garlaban, mine de Valdonne (Peypin et Saint-Savournin), Trets, etc. Le jayet se trouve à Peynier.

Var. Le lignite est exploité dans quelques concessions voisines des précédentes : La Bastide Blanche, Plan d'Aups, Saint-Victor, etc. Les gisements du Plan d'Aups et du vallon du Queilet fournissent du jayet.

Corbières. — *Hérault*. D'assez nombreuses concessions existent dans cette région : Agel, La Caunette, Cazelles et Aigues-Vives, Clermont-l'Hérault, La Matte, Minerve, Olonzac, Oupia, Saint-Gély-du-Fesq, etc.

Aude. Les grès d'Alet renferment trois gisements concédés : Bize, Mailhac, Pouzols et Sainte-Valière, mais il existe en outre à Peyra, à la Bastide près Quillan et surtout à Sainte-Colombe-sur-l'Hers, des gisements, qui ont eu autrefois une grande réputation, à cause de l'existence du jayet ; celui-ci y a été exploité au milieu de lignites moins homogènes dont il constitue un accident minéralogique se présentant sous forme de masses, qui ne dépassent guère 25 kg.

A Sainte-Colombe, existait autrefois une industrie florissante pour la taille du jayet du pays et de celui de divers gisements français et espagnols [notamment de Montalban (*Aragon*)]. Cette industrie employait 1200 ouvriers au milieu du XVIIIe siècle, leur nombre était réduit à 150 en 1806, il n'en reste plus aujourd'hui que le souvenir.

Vaucluse. A signaler les gisements concédés de Piolenc et de Méthamis.

2° *Dans les assises tertiaires.*

Éocène.

Bassin de Paris. — Les assises landéniennes (sparnacien) du bassin de Paris sont riches en lignites, toujours très pyriteux (avec parfois traces de blende), souvent presque pulvérulents. Ils constituent

les *cendres noires*, qui, pendant longtemps, ont été exploitées dans le Soissonnais et le Laonnais pour la fabrication du sulfate de fer et de l'alun. Cette industrie n'existe plus, mais ces lignites sont parfois encore employés comme amendement.

Les localités où les exploitations ont été plus particulièrement actives sont, dans l'*Aisne* : Mézy et Passy près Château-Thierry, Chailvet et Urcel près de Laon, Bazeilles, Cirey-Salsogne et Courcelles près de Soissons.

A citer encore dans l'*Oise* : Cuvilly près Compiègne et près de Noyon (gisements inexploités) Brétigny, Boucquy, Mirancourt (voir à blende, tome II, 540) Guiscard et dans la *Marne*, les environs de Reims (Verzenay).

Yonne. La Fontaine des Brins à Dixmont (bois fossile à peine modifié).

Alpes. — *Haute-Savoie*. Les gisements suivants de lignite sont concédés et exploités pour le combustible : Armoy-Liaud, Darbon, la Dent-d'Oche, Entrevernes, L'Épine, La Fogière, Le Taupert, etc.

Plateau central. — *Tarn*. Labruguière.

Oligocène.

Cévennes. — *Gard*. Quelques couches de lignite piciforme ont été exploitées dans le tongrien à Célas, Avejan, Barjac, Vénéjan, etc.

Miocène.

Bassin du Rhône. — *Vaucluse*. Des gisements sont exploités à Saint-Martin-de-Castillon, etc.

Alpes. — *Basses-Alpes*. Les nombreux gisements concédés de lignite de ce département et notamment ceux du bassin de Manosque appartiennent à l'aquitanien. Voici les principaux : Billabaux, Dauphin, Fournigues, Les Gaillardons, Gaude, Les Hubacs de Manosque, les Hubacs de Volx, Montaigu, Montfuron, La Mort d'Imbert, Sainte-Rostagne, Sigonce, Villeneuve, etc.

Isère. Quelques gisements de lignite sont concédés dans la région de la Tour du Pin : Le Bas Vérel, Bellefontaine, Dionay, Le Mollard, Pommiers, Prunelle, Ratassière, Saint-Didier, Saint-Victor, etc.

Ain. Soblay.

Plateau Central. — *Cantal*. Les lignites de Laveissière se trouvent dans les tufs andésitiques miocènes de la vallée de l'Allagnon.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Orignac.

Landes. Trois gisements sont à signaler : La Luque, Larquier et Saint-Lon. Leur âge est discuté (aquitanien ou crétacé, voir page 643 où il est question de la résine fossile se rencontrant à Saint-Lon).

Pléistocène.

Jura. — *Doubs*. La concession du Grand-Denis à Longemaison renferme un lignite tourbeux à bois de conifères bien conservé, accompagné de minerai de fer des marais ; deux gisements analogues se trouvent à Morteau et aux Guinets. Il s'agit là de dépôts formés dans des lacs de vallées profondes, barrées par d'anciennes moraines (M. G. Dollfus).

DYSODYLE

Le dysodyle ou *lignite papyracé* est très schisteux, flexible, un peu élastique.

Brûlant facilement, il dégage par sa combustion, une odeur désagréable rappelant celle de l'*assa fœtida* et laisse un abondant résidu siliceux, généralement constitué par des frustules de diatomées.

La densité est d'environ 1,14.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le dysodyle se rencontre dans des formations tertiaires. Voici quelques gisements français.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Chadrat au-dessus de Saint-Amand-Tallende, Authezat-la-Sauvetat.

Rhône. Châteauneuf près Viviers.

Nièvre. Vieure près Cosne.

Corbières. — *Aude*. Environs de Narbonne.

TOURBES

Les tourbes, brunes ou noires, sont spongieuses et légères ; elles résultent de la fermentation sur place de végétaux plus ou moins submergés ; c'est un produit qui se forme encore actuellement.

La transformation de la cellulose s'y observe à des étapes variées ; les éléments végétaux inattaqués forment une trame, que remplit le produit de la fermentation. Ceux-ci n'ont plus de structure organisée, ils sont d'un brun foncé, et constitués par des produits humiques et ulmiques, à réaction acide, qui colorent en brun les eaux circulant dans les tourbières.

La *dopplérite*, brune et élastique quand elle est humide (densité 1,089), noire et cassante à éclat brillant (densité 1,466, dureté 2 à 2,5) lorsqu'elle a été desséchée à l'air, insoluble dans l'alcool et l'éther, est un type particulièrement pur de ces produits de transformation.

Composition chimique. La composition chimique des tourbes est naturellement très variable ; la teneur en produits volatils est supérieure à celle des lignites ; la composition centésimale varie dans les limites suivantes C 51 à 67 ; H 10 à 5 ; O 30 à 18 ; Az 3 à 2.

Essais pyrognostiques. Les tourbes brûlent facilement, mais lentement, en dégageant une fumée à odeur caractéristique et en laissant un charbon, qui a la forme du fragment expérimenté, mais est contracté d'environ les deux tiers. Par distillation, elles donnent des gaz combustibles, des huiles, de l'acide acétique et de l'eau ammoniacale, etc.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les tourbières, dont la production nécessite de l'eau courante, se divisent en *tourbières* (submergées) *du fond des vallées* ; — elles sont surtout édifiées par des cypéracées et des graminées, dont le pied trempe dans l'eau ; ces plantes sont accompagnées de mousses (hypnum) — et en *tourbières des plateaux et des pentes*, qui sont surtout formées par des sphaignes, mousses hygrophiles ; celles-ci, sans tremper dans l'eau, emmagasinent dans leur masse une quantité considérable de liquide.

Les gisements français de tourbières sont extrêmement nombreux. Les types des plateaux et des pentes s'observent en particulier dans les *Vosges*, le *Morvan*, *le Mont-Dore*, les *Alpes*, les *Pyrénées*, etc.

Des exemples des types de plaine se trouvent dans la vallée de la *Somme*, entre Amiens et Abbeville, dans l'*Oise*, à Chaumont et aux environs de Beauvais, dans *Seine-et-Oise*, vallée d'Essones entre Corbeil et Villeroi, etc., etc.

SUPPLÉMENT

L'ordre suivi dans ce supplément est celui de l'ouvrage lui-même. Les titres sont écrits en capitales italiques pour les espèces déjà traitées et en capitales droites pour celles qui ne figurent pas dans les volumes précédents.

Lorsqu'un minéral est étudié dans des conditions de gisement déjà spécifiées, celles-ci ne donnent pas lieu à un titre spécial.

Quand, au contraire, il s'agit d'une condition nouvelle de gisement, celle-ci est indiquée par un titre numéroté à la suite du dernier employé antérieurement. Sauf cas exceptionnels, les gisements sont énumérés dans leur ordre géographique, sans qu'ils soient divisés par nature géologique, comme dans le corps de l'ouvrage ; cette simplification a pour but de ne pas multiplier les titres qui auraient consommé trop de place ; le lecteur fera facilement lui-même la distinction. Les renvois aux pages antérieures se rapportent, sauf avis contraire, au volume indiqué à la suite du titre.

Étant obligé de faire un choix parmi les trop nombreux documents que j'ai réunis, j'ai laissé de côté tous ceux des gisements métallifères métropolitains qui ne présentent pas d'intérêt au point de vue purement minéralogique. Par contre, je me suis attaché à être aussi complet que possible, même pour les gisements de ce genre, en ce qui concerne les colonies, sur lesquelles j'avais peu de documents, lors de la publication de mes premiers volumes.

Toutes les indications concernant le Tonkin sont fournies d'après une thèse, faite récemment dans mon laboratoire par un de mes élèves, M. Dupouy (*Minerais et minéraux du Tonkin*, Paris, 1909) et pour laquelle j'emploie l'abréviation : (Dupouy, *op. cit.*).

En ce qui concerne Madagascar, dont la minéralogie constitue une partie de ce supplément, j'ai employé l'orthographe des noms de lieux adoptée par M. Grandidier dans ses travaux sur la Grande Ile. Je remercie mon savant confrère d'avoir bien voulu revoir au point de vue géographique cette partie de mes épreuves. Dans le cas où l'orthographe adoptée dans ce supplément diffère de celle du corps de l'ouvrage, cette dernière doit être modifiée.

SILICATES BASIQUES

GRANDIDIÉRITE [1]

$$(Al,Fe)^{22}(Mg,Fe,Ca,)^{7}(Na,K,H)^{4}Si^{7}O^{56}$$

Orthorhombique.

Facies. La grandidiérite n'est connue qu'en grands cristaux n'offrant pas d'autres formes géométriques que des plans de clivage rectangulaires, parallèlement à l'intersection desquels ils sont allongés.

Clivages. Clivages, très facile suivant h^1 (100), un peu moins facile suivant g^1 (010).

Dureté. 7,5.

Densité. 2,99.

Coloration et éclat. Vert bleuâtre, transparente en lames minces. Éclat vitreux, un peu nacré suivant le clivage h^1.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001), c'est-à-dire transversal à l'allongement. La bissectrice aiguë est *négative* ($\mathbf{n}_p$) et perpendiculaire à h^1 (100).

$$\begin{aligned} \mathbf{n}_g &= 1{,}6385 \text{ (Na)} \\ \mathbf{n}_m &= 1{,}6360 \\ \mathbf{n}_m &= 1{,}6018 \\ \mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p &= 0{,}0367 \text{ et } 2\,V = 30°16' \end{aligned}$$

La mesure directe de l'écartement des axes a fourni : $2E = 49°30'$, d'où $2\,V = 29°40'$ et $2\,E = 52°$ (Th.) ; la dispersion est $\rho < v$.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est extrêmement intense et caractéristique, avec $\mathbf{n}_g > \mathbf{n}_p > \mathbf{n}_m$.

Plaques de 0 mm. 5	Plaques de 0 mm. 02
$\mathbf{n}_g$ = vert foncé	vert bleuâtre pâle
$\mathbf{n}_m$ = incolore	incolore
$\mathbf{n}_p$ = bleu vert foncé	bleu vert pâle

Dans les sections perpendiculaires à un axe optique, on observe

1. A placer dans la systématique en tête du tome I.

deux belles houppes bleues sur un fond blanc. On sait que les minéraux présentant des houppes se divisent en deux groupes : dans l'un, (axinite, cordiérite, épidote, augite, muscovite), les houppes sombres, perpendiculaires à la trace du plan des axes optiques, apparaissent sur un fond clair, quand cette trace est placée normalement à la section principale du polariseur ; dans l'autre, les houppes présentent cette même apparence, lorsque la trace du plan des axes est disposée parallèlement à cette section principale ; la grandidiérite appartient à ce dernier groupe, qui pendant longtemps n'a été constitué que par l'andalousite, mais qui comprend aussi, d'après M. Liebisch, l'anomite, l'érythrite, le sphène, la vivianite et la hornblende basaltique.

Composition chimique. La composition chimique représentée par la formule $(Al,Fe)^{22}(Mg,Fe,Ca)^{7}(Na,K,H)^{4}Si^{7}O^{56}$ ou $11\ (Al,\ Fe)^2O^3.7\ (Mg,Fe,Ca)\ O.\ 2\ (Na,\ K,\ H)^2O.7\ SiO^2$ est déduite de l'analyse suivante, due à M. Pisani.

SiO^2.....	20,90
Al^2O^3.. .	52,80
Fe^2O^3....	6,60
FeO	4,86
MgO.....	9,65
CaO.....	2,10
Na^2O....	2,22
K^2O.....	0,40
H^2O.....	1,25
	100,78

Essais pyrognostiques. La grandidiérite est infusible au chalumeau, inattaquable par les acides.

Diagnostic. La propriété caractéristisque, qui ne permet de confondre la grandidiérite avec aucun autre minéral, est son pléochroïsme dans les teintes vertes et bleues, avec maximum d'absorption transversal à l'allongement, propriété facile à observer dans le clivage facile, perpendiculaire à la bissectrice aiguë, avec plan des axes optiques transversal à l'allongement.

Altérations. Malgré sa résistance aux agents chimiques des laboratoires, la grandidiérite est souvent transformée dans la nature en une substance verte, fibrolamellaire à deux axes rapprochés autour de la bissectrice aiguë négative, perpendiculaire à son plan de lamellisation ; elle paraît se rapprocher du *kryptotile*, qui épigénise la prismatine.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — J'ai dédié (*B. S. M.* XXV. 85. 1902. et XXVII.

259. 1904 et *C. R.* CXXXVII. 542. 1903) ce nouveau minéral à M. A. Grandidier, le savant explorateur de Madagascar. La grandidiérite est l'un des éléments d'une pegmatite et d'une aplite des falaises d'Andrahomanana, à l'ouest-sud-ouest de Fort Dauphin (extrême sud de l'île). Elle y forme de grands cristaux pouvant atteindre 8 cm. de longueur, qui englobent parfois poecilitiquement tous les autres éléments de la roche : quartz, orthose, microcline, almandin, pléonaste, andalousite et biotite.

Il existe en outre dans ces roches un autre minéral incolore, dont la réfringence et la biréfringence, le signe de la bissectrice, l'écartement des axes sont très analogues à ceux de la grandidiérite, mais dont l'extinction (rapportée à sa séparation rectiligne avec la grandidiérite sur laquelle il est orienté) est de 11° ; de plus, le plan des axes optiques est voisin de l'allongement. Il s'agit probablement là d'une espèce nouvelle que je n'ai pu spécifier faute de matériaux suffisants.

STAUROTIDE (t. I, p. 1).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Le gisement précis, dont il est question page 12, se trouve dans la vallée de Lesponne. Les schistes à andalousite et à staurotide de ce genre sont très abondants au contact du granite du massif du pic du Midi de Bigorre.

Plateau Central. — *Cantal.* De petites staurotides ($m\ a^1$, avec g^1 rudimentaire, ou très développé) de 5 à 6 mm., accompagnent l'almandin dans les micaschistes des environs de Vézac près Aurillac.

Nouvelle-Calédonie. — Les micaschistes associés aux schistes à glaucophane de la rive droite de la vallée du Diahot, près de Balade, contiennent des cristaux (*pm*) de staurotide (5 mm.)

Guyane. — La staurotide, en cristaux ou en grains roulés, abonde dans les sables aurifères de la Guyane, en particulier dans ceux de l'Approuague, de la Mena, du cirque Sparwine dans le bassin du Maroni, etc.

Madagascar. — J'ai trouvé quelques petits cristaux très nets de staurotide (*pm*) accompagnant le disthène dans les sables monazités de la Saka affluent du Mananjara. Ils paraissent être peu abondants ; leur gisement originel n'a pas été reconnu.

BITYITE [1]

$$H^{28}Al^{32}(Ca,Gl,Mg)^{14}(Li,Na,K)^{8}Si^{24}O^{122}$$

Pseudohexagonale.

Facies. La bityite est toujours cristallisée ; ses cristaux ont parfois la forme de petits tonnelets ou sont constitués par des rosettes, consistant en lames hexagonales, empilées à axes plus ou moins parallèles ; enfin, plus rarement, ils sont allongés suivant l'axe vertical, mais leurs faces sont toujours courbes.

Clivages. Clivage très facile parallèle à a^1 (0001).

Dureté 5,5.

Densité 3,05.

Coloration et éclat. Blanche ou jaunâtre, ou incolore. Transparente ou translucide.

Éclat nacré très vif sur les lames de clivage.

Propriétés optiques. L'examen en lumière polarisée parallèle d'une

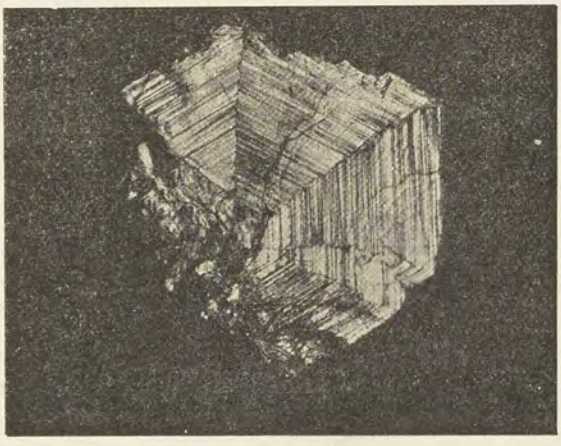


Fig. 1.
Lame mince de bityite. (*Photographie faite en lumière polarisée parallèle. Grossissement de 30 diamètres.*)

section basique montre que celle-ci se divise en six secteurs à contours nets (fig. 1), perpendiculaires à la bissectrice aiguë *négative* (n_p), avec axes peu écartés. Chaque secteur renferme parfois de fines macles

1. A placer dans la systématique à la suite de la *staurotide*, t. I, p. 15.

polysynthétiques parallèles aux faces du prisme. L'angle d'extinction (trace de $\mathbf{n}_g$) s'y fait à 30° de part et d'autre de la ligne de macle.

Les indices de réfraction sont compris entre 1,64 et 1,62.

Composition chimique. La formule $H^{28}Al^{32}(Ca,Gl,Mg)^{14}(Li,Na,K)^{8}Si^{24}O^{122}$ ou $16\,Al^2O^3.\,14\,(Ca,Gl,Mg)\,O.\,4\,(Li,Na,K)^2O.21\,SiO^2.\,14H^2O$ est déduite de l'analyse suivante faite par M. Pisani ; le fluor et le bore ont été recherchés sans succès.

SiO^2.....	31,95
Al^2O^3.....	41,75
CaO.....	14,30
GlO.....	2,27
MgO.....	0,13
Li^2O.....	2,73
Na^2O.....	0,40
K^2O.....	0,16
H^2O.....	6,30
	100,19

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, la bityite fond facilement en un verre blanc bulleux et opaque ; elle n'est pas attaquée par les acides.

Diagnostic. Les propriétés optiques d'une lame basique de clivage sont absolument caractéristiques de la bityite et ne permettent de la confondre ni avec la prehnite, ni avec les rosettes de micas auxquelles ressemblent certaines de ses variétés. En outre, ses lames de clivages ne sont pas flexibles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — J'ai donné le nom de bityite à ce nouveau minéral (*C. R.* CLVI. 1369. 1908 ; *B. S. M.* XXXI. 241. 1908 et XXXIII. 51. 1910) pour rappeler le Mont Bity (Ibity), massif auprès duquel sont groupés les beaux gisements de pegmatite à tourmalines polychromes, dont il est question page 687.

Jusqu'à présent, je n'ai trouvé la bityite que parmi des échantillons provenant des pegmatites de Maharitra. Elle s'y présente avec des aspects assez différents : 1° en tonnelets d'un blanc jaunâtre, ne dépassant pas 2 mm. de plus grande dimension. La figure 2, représentant la base de l'un d'eux, montre une structure polysynthétique. Ils sont fréquemment implantés sur des cristaux de quartz ou de rubellite, qu'ils recouvrent parfois de croûtes continues. Dans d'autres cas, ils font partie d'agrégats miarolitiques de paillettes de lépidolite rosée

qui enveloppent des aiguilles de tourmaline et des cristaux d'albite; 2° en cristaux de même forme, mais grêles et allongés suivant l'axe vertical; je les ai trouvés formant une chemise régulière à de grands cristaux de tourmaline verte ; un peu de lépidolite les recouvre çà

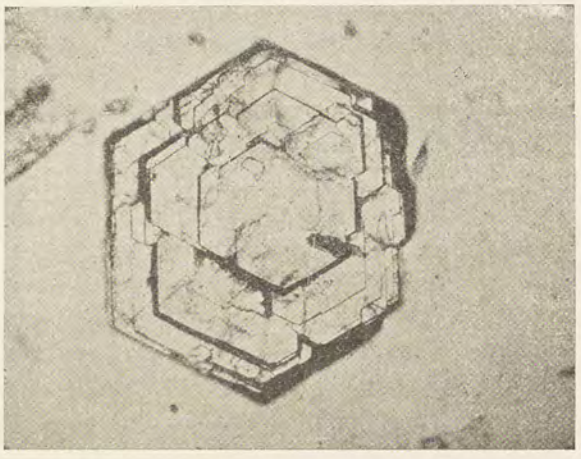


Fig. 2.
Groupement à axes parallèles de cristaux de bityite aplatis suivant la base. (*Grossissement d'environ 30 diamètres.*)

et là; 3° enfin une dernière variété est constituée par des lamelles très minces, groupées en rosettes. Elles sont implantées dans un fouillis de fines aiguilles de rubellite d'un rose pâle ou bien recouvrent des cristaux de microcline très corrodés et en partie transformés en albite.

La bityite est l'un des derniers minéraux formés dans les géodes à cristaux des pegmatites.

CALAMINE (T. I, p. 19).

Algérie. — *Alger*. Le gite calaminaire de l'Ouarsenis renferme de fort beaux cristaux de calamine, décrits par M. L. Gentil (*B. S. M.* XVIII. 599. 1895) ; ils abondent surtout à Bir Chitour et à Friha (ou Amann), où ils tapissent des cavités d'un mélange coloré en jaune, de calcite et de smithsonite. Les formes sont simples : m, g^1, a^1, e^1, avec aplatissement suivant g^1, mais l'aspect diffère, suivant qu'ils sont

allongés ou non suivant l'axe vertical. Les petits cristaux sont transparents, mais les plus gros, groupés en rosettes ou en éventail et dépassant 1 cm. de plus grande dimension, sont d'un blanc laiteux, plus ou moins opaques et riches en inclusions liquides à bulle.

Constantine. Les mines du Kef Semmah ou du Djebel Guergour, près de Lafayette, au nord de Sétif, renferment de magnifiques cristaux de calamine ; ils sont du même type que ceux de l'Oued Ouarsenis ($p\,m\,g^1\,h^1\,a^1\,a^{1/3}\,e^1$).

A Bou-Thaleb, les cristaux de calamine abondent, mais sous forme de très petites lamelles, associées à de la willémite. J'ai observé de jolis cristaux, d'un jaune de miel, du même minéral provenant du Djebel Nador ; enfin au Djebel Grouss, le même minéral forme des nodules fibreux.

Tunisie. — Jolis cristaux de petite taille au Kef Semmah, à Kanghuet, au Djebel Ressas (stalactites à structure fibreuse).

Pyrénées. — *Ariège.* Depuis la publication du tome I, j'ai examiné la calamine de Sentein, dont il est question page 22, les cristaux sont lamelleux et se rapportent au type de la figure 2.

Cévennes. — *Gard.* D'assez jolis cristaux de calamine (formes communes) se trouvent aux Malines.

ANDALOUSITE (T. I, pp. 25,252).

Vendée. — *Vendée.* Les filons de quartz de la Glorandière, près Talmont, renferment de gros cristaux d'andalousite rose. A citer aussi la chiastolite dans les phyllades de la Motte, sur la route de Saint-Gilles à la Roche-sur-Yon.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* J'ai trouvé des cristaux d'andalousite rose dans des veines de quartz près du déversoir des Gourgs-Blancs.

Ariège. J'ai recueilli de jolis cristaux du même genre dans une pegmatite à grains fins, formant des filons minces dans les gneiss, situés au-dessous du village de Lapège.

Tarn. De grands cristaux roses d'andalousite se trouvent dans les

schistes micacés, associés au gneiss, au nord de Brassac (Arsandaux, *B. S. M.* XXIV. 431.1901).

Plateau Central. — *Haute-Loire*. De grands blocs d'andalousite rose se trouvent dans les gneiss de Bourleyre au sud de Chanteuges ; le gisement exact est au-dessous du hameau et au delà du pont jeté sur la Desge pour le chemin de Pébrac (rive gauche de la rivière).

L'andalousite abonde aussi dans des filons de pegmatite traversant le gneiss de Roussou en Mercœur, à quelques kilomètres de la limite du Cantal ; elle est incluse dans le feldspath. A signaler aussi le pont de Vertesseyre (km. 14,9 de la route de la Chapelle-Laurent à Ally).

Cantal. M. de Brun m'a communiqué de petits cristaux d'andalousite rose accompagnant la muscovite et l'almandin dans une granulite de Sal-Bas, près Saint-Mary.

Puy-de-Dôme. Je dois à M. Demarty de petits cristaux roses d'andalousite, trouvés dans une aplite entre Manson et Charrade.

Dans la région du Mont-Dore, l'andalousite se trouve comme élément essentiel des enclaves de gneiss à cordiérite si nombreuses dans le trachyte du Capucin.

Aveyron. M. Arsandaux a rencontré (*B. S. M.* XXIV. 434.1901) de grosses masses bacillaires d'andalousite dans la pegmatite à tourmaline de Castailhac, près Entraygues.

Allier. La Lizolle.

Saône-et-Loire. M. Marlot m'a communiqué des masses bacillaires formées par des cristaux d'andalousite rose, atteignant 18 cm. ; elles ont été trouvées dans une pegmatite de Cuzy près Luzy, renfermant d'énormes cristaux de gigantolite. Les deux minéraux ne sont pas associés dans les mêmes échantillons.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Des schistes micacés, métamorphisés par le granite, renferment de magnifiques cristaux d'andalousite rose au Roc'h Kerlaz, sur la route de Plestin-les-Grèves à Lannion et à environ 2 km. du village de Saint-Efflum.

Algérie. — *Alger*. De grands cristaux d'andalousite de 20 cm. $\times 4$ se rencontrent au voisinage de la granulite dans les schistes micacés de la pointe Pescade près Alger (Gentil, *B. S. M.* XIX. 22.1896.)

Madagascar. — J'ai trouvé dans la pegmatite à grandidiérite d'An-

drahomanana (voir page 671) des cristaux d'andalousite, remarquables par la distribution régulière du pigment coloré rose localisé dans leur

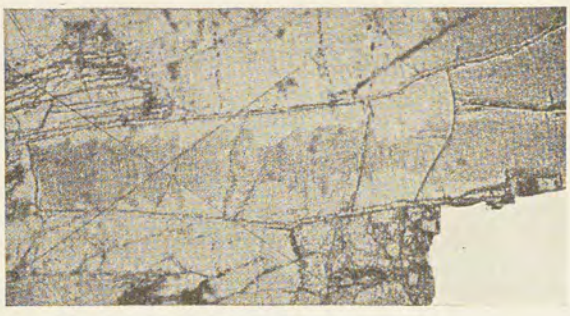


Fig. 1.
Cristal d'andalousite d'Andrahomanana, avec distribution du pigment rose, hémimorphe par rapport à l'axe c, qui a été placé horizontalement. (*Photographie en lumière naturelle ; grossissement de 30 diamètres*).

partie axiale et par l'aspect hémimorphe de la zone colorée, mis en évidence par la figure 1.

Des schistes carburés à grands cristaux de chiastolite (souvent transformés en muscovite) se trouvent dans la région de Bemahazembina (près Antsirabé) et entre Mahalevona et Andranovelona (prov. d'Anonibé).

DUMORTIÉRITE (T. I, p. 15),

$a : b : c = 0{,}8897 : 1 : 0{,}6871$ (Schaller)

$^{*}mm = 98°2$

Composition chimique. Depuis la publication de mon premier volume (page 15), la dumortiérite a été trouvée en abondance dans des gisements américains, qui ont permis d'en faire l'étude chimique et de montrer que dans la formule $4Al^2O^3\,3SiO^2$, une petite quantité de l'aluminium est remplacée par du bore.

Afrique équatoriale. — *Chari.* La dumortiérite est un élément microscopique des quartzites à disthène du Kaga M'Bra.

SILLIMANITE (T. I, p. 50).

Plateau Central. — *Haute-Loire.* La Sénouire, affluent de droite

de l'Allier, qui prend sa source près de la Chaise-Dieu et se termine à 1 km. sud de Brioude, draine la région gneissique, dont fait partie Berbézit, le gisement cité page 56 ; on rencontre dans son lit un grand nombre de galets, parfois énormes, de fibrolite. A signaler encore, comme gisement de sillimanite, Saint-Beauzire.

Cantal. Les gneiss de Bonnac renferment en abondance des lits de plusieurs centimètres, constitués par de la sillimanite.

M. de Romeu a décrit (*B. S. M.* XXVII. 270. 1904) une enclave énallogène schisteuse (gneiss) d'une andésite du Lioran consistant en orthose lamellaire suivant g^1, qui renferme des cristaux de sillimanite, d'andalousite, de corindon, de spinelle et un peu de biotite.

Puy-de-Dôme. Voici des précisions sur les gisements de sillimanite des environs de Pontgibaud cités page 57 : dans une coursière près d'une recherche de quartz, à la sortie du bourg par la route nationale et avant un croisement. Le gisement de Saint-Ours est situé à 1 km. du village, avant la montée de la route nationale, au lieu dit Chapelle (à droite de la route). A citer encore Montan en La Goutelle.

Algérie. — *Alger.* De belles masses fibreuses de sillimanite se trouvent dans la pegmatite du boulevard Bon Accueil à Alger (Gentil *B. S. M.* XVIII. 169. 1895). Les aiguilles très rectilignes atteignent 5 cm. de longueur ; elles sont en partie épigénisées par de la muscovite.

Madagascar. — De très belles masses de fibrolite, avec parfois des cristaux clivables de sillimanite, sont abondantes dans le Betsiriry, notamment dans la crique Belafika près Miandrivazo, dans la vallée de Farariana (région de Fenerive), avec almandin ; dans la rivière Beanamalaho ; elles ressemblent beaucoup à celles du Plateau Central.

Baron a signalé le même minéral avec quartz, au nord (Mont Ambohimanoa), au nord-est (mont Ambohimiangara) et au nord-ouest (mont Karaoka) du lac Itasy ; à Marotandrano dans le Boina au pied nord des monts Ambinivy (350 km. nord-nord-est de Tananarive), etc. ; à citer encore Ifempina près Ambositra dans le nord du Betsileo, où la sillimanite épigénise partiellement le corindon (voir T. III, p. 805).

Enfin la sillimanite accompagne la grandidiérite et l'almandin dans la pegmatite d'Andrahomanana près Fort-Dauphin.

DISTHÈNE (T. I, pp. 65 et 253).

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. De très beaux échantillons de disthène se trouvent avec muscovite dans le quartz près du bourg du Cellier ; une variété bleue abonde dans l'éclogite de Piedpain en Saint-Philbert-de-Grandlieu.

Vendée. — *Vendée*. M. Lallier m'a communiqué du disthène provenant d'un micaschiste, qui émerge du sable au bout de la jetée des Sables-d'Olonne. Le même minéral se rencontre dans le micaschiste et dans les veines de quartz à la pointe du Payré près Talmont, ainsi que dans l'éclogite de Saint-Denis-la-Chevasse.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Du disthène blanc, en voie d'altération, se trouve avec tourmaline à Itsatsou, dans une carrière, au nord du chemin du pont suspendu et à 100 m. environ de la Nive.

Plateau Central. — *Aveyron*. Le disthène lamellaire bleu, engagé dans le quartz, se trouve aux environs d'Arvieu et au Moulin de la Lance près Alrance (avec grandes lames de muscovite).

Haute-Loire. M. de Brun m'a communiqué un échantillon de disthène laminaire bleu, engagé dans le quartz de Bourg près Pinols.

Cantal. Le disthène existe dans des filons de quartz traversant les micaschistes au Puy d'Espinet, près Arpajon.

Puy-de-Dôme. Je citerai de très beaux blocs de disthène laminaire, rappelant celui de Pontivy, et provenant du moulin de Ganounes, à 1 km. d'Avèze sur la route de Tauves. M. Demarty m'a communiqué des échantillons du même minéral, trouvés au Montel près La Bessette (environ de La Rodde) au cours du creusement d'un puits.

Loire. De jolis échantillons de disthène s'observent dans les micaschistes du moulin Picou près La Tour, au pied du mont Raynaud.

Tonkin. — Le disthène se trouve dans les quartzites de la vallée de Ca-Dau (Quang-Nam), dans les micaschistes (avec almandin) de Lang Nhu (Fleuve Rouge) entre Bao-Ha et Lao-Kay.

M. Dupouy a signalé (*op. cit.*) des cristaux de disthène dans les filons quartzeux de la vallée de la Rivière Noire.

Madagascar. — De belles lames de disthène (4 cm.) sont engagées dans le quartz fragile de Sahafoza, sur la rivière Ifontsy, à 16 km. nord de Tamatave. Des cristaux roulés de disthène gris ou bleuâtre, abondent dans les sables aurifères de la Saka, affluent du Mananjara : ils proviennent de gisements non encore reconnus en place.

Le même minéral forme à lui seul des lits dans les schistes cristallins de la vallée du ruisseau Beranozano, au sud-ouest du village de Tsimivolovolo (N. E. d'Ankavandra) : il y est accompagné d'or natif.

J'ai décrit (*B. S. M.* XXV. 115. 1902) une curieuse roche associée à des gneiss à pyroxène à Ambohimanjaka, à l'est-nord-est de Betafo ; elle est constituée par du disthène incolore, de la lazulite d'un bleu foncé, un peu de muscovite, de quartz, de tourmaline et de magnétite.

Afrique équatoriale. — *Chari*. M. Courtet a observé au Kaga M'Bra des quartzites renfermant du disthène d'un bleu très pâle, de la muscovite avec un peu de dumortiérite et de lazulite (*in* Chevalier, *L'Afrique centrale française*, 688.1907).

Afrique Occidentale. — *Dahomey*. M. Hubert a rencontré le disthène dans le micaschiste du sommet de la montagne de Firoa (*Mission au Dahomey*. 1908. 496).

TOPAZE (T. I, p. 59).

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. J'ai décrit (*B.S.M.* XXXI. 351. 1908) des cristaux de topaze atteignant 4 cm. 5 et provenant du filon wolframifère de Montbelleux en Luitré.

Ils sont très fendillés, imprégnés de limonite et seulement translucides, mais ils peuvent être assez facilement dégagés de ces produits d'altération. Dans les échantillons, que j'ai examinés et que je dois à l'obligeance de M. D. OEhlert, ce minéral n'est associé qu'à un peu de quartz. Ces cristaux sont du type de ceux du Brésil. Les formes dominantes et constantes sont g^3 (120), m (110), $b^{1/2}$ (111), avec parfois $g^{5/3}$ (140), $b^{1/4}$ (221), $b^{3/4}$ (223), $e^{1/2}$ (021), $e^{1/4}$ (041), $a^{1/2}$ (201).

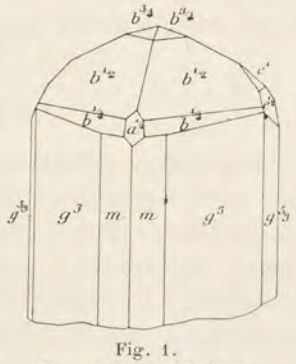


Fig. 1.
Topaze de Montbelleux.

J'ai mesuré les angles suivants :

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	124°17′	124°15′	$b^{3/2}\ b^{1/2}$	150°20′	150° env.
mg^3	161°16′	161°15′	$b^{1/2}\ b^{1/4}$	167°40′	168° —
$g^3\ g^{5/3}$	161°54′	161°50′	$b^{1/4}\ m$	166°14′	167° —

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Les roches à lépidolite d'Ambazac et de Saint-Sylvestre renferment non seulement de la topaze microscopique, mais des cristaux nets, bien que non isolables, de ce minéral. Limités par g^3 (120) et p (clivages), ils atteignent 1 cm. de diamètre ; ils ont l'opacité de la *pyrophysalite* et, dans la carrière du Coudier en Larmont, ils jouent le rôle de phénocristaux au milieu de la lépidolite rose en petites lamelles.

Allier. J'ai signalé, page 221 du tome II, l'existence de petits fragments de topaze dans les produits lourds du lavage du kaolin d'Echassières. Depuis lors, j'ai étudié un fragment lamelleux du même minéral, provenant du gisement voisin des Colettes et constituant une véritable roche avec de la cassitérite fibrobacillaire et des octaèdres de néotantalite.

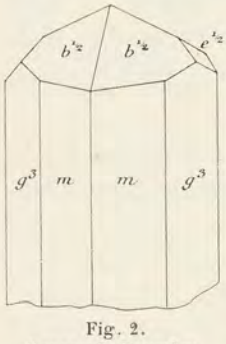


Fig. 2.
Topaze de Roumiga.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* J'ai rencontré sur un cristal de fluorine blanche de Roumiga (tome II, p. 782) des cristaux incolores de topaze (2 mm.) remarquables par leur netteté : ils présentent les formes : $mg^2b^{1/2}e^{1/2}$ (fig. 2).

Madagascar. — De gros cristaux roulés et limpides de topaze incolore se trouvent dans les alluvions d'Ifempina, près Ambositra.

DATHOLITE (T. I, p. 74).

Algérie. — *Constantine.* M. L. Gentil a décrit (*B. S. M.* XVII. 85. 1894) des cristaux de datholite tapissant les druses de l'andésite quartzifiée de Bou Serdoun, près Collo. Les cristaux présentent les formes suivantes : p (001), h^1 (100), h^3 (210), e^1 (011) a_3 ($\bar{2}11$) et $\gamma = (d^{1/2}\,d^{1/6}\,h^1)$ (421) ; leur densité est de 2,995. Dans le même gisement, mais dans des géodes distinctes des précédentes, se trouve une pennine blanche.

Vosges. — *Alsace.* M. Ungemach a complété l'étude cristallographique sommaire de la datholite de Sainte-Marie-aux-Mines, que j'ai donnée page 77 du tome I.

Il a retrouvé (*B. S. M.* XXXIII. 397. 1909) mes deux types, 1° cristaux peu allongés suivant l'axe vertical, mais présentant de nombreuses faces prismatiques bien développées, 2° cristaux avec réduction des faces prismatiques et p (001) souvent très développé; il existe de nombreuses pyramides. Mais, en outre des formes que j'ai signalées, il en a

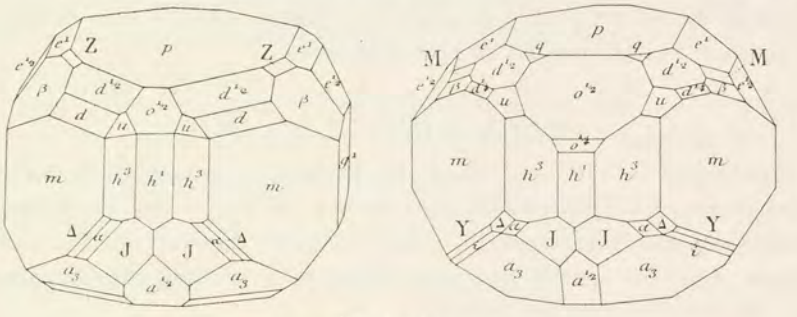


Fig. 1 et 2 [1].
Datholite de Sainte-Marie-aux-Mines (Type I).
d (fig. 1) = $d^{1/4}$.

observé de nombreuses autres, dont la liste est ci-jointe et dont plusieurs sont nouvelles pour l'espèce : g^1 (010), g^3 (120), e^2 (012), $o^{3/2}$ (203), $o^{1/2}$ (201), $o^{1/4}$ (401), $a^{3/2}$ ($\bar{2}03$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $a^{1/4}$ ($\bar{4}01$) ; d^1 (112), $d^{3/2}$ (113), $d^{7/4}$ (227), $d^{1/4}$ (221) $d^{1/6}$ (331) ; Z = (d^1 $b^{1/3}$ $g^{1/2}$) (122), Φ = (d^1 $d^{1/3}$ h^1) (211), φ = ($d^{1/2}$ $d^{1/4}$ h^1) (311), μ = ($b^{1/3}$ $b^{1/5}$ h^1) ($\bar{4}11$),

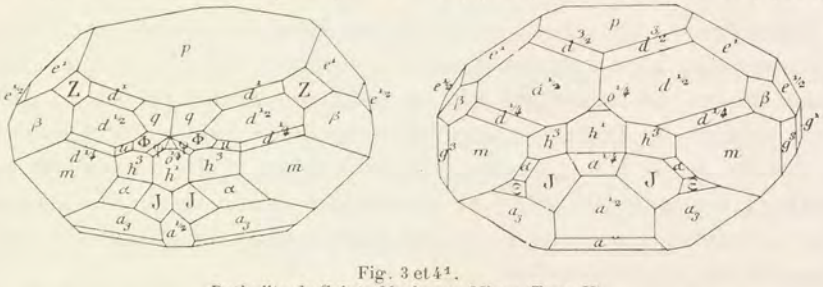


Fig. 3 et 4 [1].
Datholite de Sainte-Marie-aux-Mines (Type II).
La face p (001) est souvent plus développée que dans ces figures : a (fig. 4) = $a^{3/2}$.

B = ($b^{1/5}$ $b^{1/7}$ h^1) ($\bar{6}11$), q = (d^1 $d^{1/3}$ $h^{1/3}$) (213), θ = (b^1 $b^{1/3}$ $h^{1/2}$) ($\bar{2}12$), M = ($d^{1/2}$ $b^{1/4}$ $g^{1/2}$) (132), $u = o_5$ = (d^1 $d^{1/5}$ h^1) (321), ε = ($b^{1/5}$ $b^{1/15}$ $h^{1/4}$) ($\bar{1}0.\ 5.\ 4$), a_3 = (b^1 $b^{1/3}$ h^1) ($\bar{2}11$), $i = a_5$ = (b^1 $b^{1/5}$ h^1) ($\bar{3}21$), Y = a_7 = (b^1 $b^{1/7}$ h^1) ($\bar{4}31$), J = ($b^{1/2}$ $b^{1/4}$ h^1) ($\bar{3}11$), Δ = ($b^{1/2}$ $b^{1/8}$ h^1) ($\bar{5}31$).

Les figures 1 à 4 représentent quelques-unes des combinaisons

1. Dans les figures 1 et 3, les faces non notées au-dessous de a_3 sont θ ($\bar{2}12$).

signalées par M. Ungemach, mais elles ont été redessinées, de façon à leur donner l'orientation adoptée dans le tome I [1].

Nouvelle-Calédonie. — Un épais filon de datholite lamellaire ou compacte, dans laquelle je n'ai vu aucun cristal, se trouve dans une porphyrite altérée de la vallée de Méa, près de Kouaoua ; cette datholite renferme de petites poches de scheelite blanche, qui ne s'en distingue, au premier abord, que par sa grande densité.

TOURMALINE. (T. I, p. 78).

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* M. Brézier a signalé (*Bull. Soc. Sc. méd. Ouest*, XVII. 89. 1908) des cristaux bacillaires incolores ou laiteux, cannelés, de tourmaline, avec cristaux de fluorine, d'orthose et de quartz, dans les cavités des pegmatites de la carrière du Chardonneret, au sud du bourg du Pertre.

Côtes-du-Nord. Des cristaux de tourmaline noire se trouvent avec apatite au Moulin de Kerlan en Rostrenen et à Plougernevel.

Finistère. De gros cristaux noirs se trouvent à Saint-Ei, Kerudunic, dans les bois longeant la route de Douarnenez à Audierne (km. 4, 5 et 6 de Douarnenez).

Morbihan. A Guiscriff, masses de tourmaline brune finement fibreuse à éclat soyeux extrêmement vif.

Vendée. — *Vendée.* La collection du Muséum possède une plaque de pegmatite avec longues aiguilles cannelées de tourmaline atteignant 20 cm. de longueur ; elle est indiquée comme provenant de la côte vis-à-vis la Budelière (arrondissement des Sables). Aux Sables-d'Olonne, sur la côte près du déversoir Touchet, M. Lallier a trouvé des cristaux bipyramidés ($d^1\ p$) de tourmaline brune raccourcis suivant l'axe vertical, mesurant 4 cm. de plus grande dimension ; ils sont engagés dans le micaschiste.

De très gros cristaux de tourmaline noire se rencontrent dans les pegmatites de Chambretaud.

1. M. Ungemach s'est servi en effet d'une forme primitive différente, dont voici la correspondance avec la mienne :

Lx.			Lx.		
h^1 (100)	=	p (001)	$o^{1/2}$ (201)	=	o^2 (102)
p (001)	=	h^1 (100)	$a^{1/4}$ ($\bar{4}01$)	=	a^4 ($\bar{1}04$)
g^1 (010)	=	g^1 (010)	$d^{1/2}$ (111)	=	$d^{1/2}$ (111)
e^2 (012)	=	h^3 (210)	$d^{3/2}$ (113)	=	(311), etc.
g^3 (120)	=	$e^{1/2}$ (021)			

Pyrénées. — Depuis la publication du tome I, j'ai montré (*B. C. F.* VI. n° 42. 1895) la grande généralité de la formation de la tourmaline brune dans les calcaires secondaires métamorphisés par les lherzolites et parfois par les ophites, dont j'ai donné d'ailleurs déjà des exemples (page 105).

Hautes-Pyrénées. J'ai recueilli des tourmalines d'un bleu foncé (4 à 5 cm.) dans la pegmatite du col d'Oncet (massif du Pic du Midi de Bigorre).

Ariège. Dans les contacts granitiques du Roc Blanc, j'ai trouvé des agrégats de petites aiguilles de tourmaline noire, englobés dans de grandes masses clivables de calcite.

La tourmaline tapisse de ses larges rosettes les fentes des roches basiques du Sud d'Orlu, que je regarde comme dues à l'endomorphisme du magma granitique.

Plateau Central. — *Tarn.* M. Arsandaux a retrouvé (*B. S. M.* XXIV. 429. 1901) le gisement de rubellite des environs de Brassac, cité tome I, page 94, d'après de Boucheporn. Ce gisement se trouve à l'éboulis du Clap, près de Castelnau-de-Brassac. Un filon de pegmatite, traversant le gneiss, renferme sur ses salbandes de gros cristaux de béryl, de tourmaline d'un bleu sombre ou d'un vert foncé, avec de la muscovite et un peu de biotite. Dans sa partie axiale, le filon a subi une altération profonde ; les feldspaths sont remplacés par de la muscovite, du quartz, de l'albite, de l'apatite violette, puis peu à peu la roche passe à une sorte de greisen à lépidolite et rubellite, avec un peu de béryl, d'apatite, des lamelles d'autunite.

La rubellite forme des agrégats bacillaires, atteignant 6 cm., dont les extrémités ou le centre sont parfois bleuâtres ou verdâtres. Cette rubellite, dont la densité est de 2,99, rappelle celle de Rosena en Moravie ; elle est quelquefois pseudomorphisée en lépidolite et quartz.

Aveyron. De magnifiques masses bacillaires de tourmaline, atteignant 10 cm. $\times$ 7 cm., se trouvent dans une pegmatite, avec orthose, quartz, muscovite, à 100 mètres au Nord du village de Castailhac ; cette tourmaline (densité 3,19) est extrêmement pléochroïque dans les teintes noires et d'un jaune clair ; elle paraît assez homogène pour pouvoir être utilisée pour l'optique (Arsandaux, *B. S. M.* XXIV. 432. 1901).

La collection du Muséum renferme des aiguilles de tourmaline noire provenant d'une pegmatite rose de Maison Neuve en Buisson ; elles sont groupées à axes parallèles et atteignent 30 cm.

Loire. M. Gonnard m'a signalé de très petits cristaux rouge lilas de tourmaline dans la pegmatite du Vizézy au km. 10 de la route de Saint-Bonnet-le-Courreau à Monbrison. Ils sont accompagnés de gigantolite, d'apatite, de quartz et de microcline.

Rhône. A Lozanne, des cristaux bipyramidés de tourmaline sont quelquefois inclus dans des lames de muscovite.

Saône-et-Loire. J'ai examiné récemment un très beau cristal de tourmaline de Charmasse, près Mesvres, terminé par p avec une très petite face a^1.

M. de Chaignon a signalé (*Bull. Soc. sc. nat. Autun*, XXII, proc.-verb. 102. 1909) aux Brosses-de-Coux près Saint-Symphorien-de-Marmagne, une tourmaline bleue compacte, semblable à celle du Chapey, décrite dans le tome I.

Alpes. — *Haute-Savoie*. Les pegmatites du Brévent renferment de gros cristaux de tourmaline souvent brisés, parfois transformés en muscovite : la tourmaline est fréquente dans toutes les pegmatites du massif du Mont Blanc.

Algérie. — *Alger*. Aux gisements de tourmaline des calcaires cités page 109, il faut encore ajouter Rovigo et Derrag, où se trouvent de jolis cristaux jaunes semblables à ceux de l'oued Arrach. M. L. Gentil en a cité plusieurs autres dans sa thèse.

Afrique Occidentale. — *Haut-Sénégal-Niger*. La tourmaline se trouve à Kohanho, dans le Lobi.

Côte d'Ivoire. M. Chevalier m'a remis de beaux échantillons de tourmaline noire provenant du pont d'Agbo et d'Erymakougnié, sur la ligne du chemin de fer ; ils se trouvent dans des filons de quartz.

Dahomey. La tourmaline n'est pas rare dans les pegmatites de cette région. M. Hubert en a signalé à Maka (avec muscovite), à Kouandé dans le cercle de Djougou, dans les micaschistes de l'Atacora, à Saoré, Diguidirou, Carnotville (*Mission au Dahomey*. 1908. 508).

Tonkin. — M. Dupouy a signalé (*op. cit.*) la tourmaline dans les pegmatites des environs de Ba-Xat, de Nguyen-Binh, de Cao-Bang.

Madagascar. — Depuis la publication du tome I, j'ai recueilli de très nombreux documents sur les tourmalines polychromes, que je

n'avais fait que signaler en 1893. Dès la conquête de l'île, j'en ai fait tailler et exposer une série dans la galerie du Muséum et engagé les prospecteurs à explorer pour la recherche des gemmes la région du Mont Bity ; j'avais appris en effet que c'est de là que provient le cristal de rubellite décrit page 104.

Depuis quelques années, de nombreux gisements renfermant un type de pegmatite, riche en tourmaline et autres pierres transparentes, ont été découverts dans les provinces d'Imerina et du Betsileo (districts de Vakinankaratra, d'Ambositra et de Fianarantsoa) ; plusieurs d'entre eux sont ou ont été exploités pour l'extraction des gemmes. J'ai successivement décrit leurs produits dans diverses notes (*Bull. Muséum* 1899. 318 ; in *Madagasear au XXe siècle*, 1902, 96 et surtout *B. S. M.* XXXI. 218. 1908 et XXXIII, 37, 1910) ; je dois les riches matériaux étudiés à MM. Fürst, Baret, Mouneyres, Buhan, Villiaume, Tirlet et Dabren. Depuis lors, MM. Duparc, Wunder et Sabot, ont publié (*Mém. Soc. phys. Genève* XXXVI. 283. 1910) un mémoire sur la même question.

Voici tout d'abord une liste des principaux gisements explorés, qui est destinée d'ailleurs à s'augmenter rapidement ; un grand nombre d'entre eux ont été signalés déjà par M. Dabren d'après des échantillons parvenus au Service des mines de la Grande Ile (*Bull. Econ. Madagascar*, 4e sem. 1906).

Vakinankaratra (S. de l'Imerina). La plupart des gisements se rencontrent de l'ouest au sud et au sud-est d'Antsirabé.

Ouest d'Antsirabé : Massif de la Vohitra ; Antsangambato sur le plateau d'Analalava, et, près de là, Tetezantsio ; Ambohimanjaka (N.-E. de Betafo) ; Betafo et ses environs ; Mont Trafo ; Mont Angorogorodona ; Tongafeno ; région de l'Olotsingy (notamment Anjanabonoina), etc.

Au Sud-Ouest d'Antsirabé : Mandrarivo (à 12 ou 13 km.) et ses environs (Ataboka, Fatihita, Tetehina, Ambatolampy, flanc sud-est du mont Tsaravovona).

Au Sud d'Antsirabé, se trouve le massif du Mont Bity (Ibity), autour duquel se pressent toute une série des plus importants gisements ; sur son flanc ouest, dans la vallée de la Sahatany, affluent de la Manandona, le mont Andrianampy, le mont Manitra : il faut faire une mention spéciale pour les filons exploités à Maharitra et dans son voisinage (plus à l'ouest à Ampasihiatra et au nord-ouest à Ambalaroy et à Ano-

sivolo), et au sud, la montagne de Vohidahy, puis plus au Sud encore, en amont du confluent de la Sahatany et de la Manandona et près des gorges de celle-ci, Tsilaizina et ses environs (Maroando, Tsaratanana, Tsimananana, Tsimanankarana), enfin sur l'autre rive de ce fleuve et plus au sud, Antandrokomby, Antanimenabé et Ambavatapia. A citer encore à l'est du Bity, Ambohiponana, Tompobohitra, le pic de Vohimarina ; Ambohimanarivo ; le pic de Vorondolo ; les sources de la Sahatoarendrika, ainsi que Sahanivotry, Sakalina, Marorano (rive gauche de la Manandona à l'est-sud-est du Bity).

Enfin, au sud-est d'Antsirabé, la région de Fisahanana jusqu'au mont Ambatondrangy.

District d'Ambositra (nord-est du Betsileo). Itremo [1] ; Ilaka, à 5 ou 6 km. au nord-ouest d'Ambositra sur la montagne Antanandravolo ; région d'Ambatonjirika ; le mont Ambero près du village ; le mont Andalona au sud-ouest d'Ambositra et à 50 km. environ de cette localité ; Ambondromany et Fiherenana ; Ifempina auprès des sources du Mananjara, au sud-est.

Région de Fianarantsoa. Tsamandava ; dans le nord-ouest, le mont Tsiazo, à l'ouest de Mody sur la Matsiatra ; le mont Vohibarika ; dans le nord-ouest, les monts Marovato et Vohindolo ; dans le sud-sud-est, le mont Tsitondroina, les monts Hiaranany ; enfin la rivière Sarobidy, affluent de gauche du Manandranofotsy, qui contourne le versant occidental des monts Hiaranany et Vohindolo (tourmaline bleu foncé).

Il y aurait certainement lieu de citer aussi d'autres régions de Madagascar ; c'est ainsi par exemple que j'ai examiné des grains roulés de tourmaline d'un vert clair, provenant de la région de Fort-Dauphin dans l'extrême sud et recueillis aux environs du poste de Tsilamaha et dans l'Andohahelo.

Tous ces gisements sont très comparables au point de vue géologique, et pour donner une idée nette sur eux et sur les minéraux qu'ils renferment, il me suffira de décrire avec quelques détails deux de ceux de la région occidentale et méridionale du Mont Bity, sur lesquels j'ai des renseignements particulièrement précis, grâce à l'obligeance de

1. Les premiers cristaux que j'ai reçus de Madagascar avec une indication précise de gisement m'ont été envoyés en mai 1893 par M. E. Gautier. Ils ont été recueillis par lui à l'ouest du mont Itremo, au pied de la crête rocheuse séparant la Mania de la Matsiatra ; ce sont des prismes presque cylindriques terminés par e^1. Ils sont verts à l'extérieur, rouge ou bleu très foncé (*indicolite*) au centre et sont engagés dans du quartz.

MM. Tirlet et Dabren ; de tous les gisements actuellement connus, ce sont les plus complets et les plus riches au point de vue minéralogique.

Cette région est formée par des quartzites un peu micacés, qui constituent les rides montagneuses (arête du Mont Bity notamment) et par des cipolins (à trémolite, diopside, etc.) qui paraissent être postérieurs et se trouver dans des synclinaux. Les uns et les autres sont métamorphisés par le granite ; des filons de pegmatite sont interstratifiés dans ces quartzites et surtout dans ces calcaires, dont ils possèdent la direction générale nord-sud : dans d'autres cas, ils les traversent.

Un même filon est généralement variable comme puissance, souvent hétérogène de composition et de grain, d'ordinaire à grands éléments, au moins localement ; il présente fréquemment des concentrations locales d'un ou de plusieurs des éléments ; la structure graphique n'est pas rare.

Ces pegmatites sont pauvres en micas (lépidolite ou zinnwaldite), riches en tourmaline noire, qu'accompagnent souvent et que remplacent parfois des tourmalines polychromes de toutes les teintes possibles. Leur caractéristique minéralogique réside dans la nature alcaline des feldspaths [microcline (amazonite), albite ou oligoclase-albite], dans l'abondance de minéraux borés (tourmaline, danburite, hambergite, rhodizite), lithiques (lépidolite, zinnwaldite, triphane, tourmaline, béryl rose), gluciniques (béryl, hambergite) ou à la fois lithiques et gluciniques (bityite, rhodizite), le béryl rose est parfois riche en césium : il existe des niobotantalates (hatchéttolite, microlite), des phosphates (autunite, apatite), des minéraux uranifères (hatchéttolite et autunite). Ceux de ces minéraux qui sont calciques (danburite, grossulaire, rubellite, bityite) n'ont été observés que dans les filons traversant les calcaires : peut-être sont-ils dus à une action endomorphe de contact.

Quelques gisements fournissent des roches exceptionnellement belles : à Ambohimanjaka, à l'est-nord-est de Betafo, une pegmatite est formée d'albite blanche, de quartz, de rubellite rouge foncé et de béryl bleu de Prusse. A Vohidahy, dans une pâte d'amazonite d'un vert bleuâtre pâle, de quartz enfumé et de tourmaline rose, se détachent de grandes lames de lépidolite rosée et de gros grains de spessartine orangée, cerclée de tourmaline verte et bleue.

Beaucoup de filons contiennent d'énormes géodes, vastes poches à cristaux, qui sont disposées sans ordre, tantôt dans leur partie axiale, tantôt sur leurs bords : deux géodes voisines peuvent renfermer des minéraux drusiques différents.

Les minéraux ,qui servent d'éléments essentiels à la roche, à l'inverse de ceux des cavités, n'ont souvent pas de formes géométriques distinctes ; par suite de la kaolinisation très fréquente des feldspaths, la plupart d'entre eux sont mis en liberté à la surface du sol, où on les rencontre en fragments anguleux à aspect brisé : c'est sous cette forme qu'ils ont été tout d'abord connus. Dans d'autres cas, ils sont extraits (béryl, triphane) du kaolin ou de l'halloysite en fragments à surface brillante, creusée de profondes cavités de corrosion, régulières ou non.

Les gisements sont remarquables par les dimensions colossales qu'y prennent la plupart des minéraux, aussi bien ceux des druses que ceux entrant dans la constitution normale de la pegmatite.

Les filons sont parfois nombreux dans un même gisement, mais leur minéralisation et la nature de celle-ci varient fréquemment de l'un à l'autre. Je prendrai pour exemples deux localités, dont j'ai étudié un nombre considérable d'échantillons.

A Maharitra, les filons se trouvent au nord du village. Le plus intéressant, orienté nord-nord-ouest et mesurant 30 m. d'épaisseur, est encaissé dans les cipolins ; il a été reconnu sur plus de 400 m. La pegmatite y est à très grands éléments et contient de nombreuses cavités, riches en fort gros cristaux de quartz enfumé, de microcline, de tourmaline noire et de tourmalines polychromes : certaines de ces géodes ont fourni jusqu'à 16 kg. de rubellite ; la caractéristique des tourmalines de ce gisement réside dans la grande abondance des cristaux de couleur claire, zonés et munis de terminaisons distinctes. Ce même filon renferme du béryl de diverses couleurs et notamment la variété vorobejvite, de la lépidolite, des grenats, de la danburite, de la hambergite, de la bityite et enfin du triphane incolore (qui se trouve aussi dans la carrière voisine d'Ampasihiatra, en même temps que de magnifiques cristaux de rubellite de couleur très foncée, etc.). C'est de ce filon que proviennent la plupart des minéraux, qui doivent rendre ce gisement classique.

A 1500 m. plus à l'Ouest, un filon de pegmatite à éléments moyens, encaissé dans les schistes micacés, contient surtout de la rubellite, mais en cristaux petits et rares. A 800 m. plus au Nord, un filon du même type renferme, en outre, du béryl bleu de ciel ou vert. A l'est du gisement principal, mais dans les micaschistes, s'en trouve un autre, constitué par une pegmatite à grands éléments : à l'inverse de ce qui s'observe dans les précédents, la tourmaline, généralement enveloppée

dans du quartz enfumé, y est très fissurée et impropre à la joaillerie. Enfin, au Nord-Est, existe un autre filon, dans lequel la tourmaline, en longues baguettes d'un vert olive, est englobée par du quartz blanc. Dans la même région, abondent aussi des filons de pegmatite à quartz rose contenant de la tourmaline noire.

A Antandrokomby, la plupart des filons ont une direction Est-Ouest : ils sont engagés dans des cornéennes, alternant avec des cipolins. Trois d'entre eux, espacés d'une centaine de mètres, ont été explorés ; ils ont respectivement 1 m. 50 et 0 m. 40 d'épaisseur et ont été suivis sur plus de 700 m. La tourmaline noire y abonde, ainsi que les variétés vertes, brunes, etc., mais ce gisement fournit surtout d'admirables rubellites d'un rouge sombre, qui se trouvent fréquemment dans

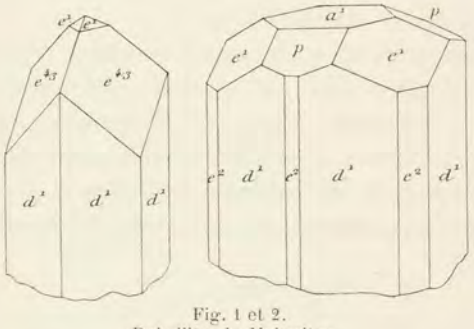


Fig. 1 et 2.
Rubellite de Maharitra.

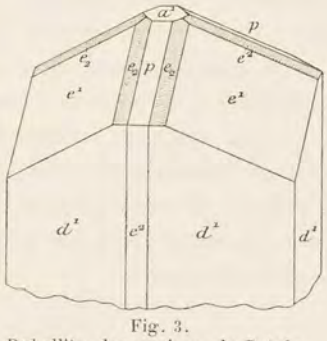


Fig. 3.
Rubellite des environs de Batafo.

des géodes en cristaux bipyramidés : la tourmaline d'un vert bleuâtre s'accumule parfois au contact immédiat avec le calcaire. Il faut noter en outre, comme élément essentiel, du triphane opaque, concentré sur les bords des filons et englobant des cristaux de rhodizite et de microlite.

Dans ces gisements et dans ceux de la même région, la tourmaline noire a généralement des formes simples, d^1 (facies hexagonal) ou $^1/_2$ e^2 (facies triangulaire), dominants ; e^1 est la terminaison la plus fréquente, avec ou sans p, a^1, b^1. J'ai observé un cristal drusique très allongé, implanté sur quartz et provenant d'Ambalaroy, qui est terminé à une extrémité par p et à l'autre par p et b^1 ; de petits cristaux d'Ampohinana, à facies hexagonal, englobés dans la muscovite sont au contraire raccourcis suivant l'axe c et terminés par p. Ces cristaux noirs ne présentent pas de particularité remarquable, sauf parfois leurs très grandes dimensions (Ambalaroy, Tongafeno) ; ils peuvent atteindre plusieurs décimètres de longueur et quelques kilogrammes en poids.

Les cristaux de tourmalines polychromes sont plus intéressants : souvent ils sont complètement ou partiellement homogènes et transparents ; ils fournissent alors de fort belles pierres, utilisées pour la joaillerie ; c'est leur recherche qui a déterminé l'exploitation de ces pegmatites.

Ils ont communément plusieurs centimètres de longueur et peuvent atteindre d'énormes dimensions, tel l'un d'eux (rubellite), provenant de Maharitra, qui pèse 5 kg. 840 et mesure 38 cm. suivant l'axe vertical et 9 cm. de diamètre. Il en existe de plus gros encore, comme ceux provenant d'Anjanabonoina, à l'ouest-sud-ouest de Betafo ; ils sont alors peu allongés suivant l'axe vertical et de grand diamètre ; celui, dont une section est représentée par la figure 12, pèse 3 kg. 4 et mesure 11 cm. de hauteur sur 13 cm. de diamètre. J'ai vu un cristal brisé du même gisement, dont le poids atteint 15 kg.

Ces cristaux sont en moyenne pauvres en formes terminales : j'ai observé les suivantes, classées d'après leur situation aux pôles antilogue ou analogue. Dans la zone verticale, c'est soit d^1 (cristaux à section hexagonale), soit $^1/_2\ e^2$ (cristaux à section triangulaire) qui domine : ils sont parfois accompagnés de prismes, difficiles à préciser, à cause de leurs profondes cannelures, cependant k $(41\bar{5}0)$ est parfois distinct.

Pôle antilogue	Pôle analogue
$^1/_2\ a^1$ (0001)	$^1/_2\ a^1$ $(000\bar{1})$
$^1/_2\ p$ $(10\bar{1}1)$	$^1/_2\ p$ $(\bar{1}011)$
$^1/_2\ e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$	
$^1/_2\ b^1$ $(01\bar{1}2)$	$^1/_2\ b^1$ $(0\bar{1}\bar{1}\bar{2})$
$^1/_2\ e^1$ $(02\bar{2}1)$	$^1/_2\ e^1$ $(0\bar{2}2\bar{1})$
$^1/_2\ e^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$	
$^1/_2\ e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$	
$^1/_2\ e_2$ $(12\bar{3}2)$	
$^1/_2\ e_{1/2}$ $(13\bar{4}1)$	
$^1/_2\ e_{1/3}$ $(24\bar{6}1)$	

La richesse en faces du pôle antilogue est un fait général dans la tourmaline ; mais ici elle est due particulièrement à ce fait que les cristaux sont presque toujours attachés à leur gangue par le pôle analogue, et que, dans ce cas, seul le pôle antilogue est distinct. C'est ainsi que sur 130 cristaux de 2cm. à 2cm.5 de longueur (Maharitra) que j'ai examinés, 126 sont terminés par le pôle antilogue avec e^1 prédominant ; sur ce nombre, 70 (cristaux d'un vert bleuâtre ou rosâtre) présentent, en outre, $e^{3/2}$; sur les autres (cristaux mi-roses et mi-verts),

$e^{4/3}$ est plus ou moins développé. Les faces $e^{4/3}$ sont souvent striées parallèlement à leur intersection avec e^1 ; celles de $e^{3/2}$ sont ternes et n'ont pu être mesurées qu'en collant une lame de verre à leur surface. Sur les cristaux de Maharitra, le rhomboèdre p est rare au pôle antilogue.

	Angles calculés.	mesurés.
$e^1\ e^{4/3}$	164°53′	164°36′
$e^1\ e^{3/2}$	167° 6′	166°43′ à 56′

Parmi les formes indiquées plus haut, une mention spéciale est due au rhomboèdre, relativement rare, $e^{1/2}$; il forme des facettes très brillantes sur de beaux cristaux très verts d'Ampasihiatra et de Maharitra, parfois teintés de rose, dans lesquels il est associé à e^1 (dominant), a^1 et d^1, avec $_{1/2}$ e^2 très réduit (fig. 4).

	Angles calculés.	mesurés.
$a^1\ \ e^{1/2}$	152°40′	152°38′
$e^{1/2}\ e^1$	161°23′	161°24′

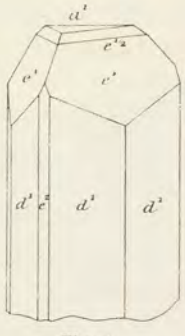


Fig. 4.
Tourmaline rose et verte d'Ampasihiatra (Faciès hexagonal).

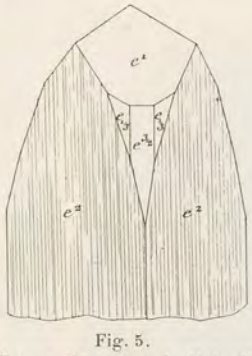


Fig. 5.
Tourmaline verte de Maharitra (Faciès triangulaire).

Les faces e_2 sont généralement ternes : je les ai rarement observées dans les cristaux de la vallée de Sahatany, mais je les ai vues bien développées sur des cristaux de rubellite (e^1, e_2, p, a^1, e^2, d^1) des environs de Betafo (fig. 3).

J'ai rencontré $e_{1/3}$ ($2\bar{4}\bar{6}1$) à faces larges, mais ternes sur de gros cristaux vert foncé de Maharitra (fig. 5), dont toutes les faces du sommet sont d'un jaune pâle ($e^1\ e_{1/3} = 151°59'$ obs., $14'$ calc.).

Les cristaux sont exceptionnellement bipyramidés ; tel est le cas pour d'admirables échantillons de rubellite rouge foncé d'Antandro-

komby et d'Ampasihiatra (fig. 6 à 9), dont le pôle analogue est constitué par p et e^1, et le pôle antilogue, soit par e^1 seul, soit par a^1 (face large

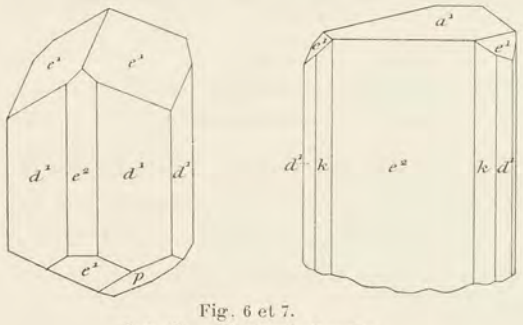


Fig. 6 et 7.
Rubellitte d'Antandrokomby.

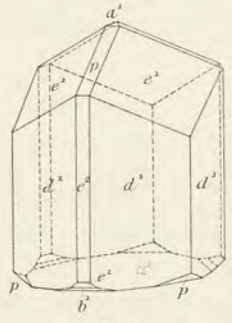


Fig. 8.
Rubellite d'Ampasihiatra.

et brillante) avec e^1, ou bien avec p, e^1, b^1. Ces cristaux de rubellite sont quelquefois réguliers (Ampasihiatra), mais plus fréquemment ils offrent des irrégularités dans le développement de leurs faces. Ils sont parfois aplatis suivant une face e^2, ce qui entraîne une exagération dans le développement de certains plans du sommet ; dans d'autres cas, cette dernière particularité est seule réalisée, sans aplatissement spécial. La disposition la plus générale consiste alors dans l'hypertrophie d'une face e^1, en zone avec une très petite face a^1 et une face p linéaire ; les deux autres faces e^1 sont réduites ; cette anomalie est réalisée dans un admirable cristal de rubellite rouge foncé (Maharitra) de la collection du Muséum, qui pèse 419 gr. et mesure 8 cm. $\times$ 7 $\times$ 5.



Fig. 9.
Cristal bipyramidé de rubellite d'Ampasihiatra. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Les cristaux de couleur pâle, qui sont les plus abondants à Maharitra, sont en général plus réguliers, mais il y a des exceptions, c'est ainsi que la figure 10 représente un cristal rosé et grisâtre, à aspect monoclinique par suite de l'existence

dans son pointement d'une seule face b^4 ($01\bar{1}2$), bordée par deux faces p ; toutes trois sont striées parallèlement à leur intersection mutuelle.

Ces tourmalines présentent d'extrêmes variations de couleur, non seulement dans les individus provenant d'un même gisement, mais dans un même cristal. Il n'y a guère que certains de ceux de rubellite rouge rubis foncé, dont la couleur soit quelquefois parfaitement homogène dans toute l'étendue d'un individu cristallin. Quelques-unes de ces rubellites provenant d'Antandrokomby, ont un aspect aventuriné, grâce à de nombreuses inclusions de lépidolite.

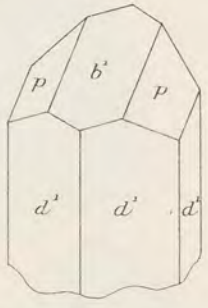


Fig. 10.
Tourmaline à développement anormal. Maharitra.

Le plus souvent, un même cristal possède deux ou plusieurs couleurs ; rouge (du rouge rubis au rose le plus pâle), jaune, brun, orangé, vert, bleu, gris ou même presque incolore ; parfois les couleurs d'un même cristal restent dans les nuances voisines, mais l'inverse est souvent réalisé. Ces variations de coloration, fort intéressantes au point de vue minéralogique, rendent fréquemment de belles pierres inutilisables pour la joaillerie [1] ; elles sont soumises d'ailleurs à quelques règles ; j'ai observé en effet les principaux cas suivants :

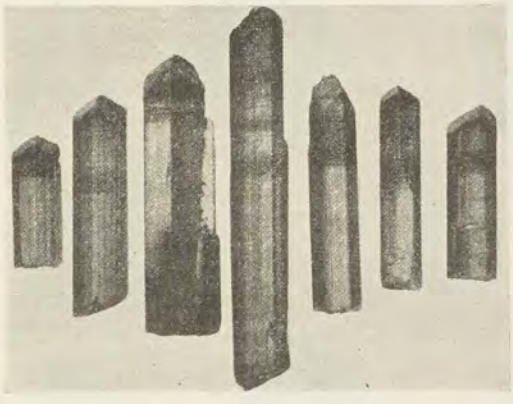


Fig. 11.
Tourmalines de Maharitra, offrant une dissymétrie de coloration par rapport à l'axe vertical ; les parties claires sont roses, les autres (pôle antilogue) vertes. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Disposition dissymétrique par rapport à l'axe vertical. La coloration peut être disposée d'une façon dissymétrique aux deux

1. Les pierres utilisées pour la joaillerie sont celles qui ont une couleur homogène ; celles d'un rouge rubis ont la plus grande valeur, pouvant atteindre 60 fr. le carat. Ce sont les variétés jaunes et particulièrement celles d'un jaune d'or, rappelant la cymophane (chrysobéryl), qui sont les plus spéciales à Madagascar.

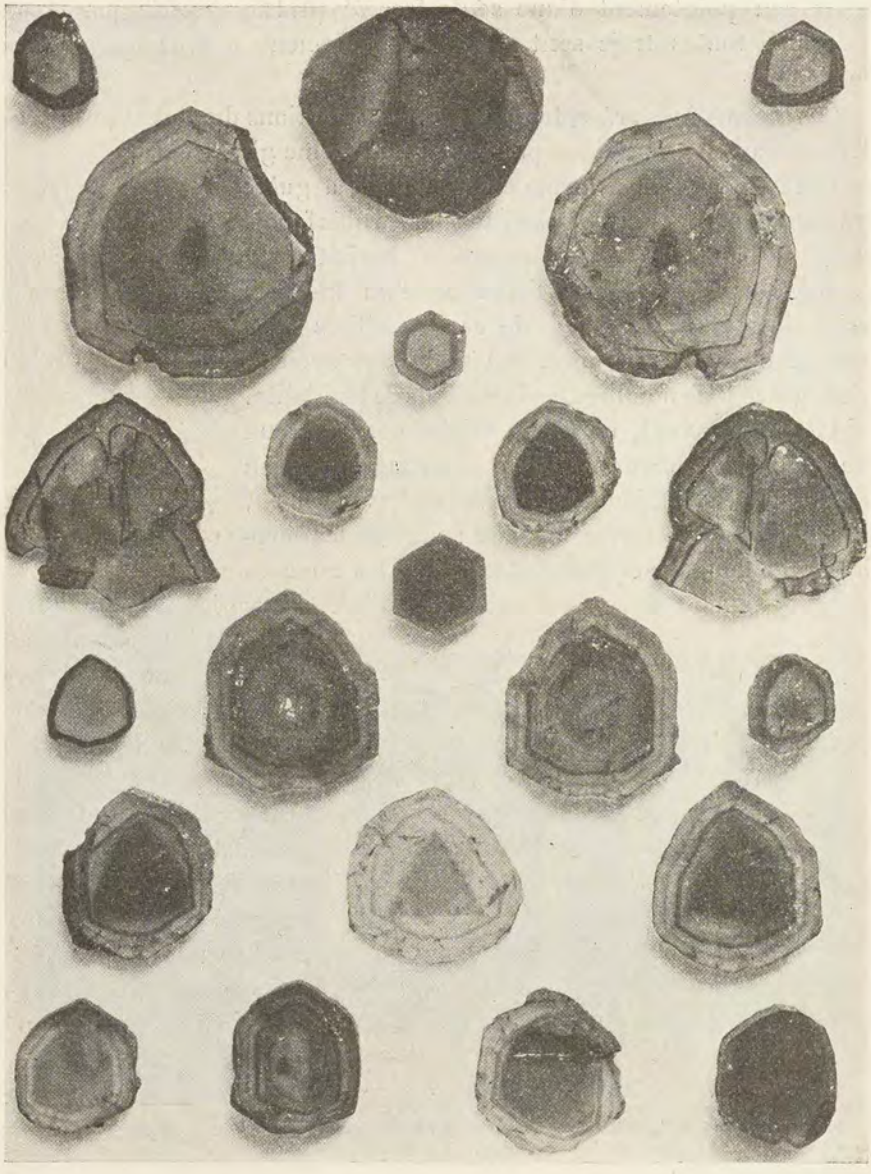


Fig. 12.

Sections transversales de tourmalines de Maharitra présentant divers types de disposition concentrique, avec ou sans division en secteurs. Les parties foncées sont vertes ou rouge sombre, et plus rarement d'un jaune verdâtre et les claires, rosées. (*Photographie à peu près grandeur naturelle.*)

extrémités du cristal, en rapport avec son hémimorphisme ; un des cas les plus fréquents est celui dans lequel le pôle antilogue, terminé par e^1, est vert et le pôle analogue, par lequel le cristal est fixé sur sa gangue, rose ; c'est la disposition réalisée par les jolis cristaux de Maharitra, dont j'ai parlé plus haut, ayant de 2 cm. à 2 cm. 5 de longueur et rappelant certains de ceux de l'île d'Elbe (fig. 11). Les passages d'une couleur à une autre sont brusques ou ménagés. Les tranches de couleurs différentes peuvent être encore plus nombreuses. M. Tirlet m'a signalé en particulier un cristal de grande taille (5 kg. 980), trouvé à Maharitra avec une vingtaine d'autres semblables; tous présentaient les mêmes particularités, le sommet était rouge de cuivre, puis se voyaient ensuite des tranches d'épaisseurs inégales : bleues, d'un gris rose, d'un bleu foncé, puis rouges.

Une variante de ce cas est réalisée, quand des cristaux, par ailleurs assez homogènes comme couleur, ont seulement les faces du sommet d'une coloration spéciale. Ainsi à Maharitra, les rubellites d'un rose pâle ont souvent leurs faces e^1, jaunes. J'ai vu une rubellite rose pâle d'Anosivolo terminée par une base d'un beau bleu.

Disposition concentrique. Le cristal est formé par des zones concentriques parallèles à l'axe vertical ; le centre, par exemple, rouge foncé homogène, est entouré par une enveloppe extérieure jaune ou verte ; la disposition inverse est moins commune ; ces zones peuvent être très nombreuses, avec récurrence des mêmes couleurs. Si les conditions de la cristallisation sont restées à peu près constantes au cours de l'accroissement, les enveloppes concentriques ont toutes la même forme ; si, au contraire, elles ont varié, certaines zones peuvent avoir une forme spéciale, être triangulaires ($^1/_2\ e^2$) par exemple au centre, avec enveloppes extérieures formées par d^1, avec ou sans $^1/_2\ e^2$. Plus rarement, j'ai vu un triangle central violet foncé, enveloppé dans un hexagone de même couleur, mais plus clair, lui-même inscrit dans un prisme hexagonal verdâtre, correspondant à d^1, alors que le précédent représentait $^1/_2\ e^2$. Le rhomboèdre terminal peut aussi varier d'inclinaisons.

Quand le cristal possède une terminaison distincte, tantôt les rhomboèdres du sommet ont la couleur de l'enveloppe extérieure et tantôt celle du centre. J'ai entre les mains un cristal zoné, rose et vert pâle, dont la partie centrale est d'une teinte rose homogène sur une portion de sa hauteur, alors que dans une autre partie, il existe en son milieu

un rhomboèdre e^1, vert foncé, facile à étudier, grâce à une plaque de 8 mm. d'épaisseur, que j'ai pu faire tailler parallèlement à la base.

Enfin, il existe des cristaux bacillaires à composition complexe, formés par la réunion d'individus parallèles, originellement isolés et de même couleur, plus tard réunis en un seul cristal, par un apport de matière de couleur différente.

Dans quelques cas, le cristal s'est accru par dépôt alternatif de couches diversement colorées sur les faces du rhomboèdre terminal e^1 ; il en résulte une division en trois secteurs triangulaires des sections transversales de ces cristaux encapuchonnés. Comme dans les plagioclases, le passage d'une zone à une autre se fait quelquefois d'une façon insensible quand les changements de composition du milieu ont été faibles et continus, mais si le cristal s'est accru longtemps, avec changements brusques de composition, il en résulte dans chacun des secteurs triangulaires une série de bandes successives à contours nets, bien mises en évidence dans la figure 13, réduction d'une photographie faite par contact direct de la plaque du gros cristal [1] d'Anjanabo-

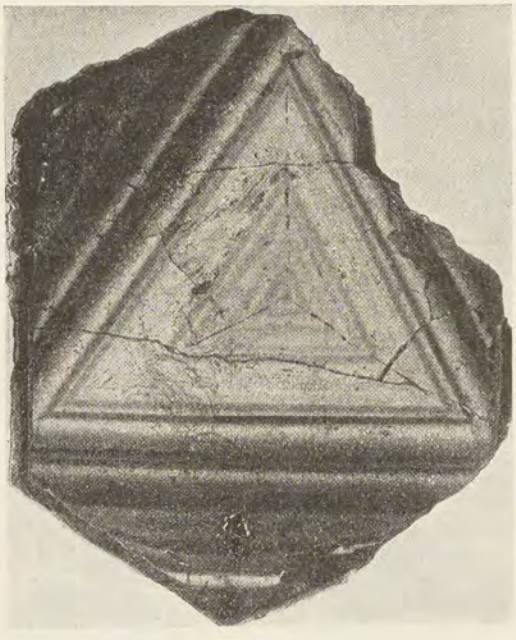


Fig. 13.
Section a^1 (0001) d'un cristal d'Anjanabonoina : les parties claires sont roses, les foncées vertes. (*Réduction d'un tiers environ, d'une photographie faite par contact direct.*)

1. M. Termier a signalé (*B.S.M.* XXXI. 138. 1908) des cristaux identiques et provenant du même gisement : ils possèdent en outre de e^1, d^1 et $_{1/2}\,e^2$, les formes e_2 $e_{1/2}$ et un scalénoèdre indéterminable de la zone $e_{1/2}$ $e^{1/3}$. M. Termier pense que le cristal s'est formé par l'accroissement d'un prisme triangulaire

noina, dont il a été question plus haut. Généralement, comme dans cet échantillon, la cristallisation se termine par la production d'une enveloppe uniforme, parallèle à l'axe vertical.

J'ai vu plusieurs exemples des secteurs triangulaires présentant une autre disposition ; ils sont déterminés dans une section basique par des traits rouges, se coupant suivant des angles de 120°. En examinant des plaques suffisamment épaisses, on voit que ces traits correspondent à l'intersection de plans colorés, parallèles à l'axe vertical ; ils ne peuvent donc plus s'expliquer par des dépôts produits sur des faces rhomboédriques comme les précédents ; leur interprétation est fournie par des cristaux de Maharitra, dont les arêtes culminantes e^1 sont remplacées par une gouttière, limitée par de petites facettes e^1 ; le cristal, en apparence simple, est, par suite, constitué par le groupement régulier de trois cristaux fournissant chacun l'une des faces e^1 de l'assemblage. Si l'on imagine que les plans de jonction de ces trois cristaux soient colorés en rouge, la section transversale de leur groupement fournit l'apparence qu'il s'agit d'expliquer ; par leur disposition, ces groupements sont à comparer à ceux de calcite représentés par la figure 137 de la page 500, du tome III.

Ces divers cas de structure sont bien mis en évidence par la figure 12, qui reproduit la section basique de quelques-uns des cristaux que j'ai étudiés. Dans un cristal très allongé, on peut quelquefois observer les deux cas principaux de disposition concentrique qui viennent d'être étudiés, suivant qu'on les taille près ou loin d'un sommet rhomboédrique.

Il me reste à signaler l'assez grande fréquence de cristaux limpides, dont les faces rhomboédriques sont opaques, mais brillantes.

Comme autre accident de structure, j'indiquerai la fréquence de la structure cylindroïde, dont il a été incidemment question plus haut : elle se trahit soit dans la zone verticale seulement, soit dans celle-ci et sur les sommets ; cette particularité est extrêmement fréquente dans les cristaux de Maharitra. Il en est de même pour la structure fibreuse ;

à zones concentriques parallèles à l'axe vertical, plus tard corrodé pour donner naissance à un prisme hexagonal. L'exactitude de mon interprétation peut être mise en évidence par l'examen de sections parallèles à l'axe vertical de ces cristaux et aussi de sections transversales : on voit dans ces dernières notamment que les bandes successives de chaque secteur sont obliques à la lame et parallèles à une face e^1 ; j'ai même pu, dans une plaque transversale épaisse, obtenir un décollement suivant le plan de jonction de deux zones contiguës.

certains cristaux sont fibreux seulement dans une petite portion, située à l'intersection du prisme et du sommet. Il n'est pas rare, en outre, de trouver des cristaux brisés et ressoudés naturellement (fig. 14).

Enfin, j'ai observé une curieuse particularité dans des fragments de cristaux d'un vert foncé suivant c et d'un violacé sombre dans la direction perpendiculaire. Ce sont des globules un peu aplatis perpendiculairement à l'axe vertical. Sur ces surfaces d'aplatissement, on voit trois séries de cannelures venant se réunir au centre (elles correspondent sans doute aux arêtes rhomboédriques) et limitant trois secteurs triangulaires à surface courbe ; ces globules, à aspect perlitique, ont été obtenus en brisant l'extrémité supérieure de gros cristaux.



Fig. 14.
Groupe de cristaux de tourmaline rose fibreuse, brisés et ressoudés naturellement. Maharitra. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Dans les géodes de Maharitra, il existe parfois deux générations de tourmaline ; la plus récente consiste en aiguilles d'un rose très pâle (avec souvent les faces e^1 jaunes) ou même incolores, parfaitement limpides ; elles forment de délicats buissons sur des cristaux plus gros du même minéral ou sur des cristaux drusiques de béryl rose.

Les tourmalines polychromes de Madagascar ne sont jamais que localement uniaxes ; l'uniaxie est acquise par des entrecroisements de plages biaxes (plan des axes parallèle ou perpendiculaire au côté extérieur des secteurs triangulaires), dans lesquelles l'écartement des axes peut être relativement assez grand (2 E peut atteindre 25° environ). Cette biaxie n'est le propre d'aucune couleur spéciale ; elle ne m'a pas paru varier d'une façon systématique dans un même cristal avec les changements de couleurs. Elle n'est pas liée davantage à une structure plutôt qu'à une autre ; on l'observe aussi bien dans les cristaux divisés en secteurs que dans ceux qui n'en présentent pas.

Tout récemment, MM. Duparc, Wunder et Sabot ont décrit (*Arch. sc.*

phys. nat. Genève. XXIX. 62. 1910 et *op. cit.*) des cristaux du genre des précédents provenant de gisements plus ou moins voisins, mais distincts de ceux que j'ai étudiés : ils se trouvent dans les mêmes conditions géologiques, et sont simples de forme : Antsangambato, 1° cristaux à section triangulaire portant le prisme k $(41\bar{5}0)$, avec $^{1/2}\ e^2$, d^1, et terminés par $a^1\ e^1$ ou pe^1 ; 2° rubellite d'un rouge-rubis, comme celle d'Antandrokomby en cristaux bipyramidés : d^1 (dominant), $^{1/2}e^2$, terminés par e^1 et par $e^1\ p$, deMoroandro, de Tsilaizina [tourmalines de couleurs claires et variées, zonées comme celles de Maharitra ; un seul cristal a été trouvé, il est terminé par $e^{4/3}$ $(0\bar{7}72)$; elles accompagnent le béryl rose et la spessartine] ; Ambondromany (rubellite foncée). La figure 15 représente, d'après ces savants, mais avec une interprétation différente, une tourmaline noire des environs d'Ambositra, portant le scalénoèdre $u = (b^{1/7}\ d^{1/8}\ d^{1/2})$ $(23\bar{5}1)$ [$u\ u$ s. $e^x < ^2$ 137°24′ ; s. $e^x > ^2$ 113°58′; pu 147°2′].

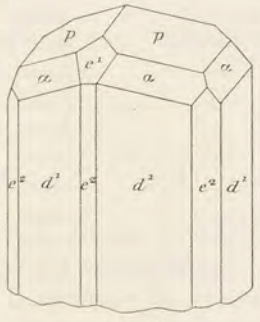


Fig. 15
Tourmaline d'Ambositra.

Les savants genevois ont publié les analyses suivantes montrant que ces tourmalines sont plus riches en sodium qu'en lithium, que les rouges et les roses sont plus calciques et moins manganésifères que les jaunes, les brunes et les vertes : comme toujours, les types noirs sont très ferrifères, mais ils sont en outre, eux-aussi, riches en manganèse.

Antsangambato : *a* rouge foncé ; *b* rouge plus clair.
Maroando : *c* rose.
Antaboka ; *d* rouge.
Tsilaizina : *e* rose ; *f* jaune-paille ; *g* brune ; *h* noire.

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*
SiO^2.....	37,72	37,78	37,06	37,29	37,52	36,77	35,79	35,54
Al^2O^3....	41,14	41,25	40,53	38,91	40,08	39,12	40,06	37,43
Fe^2O^3....	0,65	0,42	0,40	0,78	0,40	0,58	0,61	4,07
B^2O^3.....	9,58	9,46	11,03	10,05	10,70	9,90	10,22	10,97
MnO.....	1,72	1,83	1,23	0,52	0,63	5,14	5,85	5,69
MgO.....	0,24	0,20	0,43	0,30	0,39	0,21	0,19	0,13
CaO.....	0,90	1,03	2,58	4,10	2,44	0,77	0,90	0,58
Li^2O.....	1,13	1,01	0,11	1,03	0,66	0,59	0,18	0,11
Na^2O.....	2,12	2,39	0,80	0,76	1,58	1,47	1,22	1,42
K^2O.....	0,09	0,08	0,13	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10
F.....	0,78	0,81	1,23	1,40	1,05	1,24	0,90	0,73
H^2O.....	4,16	4,08	4,02	4,39	4,14	3,88	3,81	3,44
	100,23	100,34	99,55	99,63	99,68	99,77	99,83	100,21

Ils ont mesuré les indices suivants (Na), extraits de leur second mémoire, qui rectifie les valeurs du premier ; les échantillons mesurés ne sont pas ceux qui ont été analysés, mais ils ont la même couleur.

		n_g	n_p	$n_g - n_p$	2E	Densité
Antsangambato	*a* rouge foncé	1,6448	1,6251	0,0197	5°32′	3,005
—	*b* rouge clair	1,6376	1,6199	0,0177	5°41′	3,015
Maroando	*c* rose pâle	1,6408	1,6246	0,0162	14° 3′	2,978
—	rouge	1,6394	1,6237	0,0157	8°18′	
Antaboka	*d* rouge	1,6411	1,6256	0,0155	6°20′	3,047
Tsilaizina	*e* rose pâle	1,6374	1,6214	0,0160	7°33′	3,061
—	*f* jaune paille	1,6430	1,6224	0,0206	8° 3′	3,102
—	jaune plus foncé	1,6464	1,6243	0,0221	6°29′	3,111
—	jaune brun	1,6460	1,6239	0,0221	10° 6′	2,978
—	*g* brun-verdâtre	1,6470	1,6244	0,0226	8°54′	3,073
—	brun foncé	1,6481	1,6250	0,0231	7°34′	3,011
—	*h* noire	1,6525	1,6279	0,0246	0	3,127

La tourmaline noire n'est pas localisée à Madagascar dans les gisements qui viennent d'être étudiés ; elle abonde dans les pegmatites de toute l'île, mais elle paraît n'y présenter que des formes communes.

J'en ai vu de beaux cristaux provenant du mont Ambohiholo dans la région de Miandrarivo ($^1/_2\ e^2\ p\ b^1$), du sud-ouest du Beampihozy, affluent de la Linta (gros cristaux nets et pegmatite graphique de tourmaline et de quartz) et de Kokomba, au sud-est d'Ampotaka (pays Mahafaly), où se trouve aussi de la tourmaline finement fibreuse. Le même minéral se trouve aussi au sud d'Ankavandra, à l'ouest du Menabé (gros cristaux noirs, engagés dans le microcline passant à l'amazonite) [1].

GROUPE DE LA LAWSONITE

Ce groupe comprend les trois espèces suivantes, dont la dernière seule a été décrite tome I, p. 111.

Lawsonite . . . } $H^4CaAl^2Si^2O^{10}$
Hibschite . . . . }
Carpholite . . . $H^4MnAl^2Si^2O^{10}$.

1. M. Piutti vient de montrer (*Gazzetta chim. ital.* XL. parte I. 1910) que les tourmalines de Madagascar et de quelques gisements métropolitains, que je lui ai communiquées, possèdent une faible radioactivité et contiennent des traces d'hélium ; dans les cristaux zonés de Maharitra, la partie externe présente ces propriétés plus développées que dans le centre.

LAWSONITE

$H^4CaAl^2Si^2O^{10}$.

Orthorhombique : $mm = 112^o\ 44'$.

$b : h = 1000 : 614{,}87$ $\quad D = 832{,}59$ $\quad d = 553{,}83$

$[a : b : c = 0{,}6652 : 1 : 0{,}7385$. (Ransome)].

Macles. — Macle suivant m : $mm = 154^o32'$

Facies. La lawsonite forme des cristaux rectangulaires allongés et des masses grenues.

Clivages. Clivages, parfait suivant g^1 (010), facile suivant p (001), traces suivant m (110).

Dureté. 8. Raye la topaze et est rayée par elle.

Densité. 3,084.

Coloration et éclat. Incolore ou bleuâtre. Translucide ; devient opaque par altération. Structure zonée avec colorations différentes.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) normale à p (001) : $\rho < v$

$\mathbf{n}_g = 1{,}684$ (Na) Ransome.
$\mathbf{n}_m = 1{,}669$
$\mathbf{n}_p = 1{,}665$ d'où $2V = 84^o6'$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}019$

Pléochroïsme. Les cristaux bleuâtres sont pléochroïques en lames très épaisses $\mathbf{n}_g$ et $\mathbf{n}_m$ = incolore, $\mathbf{n}_p$ = bleuâtre.

Composition chimique. La composition théorique correspondant à la formule $H^4CaAl^2Si^2O^{10}$ ou $Ca\ (Al.2OH)^2(SiO^3)^2$ est la suivante :

SiO^2	38,2
Al^2O^3	32,5
CaO	17,8
H^2O	11,5
	100,0

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau en gonflant et en donnant un verre blanc bulleux. Donne de l'eau dans le tube. Facilement attaquable par l'acide chlorhydrique bouillant.

Diagnostic. Se distingue aisément par sa forme et par ses propriétés optiques et notamment par sa biréfringence.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La lawsonite est un minéral essentiel de certaines roches métamorphiques et particulièrement de celles produites par transformation de roches éruptives basiques.

Alpes. — *Hautes-Alpes.* M. Termier a signalé (*B. S. M.* XXVII. 265. 1904) la lawsonite dans des schistes à glaucophane dérivant d'un gabbro et se trouvant au milieu des schistes lustrés de Saint-Véran, dans la haute vallé de l'Aigue Blanche.

Au delà de la frontière, M. Franchi a montré, dès 1896, l'abondance de la lawsonite dans les amphibolites des Alpes (notamment haute vallée de Chianale) et discuté son origine (*Att. R. Acc. Scienz. Torino.* 27 déc. 1906 et *Bol. Soc. geol. ital.* XVI. 73. 1896).

Corse. — J'ai rencontré (*B. S. M.* XX. 310. 1897) en abondance ce minéral sous forme de baguettes rectangulaires dans les gabbros saussuritisés et glaucophanisés de nombreuses localités de cette île (Vieux pont de Piedicorte sur le Tavignano, Basanera de Bastia en particulier) et dans des schistes à glaucophane (Rutelli et Campitello, Santa-Maria-di-Poggo).

La lawsonite y provient toujours de la transformation de plagioclases basiques ; elle est associée, suivant les localités, à de l'épidote, des chlorites, ou de la glaucophane ; c'est le minéral que j'ai signalé tome I (p. 708) comme de nature indéterminée ; peu après la publication de ce volume, je l'ai identifié avec la lawsonite que M. Ransome venait de trouver en cristaux macroscopiques dans la presqu'île de Tiburon en Californie et M. Franchi dans les Alpes.

Nouvelle-Calédonie. — La lawsonite se rencontre dans des gabbros glaucophanisés de la vallée du Diahot, qui sont très analogues à ceux de Corse et des Alpes.

HIBSCHITE

$H^4CaAl^2Si^2O^{10}$

Cubique.

Facies des cristaux. Constitue des octaèdres réguliers ne dépassant guère 80 μ.

Dureté. 6.

Densité. 3,05.

Coloration et éclat. Incolore en lames minces ; le minéral isolé de sa gangue est gris jaunâtre à cause des inclusions de mélanite.

Groupement avec d'autres minéraux. La hibschite n'a été rencontrée qu'en cristaux enveloppant un rhombododécaèdre de mélanite.

Propriétés optiques. En général, monoréfringente, mais présente parfois une légère biréfringence, avec division en secteurs, comme dans des grenats octaédriques. $\mathbf{n}_m = 1{,}67$.

Composition chimique. L'analyse publiée par M. F. Cornu indique la même composition chimique que pour la lawsonite.

Essais pyrognostiques. Infusible ; fortement chauffée, donne de l'eau dans le tube. Facilement attaquée par les acides.

Altérations. Se décompose parfois en calcite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La hibschite a été décrite par M. F. Cornu (*T. M. M.* XXV. 249. 1906), qui l'a trouvée tout d'abord dans des fragments de marnes calcaires, enclavés dans la phonolite de Marienberg près Aussig (Bohême).

Plateau Central. — *Ardèche.* Le même savant a reconnu que la

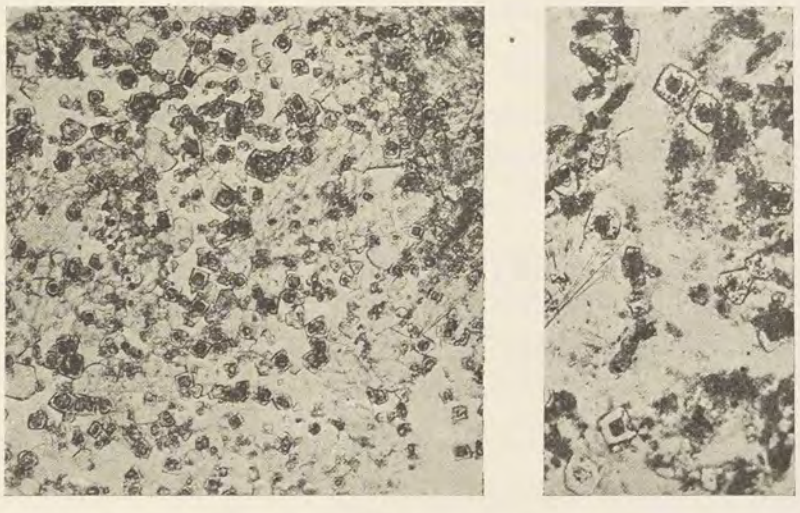


Fig. 3.
Hibschite limpide entourant mélanite dans enclave calcaire de la phonolite de Marienberg (à gauche), du basalte d'Aubenas (à droite). (*Photographie en lumière naturelle : grossissement de 50 diamètres*).

zone incolore entourant les rhombododécaèdres microscopiques de

mélanite, que j'ai signalés jadis, dans des enclaves calcaires des basaltes d'Aubenas (*Les encl. des roches volc.* 1893. 149) est identique à la hibschite d'Aussig, avec cette différence toutefois que dans ceux des échantillons qui présentent en lumière polarisée une division en secteurs, le signe de l'indice, normal aux contours d'une face octaédrique, est inverse de celui du minéral bohémien.

La figure 1 représente à gauche la hibschite de Marienberg, d'après un échantillon que je dois au regretté minéralogiste autrichien, et à droite celle d'Aubenas.

BERTRANDITE (T. I, p. 113).

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* De jolis cristaux de bertrandite ont été trouvés en décembre 1906, avec apatite bleue, dans une fouille faite rue de la Poudrière à Nantes.

GROUPE DES HUMITES (T. I, p. 119).

Composition chimique. Depuis la publication du tome I (page 119), d'intéressants travaux, publiés notamment par MM. Penfield et Howe, sont venus modifier ce qui a été exposé page 119 sur la constitution des minéraux de ce groupe. Ces derniers constituent une série, dans laquelle chaque terme diffère du précédent par addition d'une molécule de forstérite ; les paramètres c sont entre eux comme les atomes de magnésium.

		a	b	c	zx
**Prolectite*...	$Mg\,[Mg\,(F,OH)]^2[SiO^4]$?	1,0803 :	1 :	$3\times0,6287$	
Chondrodite.	$Mg^3[Mg(F,OH)]^2[SiO^4]^2$	1,0863 :	1 :	$5\times0,6289$	90°
Humite.....	$Mg^5[Mg(F,OH)]^2[SiO^4]^3$	1,0802 :	1 :	$7\times0,6291$	
Clinohumite.	$Mg^7[Mg(F,OH)]^2[SiO^4]^4$	1,0803 :	1 :	$9\times0,6258$	90°

Propriétés optiques. Pour des échantillons de Nordmarken, M. Sjögren a obtenu :

	2V	n_m
Humite.....	67°54′	1,643
Chondrodite.....	79°40′	1,659
Clinohumite.....	79°27′	1,670

Pyrénées. — *Ariège*. Les cipolins qui apparaissent au pied oriental du port de Saleix renferment en abondance de la chondrodite et de la humite jaunes, associées à du spinelle, à de la phlogopite, etc. Ces cipolins sont souvent bréchiformes.

J'ai rencontré les mêmes associations dans des cipolins du massif du pic des Trois Seigneurs, près de Carniès.

Pyrénées-Orientales. La chondrodite se rencontre dans les cipolins de Notre-Dame de las Salinas sur la frontière d'Espagne. Elle est concentrée sur le bord de lits constitués par du diopside et de la trémolite incolores.

Madagascar. — Les minéraux du groupe de la humite sont très abondants dans les cipolins de la Grande Ile, où ils sont accompagnés de spinelle, de phlogopite etc. ; quelques gisements mériteraient d'être signalés dans les ouvrages de Minéralogie au même titre que ceux de Finlande et de l'état de New-York.

Tels sont ceux du pays Mahafaly, situés en particulier sur la route reliant Ejeda, Ampanihy et Ampotaka ; dans les échantillons que j'ai étudiés (*B. S. M.* XXX. 38. 1907) et que je dois à M. Colcanap, les gros grains de chondrodite et de humite jaunes, atteignant parfois 1 cm. de diamètre, sont toujours accompagnés de phlogopite, de graphite et de spinelle, qui appartient d'ordinaire au pléonaste, mais parfois au spinelle rose pâle.

GROUPE DES ÉPIDOTES

ZOÏSITE (T. I, p. 128 [1]).

Propriétés optiques. Des Cloizeaux a montré depuis longtemps que dans la zoïsite, la bissectrice aiguë est *positive* ($\mathbf{n}_g$), et toujours perpendiculaire au clivage h^1 (100), mais qu'il existe deux types distincts, suivant que le plan des axes optiques est parallèle à g^1, avec dispersion $\rho < v$, ou qu'il lui est perpendiculaire, avec dispersion $\rho > v$, les deux orientations pouvant être associées ou enchevêtrées dans un même cristal.

M. Termier a proposé [2] d'appeler le premier type, *zoïsite* α et le second

1. A cette page, il s'est glissé une erreur dans la valeur de c ; il faut lire 0,34682 au lieu de 0,47382.

2. Dans cette note, on lit à la page 155 : « M. Lacroix me paraît être dans l'erreur, quand il fait dire à Des Cloizeaux que les axes rouges des cristaux de la

zoïsite β (*B. S. M.* XXI. 148. 1898), en insistant sur la plus grande intensité de la dispersion du type α. Les propriétés optiques de ces deux types peuvent donc être résumées de la façon suivante :

zoïsite α : plan des axes g^1. Disp. $\rho < v$ très grande; $2V = 0$ à $35°$ (Na)
— β : — p — $\rho > v$ moindre ; $2V <$ que dans le type α

En raison de sa grande dispersion, la zoïsite α présente au voisinage de h^1 des teintes bleuâtres, très caractéristiques, qui n'existent pas dans la zoïsite β.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* J'ai recueilli de gros cristaux gris de zoïsite, brisés et ressoudés par du quartz dans les contacts granitiques du lac Vert (Pic du Midi de Bigorre).

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* La collection du Muséum renferme un échantillon d'aplite de Saint-Yrieix supportant une croûte de zoïsite rose (*thulite*).

Alpes. — Les échantillons étudiés par M. Termier proviennent des schistes de la Vanoise et du Mont Pelvas, situé au fond de la vallée du Guil (Queyras). Dans ce dernier gisement, la zoïsite, de couleur rosée, forme avec prehnite, épidote et albite, des veinules dans des roches vertes ; elle a la composition suivante : SiO^2 40,92 ; Al^2O^3 31,80 ; Fe^2O^3 0,39 ; CaO 24,92 ; H^2O 1,69 = 99,72. Elle est régulièrement associée à l'épidote, de telle sorte que son g^1 (010) est parallèle au h^1 (100) de ce minéral et que les indices $\mathbf{n}_g$, $\mathbf{n}_m$ et $\mathbf{n}_p$ du type α coïncident à peu près respectivement aux indices $\mathbf{n}_p$, $\mathbf{n}_g$ et $\mathbf{n}_m$ de l'épidote (*B. S. M.* XXIII. 50. 1900).

Sau-Alp sont dans le plan p et les axes bleus dans le plan g^1. Des Cloizeaux n'a pas dit cela. En un point donné d'un cristal de la Sau-Alp, c'est un seul et même plan p ou g^1, qui contient les axes optiques de toutes les couleurs, mais il y a, dans un même cristal, des régions où c'est le plan p et d'autres ou c'est le plan g^1. » Je ne veux pas laisser croire que j'ai trahi la pensée de mon regretté maître ; le texte de Des Cloizeaux auquel j'ai fait allusion est le suivant : « Ainsi un cristal de la Sau-Alp en Carinthie a, dans certaines plages, ses axes correspondant à toutes les couleurs compris dans le plan g^1 avec $\rho < v$; dans d'autres plages, les axes rouges sont notablement séparés dans un plan normal à g^1 tandis que les bleus restent dans le plan qui lui est parallèle. » (*Nouv. Recherches sur les propriétés optiques des cristaux.* Mém. Savants étrangers, Paris. 1867. 107).

CLINOZOÏSITE ET ÉPIDOTE (T. I, p. 133).

Les minéraux du groupe de l'épidote présentent des biréfringences variées, en relation avec leur teneur en fer. M. Weinschenk (*Z. K.* XXVI. 161. 1896) a proposé de désigner sous le nom de *clinozoïsite* les types pauvres en fer et par suite voisins de la zoïsite au point de vue chimique. Ils sont essentiellement caractérisés par leur biréfringence, qui est de 0,01 ou plus faible. Le schéma des propriétés optiques de la clinozoïsite diffère en outre de celui de l'épidote en ce que le petit angle de 2 à 3° fait par $\mathbf{n}_p$ avec l'axe vertical, se trouve dans l'angle *obtus* de ph^1 et non plus dans l'angle *aigu*. Tandis que dans l'épidote, la bissectrice aiguë est *négative* avec $\rho > v$, la clinozoïsite est optiquement *positive* avec $\rho < v$; la dispersion des bissectrices est faible dans l'épidote et forte dans la clinozoïsite. Enfin, par suite d'une valeur différente de 2V, tandis que dans l'épidote le clivage p (001) est presque perpendiculaire à un axe optique, dans la clinozoïsite, il est très oblique sur celui-ci. Voici une série de constantes pour la lumière du sodium.

	Fe^2O^3	$\mathbf{n}_g$	$\mathbf{n}_m$	$\mathbf{n}_p$	$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p$	2V ($\mathbf{n}_p$)	
Epidote, Knappenwand	16 %	1,7677	1,7540	1,7305	0,0372	73°48′	(Klein)
Clinozoïsite, Rothenkopf	4	1,7343	1,7291	1,7238	0,0105	90°	(Weinschenk)
— Goslerwand	2	1,7232	1,7195	1,7176	0,0056	99°50′	—

La clinozoïsite et l'épidote s'observent souvent dans les mêmes cristaux ; dans ces associations, la clinozoïsite correspond aux zones de faible biréfringence signalées autrefois par M. Michel-Lévy et indiquées page 136.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. A l'îlot de la Comtesse près Erquy, se trouvent des masses d'épidote produites par l'enchevêtrement de gros cristaux atteignant 5 cm. suivant b sur lesquels on ne voit que les clivages p et h^1 ; ils sont accompagnés d'un peu de quartz.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. J'ai vu un fragment de granulite provenant du sommet du Grand Vignemale (versant occidental côté de la descente sur Gavarnie) et supportant des masses d'épidote fibreuse semblable à celle de Senet en Catalogne.

J'ai recueilli dans les éboulis de Pène-Blanque près du lac Bleu (massif du pic du Midi de Bigorre) de grandes baguettes souvent tordues et brisées d'un blanc gris jaunâtre à rapporter à la clinozoïsite. J'ai

recueilli des échantillons analogues dans les contacts granitiques du Pic d'Arbizon.

Ariège. C'est en partie à la clinozoïsite qu'il faut rapporter les cristaux d'épidote des contacts granitiques, que j'ai signalés tome I et en particulier ceux de Cabre. M. Azéma a décrit (*Bull. Muséum* 1906. 178) de beaux cristaux de ce genre, de couleur gris-perle, que j'ai recueillis dans ceux de Camp-Ras (vallée de Baxouillade, au Sud d'Ax). Très épais, ils ont plusieurs centimètres de longueur, sont accolés les uns aux autres et présentent des faces distinctes dans des cavités, originellement remplies par de la calcite : h^1 (100), p (001), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), a^3 ($\bar{1}03$), a^5 ($\bar{1}05$), $a^{6/7}$ ($\bar{7}06$).

La bissectrice aiguë est positive ; les cristaux sont zonés, ce qui rend leurs indices variables.

$$\begin{aligned} n_g &= 1{,}7200 \text{ à } 1{,}7202 \text{ (Na) (Gaubert)} \\ n_m &= 1{,}7149 \text{ à } 1{,}7143 \\ n_p &= 1{,}7103 \text{ à } 1{,}7091 \\ n_g - n_p &= 0{,}0097 \text{ à } 0{,}0111 \quad 2V = 86°29' \end{aligned}$$

L'analyse a fourni les résultats suivants : SiO^2 38,95 ; Al^2O^3 28,90 ; Fe^2O^3 5,75 ; FeO 1,08 ; CaO 22,80 ; MgO 0,35 ; H^2O 1,90 = 99,73. La densité est de 2,344.

Des cristaux plus petits, d'un blanc jaune paille, associés à des cristaux de quartz ou enchevêtrés pour former des masses miarolitiques, tapissent des géodes ou constituent des veinules dans les calcaires métamorphisés du Roc Blanc, du Roc de l'Encledous près du Port de Pallières et d'autres points de la bordure du massif granitique du Quérigut.

Alpes. — *Haute-Savoie.* D'après Favre (*op. cit.* II. 402), les gros cristaux du glacier d'Argentières (voir tome I, p. 143) proviendraient de géodes se trouvant au milieu de la protogine de l'aiguille du Tour Noir.

Hautes-Alpes. M. de la Durandière m'a communiqué de jolies aiguilles vertes d'épidote (type Cornillon), associées à du sphène, de l'albite, de la calcite, du quartz, dans les fentes d'une granulite des éboulis du couloir de Serre Martin, à 2 km. en aval du Grand-Clot en aval de Maison Neuve. De jolis cristaux verts associés à sphène, ripidolite, quartz, albite se trouvent à Muratouse, mais dans des géodes distinctes de celles contenant l'anatase.

Sahara. — M. E. Gautier m'a remis de gros cristaux enchevêtrés d'épidote (type Arendal) qu'il a recueillis (dans le granite?) à l'Adrar Aorsane au Nord de l'Aïr.

Tonkin. — M. Dupouy a trouvé (*op. cit.*) de beaux échantillons d'épidote bacillaire d'un vert foncé dans des veines de quartz traversant les gabbros de la rivière Noire aux environs de Van-Yen (avec axinite, grenats, etc.), ainsi qu'à That-Khé.

Madagascar. — J'ai observé de jolis cristaux d'épidote recueillis, isolés de toute gangue, dans le lit d'un ruisseau près du col d'Ikelivolana dans le sud du Betsiriry.

Des cristaux d'un vert-pistache se rencontrent dans la rivière Sahoindrano ; de gros cristaux du même type, rappelant ceux d'Arendal, ont été recueillis aux environs de Mangily, dans le bassin de la Loky.

J'ai décrit (*B. S. M.* XVII. 119. 1894) des cristaux d'épidote recueillis, avec quartz hyalin, aux environs d'Amboasary (Montagne de Hiaranandriana, à une journée de marche de Tananarive). Ils rappellent ceux d'Arendal, mesurent 1 cm. 5 de longueur et présentent la combinaison : $h^1\ h^3\ p\ a^2\ a^1\ e^1\ b^{1/2}$. Enfin, j'ai vu un bloc de quartz hyalin de la région de Vohemar renfermant un cristal brisé d'épidote de 12 cm. associé à de longues aiguilles de tourmaline.

ALLANITE (T. I, p. 156).

Iles anglo-normandes. — [*Jersey*]. M. Gaubert a signalé (*B. S. M.* XXIX. 55. 1906) dans les pegmatites de cette île des cristaux indistincts d'allanite qui, au lieu d'être microscopiques, comme dans les roches granitiques de Normandie et de Bretagne, mesurent 2 cm. de plus grande dimension.

IDOCRASE (T. I, p. 159).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. L'idocrase associée au grossulaire se rencontre dans les calcaires paléozoïques au contact du granite du massif du pic du Midi de Bigorre (lac Bleu, lac d'Oncet, près l'hôtellerie du pic, etc.), et dans les calcaires secondaires d'Ossun métamorphosés par une roche dioritique albitisée.

Ariège. Dans les contacts granitiques du Camp Ras (vallée de Baxouillade au sud d'Orlu) et du col de Laurenti, j'ai rencontré une variété gris-perle d'idocrase un peu bacillaire, qui accompagne du grossulaire jaune rosé.

Pyrénées-Orientales. De beaux cristaux et des groupements bacillaires d'idocrase brune ou verte sont associés au grossulaire dans les contacts granitiques du massif du Canigou (notamment au sommet), et des environs de Montlouis.

Plateau Central. — *Rhône.* M. Gonnard a signalé l'idocrase brune, bacillaire, dans le gneiss à pyroxène de Duerne (*B. S. M.* XV. 232. 1892.)

Annam. — Des cristaux d'idocrase d'un vert-pistache, atteignant 1 cm., accompagnent le grossulaire dans les calcaires métamorphisés par le granite de Trong-Loc (prov. de Quang-Nam). [Hubert (*Bull. Mus.* 1904)].

Tonkin. — M. Dupouy a signalé l'existence dans les mêmes conditions (*op. cit.*) de cristaux d'idocrase d'un jaune verdâtre, associés au grossulaire aux environs de Than-Moï (prov. de Lang-Son).

GROUPE DES PÉRIDOTS[1]

FORSTÉRITE[2]

Mg^2SiO^4

Orthorhombique : $mm = 118°19'$

$b : h = 1000 : 401{,}05 \quad D = 862{,}90 \quad d = 505{,}37$

$[a : b : c = 0{,}58569 : 1 : 0{,}46476$ (M. Bauer)]

Facies. Dans les gisements décrits plus loin, la forstérite forme des grains et présente exceptionnellement des formes nettes, qui sont celles de l'olivine.

Clivages. Clivage assez net suivant g^1 (010) ; traces suivant h^1 (100).

Dureté. 6,7.

Densité. 3,21 à 3,3.

Coloration et éclat. Blanc jaunâtre à gris ; parfois incolore. Éclat vitreux.

1. Je rappelle que pour les péridots, mon $a = c$ et mon $c = a$ de beaucoup d'auteurs et en particulier de MM. Bauer et Hj. Sjögren.

2. A placer dans la systématique, tome I avant olivine p. 168.

Inclusions. Fréquentes inclusions de spinelle disposées d'une façon quelconque.

Propriétés optiques. Comme l'olivine [1]. Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) perpendiculaire à *p* (001).

$2V = 86°10'$ (Somma) (Penfield et Forbes ; FeO 2 %).
$\mathbf{n}_m = 1{,}657$

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule Mg^2SiO^4 est la suivante :

SiO^2.....	42,9
MgO.....	57,1
	100,0

Une petite quantité de MgO est remplacée par FeO et plus rarement par CaO.

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau. Attaquable par les acides en faisant gelée.

Altérations. La forstérite se transforme en antigorite (serpentinisation).

Diagnostic. Se distingue de l'olivine par l'absence du fer ou la faible proportion de ce métal.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La forstérite est un minéral des cipolins des gneiss et des calcaires magnésiens métamorphisés par les roches éruptives.

1° *Dans les contacts des roches éruptives basiques.*

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai rencontré (*B. S. M.* XXIV. 17. 1901) la forstérite dans les calcaires blancs du bois du Fajou, près Caussou, métamorphisés par la lherzolite ; elle y forme des grains ou des cristaux atteignant 1 mm. 5 et renfermant quelquefois les inclusions de spinelle vert, qui ne se trouvent que sur leur périphérie ; elle est accompagnée d'un peu de phlogopite.

1. Dans le groupe des péridots à la fois magnésiens et ferreux, quel'on peut considérer comme des mélanges de forstérite (Mg^2SiO^4) et de fayalite (Fe^2SiO^4), le plan des axes reste parallèle à h^1 (100) ; l'angle 2V autour de $\mathbf{n}_p$ diminue avec la teneur en fer (forstérite $2V = 93°50'$; olivine à 11 % de FeO environ $= 90°$, fayalite $= 49°50'$) ; la réfringence et la biréfringence augmentent en même temps.

Près du Col d'Eret, du côté de la vallée d'Ercé, j'ai trouvé, au voisinage d'un pointement d'ophite, et au-dessous d'un autre de hornblendite feldspathique, des blocs de calcaire d'un gris noir, dans lesquels on ne distingue à l'œil nu que des cristaux de dipyre, atteignant 3 cm. de longueur. L'examen microscopique fait voir en outre en abondance des grains et cristaux de forstérite et des octaèdres de spinelle vert. C'est le seul cas où dans les Pyrénées, j'ai trouvé la forstérite associée au dipyre.

De plus, ce dernier minéral est plus ou moins complètement transformé en agrégats de forstérite et de spinelle (en cristaux ou cristallites) ; ceux-ci constituent souvent une gaine continue aux cristaux de dipyre (voir la figure donnée plus loin à *dipyre*). Fréquemment aussi, il existe entre la zone périphérique de forstérite et de spinelle et le dipyre intact, une région constituée par de la phlogopite incolore.

Étant données la différence de composition chimique existant entre le dipyre et ces produits de transformation, ainsi que l'existence de ceux-ci en cristaux indépendants dans le calcaire, il semble probable que cette roche singulière a subi d'abord le métamorphisme de l'ophite, qui y a développé, comme d'ordinaire, le dipyre, puis celui de la hornblendite, qui y a apporté des éléments magnésiens et alumineux et déterminé ainsi la transformation du dipyre.

2° *Dans les cipolins.*

Afrique Occidentale. — *Dahomey.* M. Hubert a rencontré dans les cipolins de la rivière Zon (*Miss. au Dahomey.* 1908. 500) des associations compactes de forstérite et de diopside présentant, à l'œil nu, la même couleur d'un blanc jaunâtre.

Madagascar. — La forstérite n'est pas rare dans les cipolins de la grande île : on peut citer notamment à cet égard ceux des environs de l'Observatoire de Tananarive.

FAYALITE (T. I, p. 195).

Maures. — *Var.* On a vu, à la description de la grunérite, que ce minéral est l'un des éléments essentiels d'une roche riche en almandin et en magnétite, intercalée dans les micaschistes de Collobrières. J'ai montré depuis lors (*C. R.* CXXX. 1278. 1900) qu'il existe en outre,

dans cette roche, et en très grande quantité, une variété calcique de fayalite brune, à aspect gras, dont les grands cristaux enveloppent poecilitiquement tous les autres éléments et constituent parfois avec la grunérite aciculaire une structure rappelant la structure ophitique. Il existe en outre beaucoup d'apatite grenue.

Cette roche peut être comparée dans une certaine mesure, à l'eulysite de Tunaberg en Suède.

Antilles. — *Martinique*. La fayalite s'est produite en très grande abondance au cours de l'incendie de Saint-Pierre, partout où des objets en fer se sont trouvés à haute température au contact de l'air au milieu des produits de la fusion des cendres et des murs des maisons incendiées. Je l'ai rencontrée (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904. 631) dans un grand nombre des types de laves secondaires que j'ai décrits. Elle est notamment l'élément prédominant des scories stalactiformes, dans les cavités desquelles se rencontrent fréquemment des cristaux ayant les formes habituelles de ce minéral.

Dans les scories riches en zinc, contenant de la willémite, de la zincite, etc., elle est un peu zincifère et par suite comparable à une *roeppérite* dépourvue de manganèse.

J'ai rencontré dans des laves secondaires renfermant encore des cristaux anciens d'hypersthène non fondus, des auréoles de fayalite entourant ces derniers à la façon des grains d'hypersthène qui cerclent l'olivine de l'andésite de l'éruption de 1902.

TÉPHROÏTE

Mn^2SiO^4

Orthorhombique : $mm = 118°36'$

$b : h : 1000 : 395,55 \quad D = 859,80 \quad d = 510,62$

$[a : b : c = 0,59389 : 1 : 0,46004$ (Hg. Sjögren)].

Formes observées. p (001) ; g^3 (120), g^1 (010); e^1 (011), $e^{1/2}$ (021) ; $b^{1/2}$ (111).

	Angles calculés.		Angles calculés.
mm s. h^1	118°36′	pe^1	155°18′
g^3g^3	80°10′	*$pe^{1/2}$	137°23′
g^3g^1	139°55′	$b^{1/2}b^{1/2}$ s. p.	95°58′
pa^1	142°15′	*$h^1b^{1/2}$	137°59′

Facies. Les cristaux de téphroïte sont fort rares, ils ont le facies de ceux des autres membres de ce groupe. Le plus souvent, ce minéral se trouve en masses cristallines.

Clivages. Clivages distincts suivant p (001) et g^1 (010). Cassure subconchoïdale.

Dureté. 5, 5 à 6.

Densité. 4 à 4, 12.

Coloration et éclat. Rouge grisâtre, rouge brun, gris enfumé. Poussière d'un gris pâle. Prend une couleur foncée par exposition à l'air. Transparente à translucide.

Éclat vitreux à gras.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100); bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à g^1. Les axes sont très écartés; la dispersion $\rho > v$ est nette.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme dans les teintes jaunes et brunes est distinct dans les lames un peu épaisses.

Composition chimique. La formule Mn^2SiO^4 ou $2MnO\ SiO^2$ correspond à la composition suivante, dans laquelle une petite quantité de manganèse peut être remplacée par du fer, du magnésium, du zinc, etc.

SiO^2	29,8
MnO	70,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Fusible au chalumeau en une scorie noire non magnétique. Donne les réactions du manganèse. Attaquable par les acides en faisant gelée.

Altérations. Ce minéral est facilement altérable à l'air. Il noircit d'abord, puis se transforme en oxydes de manganèse.

Diagnostic. Ses propriétés optiques permettent de rattacher facilement ce minéral au groupe des péridots ; la réaction prédominante du manganèse constitue son diagnostic d'avec les autres membres de la famille.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* C'est dans la mine de Nabias à Adervielle (haute vallée du Louron), que j'ai trouvé la téphroïte en grande abondance (*Bull. Muséum.* 1899. 258 et *B. S. M.* XXIII. 251. 1900) ; elle forme avec dialogite des roches rubanées, dont les portions

superficielles oxydées ont été exploitées comme minerai de manganèse ; ses grains, d'un brun foncé, ne dépassent guère 1 mm. 5. Dans les veines spathiques de dialogite, qui traversent cette roche, j'ai recueilli des fragments de cristaux présentant les formes énumérées plus haut.

On a vu tome III page 626, que les produits décrits sous le nom de *vielleaurite*, de *schokoladenstein* et de *huelvite* ne sont que des mélanges de téphroïte et de dialogite.

OLIVINE (T. I, p. 169).

Plateau Central. — *Haute-Loire*. De jolis cristaux nets d'olivine se trouvent dans les scories basaltiques de Coubon.

Puy-de-Dôme. Moitessier a publié (*Mém. Acad. sc. Montpellier*. 1861) des analyses d'olivine du plateau des Rentières, dont la teneur en FeO varie de 13,91 à 15,22 °/₀ ; les types rubéfiés en diffèrent en ce qu'une portion (jusqu'à 6 °/₀) du FeO est peroxydée.

Cantal. M. Gonnard a signalé (*C. R.* CXVII. 864. 1893 et *B. S. M.* XXXII. 81. 1909) l'existence de cristaux d'olivine, atteignant 18 mm., dans les tufs basaltiques de Maillargues près Allanches : $g^3\ g^1\ e^1 e^{1/2}$, avec parfois a^1 et $b^{1/2}$ dont les faces sont toujours petites ; ils sont souvent groupés à axes parallèles.

J'ai visité ce gisement, qui se trouve exactement sur une butte surmontée par le château Monier dominant la grande route ; les cristaux d'olivine, associés à des cristaux d'augite et de hornblende, abondent dans les écorchures du terrain, qui se voient de loin, grâce à leur couleur rouge. Ils sont extrêmement nombreux ; j'en ai examiné plusieurs milliers.

Leur aspect dominant est celui des figures 7 et 10. Un petit nombre sont allongés suivant c, comme dans la fig. 11 et en même temps aplatis suivant g^1 comme dans la fig. 10. Certains cristaux, d'un jaune foncé, possèdent, notamment sur e^1 et $e^{1/2}$, un éclat soyeux, qui rappelle celui de l'œil de chat.

Antilles. — *Martinique*. A signaler comme particulièrement intéressante la fréquence de l'olivine en phénocristaux dans les roches volcaniques les plus acides, telles que l'andésite de la Montagne Pelée (éruption de 1902), l'andésite à cordiérite du Diamant et les dacites des Pitons du Carbet. Elle accompagne dans ces dernières roches les

phénocristaux de quartz : elle est fréquemment entourée d'une couronne d'hypersthène produite par réaction du magma acide (andésite de la Montagne Pelée, 1902-3).

Dans les météorites.

A la liste des météorites sporadosidères tombées en France, que j'ai donnée p. 192, il faut ajouter les suivantes :

1841, 6 septembre, Rocheservière (*Vendée*).

1871, 14 juin, Laborel (*Drôme*).

1875, Mornans (*Drôme*).

1897, 20 juin, Lançon (*Bouches-du-Rhône*).

Et dans le groupe des asidères : 1836, 14 septembre, Aubres (*Drôme*).

J'ai étudié en détail et figuré (*Bull. Soc. Sc. nat. Ouest*, VI. 81. 1906) des photographies de nombreux chondres de la météorite de Rocheservière, qui n'avait pas été décrite jusqu'à présent.

D'autre part, j'ai montré dans ce même travail que, contrairement à l'opinion généralement admise, la météorite de Chassigny renferme une quantité notable d'enstatite.

GROUPE DE LA PHÉNACITE

Ce groupe comprend les espèces suivantes, isomorphes, rhomboédriques, parahémiédriques, dont la première seule a été traitée dans le tome I.

Phénacite.....	Gl^2SiO^4
* *Trimérite*.....	$MnGlSiO^4$
Willémite.....	Zn^2SiO^4

PHÉNACITE (T. I, p. 201).

Alpes. — *Isère.* Nous avons pu, M. des Cloizeaux et moi, étudier (*C. R.* CXVI. 1231.1894 et *B. S. M.* XVII. 35. 1894) les cristaux incolores des environs de Saint-Christophe, décrits par Lévy et Marignac comme tourmaline. Par des mesures d'angles, par l'étude des propriétés optiques et chimiques, nous avons vérifié qu'ils sont bien constitués par de la phénacite, conformément à l'hypothèse formulée page 203, tome I. Ces cristaux, atteignant 4 mm., sont allongés suivant *c*, associés dans les fentes d'une aplite à du quartz, de l'albite, de l'adulaire, de l'anatase et de la ripidolite.

WILLÉMITE

Zn^2SiO^4

Rhomboédrique. $pp = 115°\ 30'$.

angle plan de $p = 170°31'$.

$[a : c : 1 : 0{,}6775$ (Dana)].

Formes observées : a^1 (0001) ; d^1 (11$\bar{2}$0) ; p (10$\bar{1}$1), b^4 (01$\bar{1}$2).

	Angles calculés.		Angles calculés.
a^1p	141°58′	$^*pp$	115°30′
a^1b^1	158°38′	b^1b^1	143°13′

Facies. La willémite se trouve en cristaux allongés ou raccourcis suivant l'axe vertical ; dans les gisements congolais, ils se groupent parfois en rosettes ou en sphérolites ; elle forme aussi des masses compactes ou grenues.

Clivages. Suivant les gisements, il existe des clivages assez faciles suivant a^1 (0001), ou suivant d^1 (11$\bar{2}$0).

Dureté 5,5. Fragile.

Densité. 3,9 à 4,18. 4.06 (Bou-Thaleb).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune verdâtre, vert-pomme, grise, etc. par suite d'inclusions de matières étrangères. Poussière incolore. Transparente à opaque. Éclat vitreux, un peu résineux.

Propriétés optiques. Uniaxe, *positive* ($\mathbf{n}_g$).

$$\mathbf{n}_g = 1{,}7118 \text{ (Na) (Gaubert)}$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}6931$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0187$$

Composition chimique. La formule Zn^2SiO^4 ou 2 ZnO SiO^2 correspond à la composition suivante, dans laquelle une partie du zinc peut être remplacée par du manganèse et en moindre quantité par du fer.

SiO^2.....	27,0
ZnO	73,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Fond difficilement au chalumeau en un émail blanc. Sur le charbon, donne les réactions du zinc.

Attaquée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Diagnostic. La forme est suffisamment caractéristique pour faire distinguer la willémite de la calamine.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La willémite se rencontre dans les gisements suivants : 1° dans des gisements métallifères ; 2° dans des produits d'incendie.

1° Dans les gisements métallifères.

Algérie. — *Constantine.* J'ai décrit (*B. S. M.* XXIII. 255. 1900) de beaux échantillons de willémite, provenant du gisement calaminaire de Bou-Thaleb au sud-ouest de Sétif. Ils sont constitués par un enchevêtrement de petits prismes limpides d^1 terminés par p $(10\bar{1}1)$: ils sont soit incolores, soit colorés en rouge par de l'hématite. Ce minerai est très miarolitique, hérissé de toutes parts de pointements cristallins, ne dépassant guère 2 mm. Dans quelques géodes, ils sont recouverts par une croûte laiteuse formée par de petites lames de calamine, ou bien ils supportent des cristaux de mimétite, de calcite, etc. Parfois au contraire, c'est la calamine qui domine et la willémite n'est qu'accessoire.

Tunisie. — La willémite a été signalée par Stache dans la mine du Djebel Ressas.

Congo. — M. H. Le Chatelier a indiqué (*C. R.* CXVI. 894. 1893), d'après des analyses de minerais, l'existence de la willémite dans le gîte cuprifère de Mindouli. Je l'y ai trouvée (*B.S.M.* XXXI. 257. 1908) en cristaux distincts, pd^1, à faces et à arêtes arrondies, associés à la cérusite, et à la dioptase.

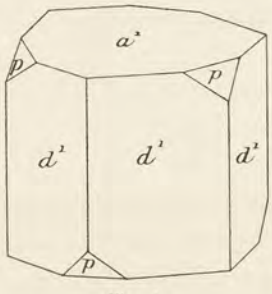


Fig. 1.
Willémite de Tchicoumba.

Je dois à M. de Romeu la connaissance de très remarquables échantillons provenant de Tchicoumba (voir à *dioptase*) et présentant la willémite sous une forme peu usuelle. Au milieu des calcaires métallifères, se trouve un petit amas d'une roche essentiellement constituée par de la willémite, du quartz, des oxydes de fer ; dans ses cavités, se voient de beaux cristaux, d^1 $(11\bar{2}0)$, p $(10\bar{1}1)$, a^1 (0001), (fig. 1) et parfois b^1 $(02\bar{2}1)$ de willémite transparente, de plusieurs millimètres de longueur ; ils sont parfois associés à de magnifiques cristaux de wulfénite. Il existe aussi des lits argileux renfermant des rosettes et des sphérolites de willémite, hérissés de pointements distincts.

A Pimbi, une roche de couleur claire, ressemblant à un quartzite à grands éléments, est constituée par du quartz et de la willémite d'un jaune rosé, de la cérusite et enfin çà et là de gros cristaux orangés de wulfénite, s'isolant parfois dans des géodes.

2° *Dans les produits d'incendie.*

Antilles. — *Martinique.* Dans les produits fondus de l'incendie de Saint-Pierre, j'ai rencontré (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904), engagés dans les silicates néogènes, des blocs de zinc métallique, provenant de la fusion d'objets en zinc ou de la liquation d'objets en laiton. Dans les portions oxydées, le métal est très souvent entré en combinaison avec la silice, il s'est formé de longs cristaux hexagonaux de willémite, faciles à reconnaître grâce à leurs propriétés optiques ; ils sont quelquefois associés à de la zincite et à de la gahnite.

DANBURITE[1]

$CaB^2(SiO^4)^2$

Orthorhombique : $mm = 122°52'$.

$b : h = 1000 : 454{,}67 \quad D = 945{,}77 \quad d = 324{,}90$

$[a : b : c = 0{,}54444 : 1 : 0{,}48074$ (Dana)]

Formes observées : p (001) ; m (110), h^1 (100), g^5 (230), g^2 (130), g^1 (010) ; a^1 (101).

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	122°52'23"	123°	g^2g^2 s. g^1	94°52'	94°58'
mg^1	118°34'		g^5g^5 s. h^1	101°31'	101°
mh	151°26'		pa^1	139°33'	138°59'
mg^2	161° 8'				

Facies. Les cristaux sont plus ou moins allongés suivant l'axe vertical.

Clivages. Clivage p (001), à peine distinct. Cassure inégale.

Dureté. 7. Fragile.

Densité. 2,97 à 3,02. 3,01 (Madagascar).

1. A placer dans la systématique avant le groupe des *grenats*.

Coloration et éclat. Incolore, jaune vineux, jaune brun. Transparente. Poussière blanche.

Éclat vitreux, un peu gras, très éclatant sur les faces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) perpendiculaire à g^1 (010) du rouge au vert ; pour le bleu, c'est $\mathbf{n}_g$, perpendiculaire à h^1, qui est la bissectrice aiguë.

	(Maharitra)	Anjanabonoina
$\mathbf{n}_g$ =	1,6363 (Na)	1,6356
$\mathbf{n}_m$ =	1,6333	1,6329
$\mathbf{n}_p$ =	1,6300	1,6300
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p$ =	0,0063	$2V = 86°54'$

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule $CaB^2(SiO^4)^2$ ou $CaO\ B^2O^3\ 2\ SiO^2$ est donnée en *a*) ; *b*) analyse de la danburite de Maharitra par M. Pisani (*in.* Lx. *op. cit.*). Le minéral d'Anjanabonoina renferme 0,3 °/₀ de K^2O et 0,1 °/₀ d'Al^2O^3.

	a	*b*
SiO^2	48,8	48,50
B^2O^3	28,4	27,50
CaO	22,8	24,25
Al^2O^3	»	0,50
Fe^2O^3	»	»
	100,0	100,75

Essais pyrognostiques. Fond au chalumeau en un verre incolore et en colorant la flamme en vert au feu oxydant. A peine attaquée par l'acide chlorhydrique, mais, après calcination, fait gelée avec cet acide. Si l'on évapore à sec le produit de l'attaque et qu'on le reprenne par l'alcool, celui-ci brûle avec une flamme verte.

Phosphorescence. Par chauffage, prend une phosphorescence rouge.

Altérations. La danburite se transforme par altération en kaolinite.

Diagnostic. Par ses formes, sa couleur, la danburite ressemble à la topaze. Elle s'en distingue par l'absence de clivage très facile, par une densité, une dureté un peu plus faibles, une biréfringence beaucoup plus grande et enfin par ce fait qu'elle donne les réactions du bore et pas celles du fluor.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — J'ai signalé (*B. S. M.* XXXI. 317. 1908 et XXXIII.

47 1910) la danburite dans les pegmatites à tourmaline de Maharitra. Elle a été trouvée dans un filon contenant de la tourmaline noire et des tourmalines roses, du béryl incolore, rose ou verdâtre, du triphane et de l'halloysite d'un rose saumon. Elle forme des cristaux ayant en général de 1 à 3 cm., mais pouvant atteindre 6 cm. de longueur ; parfois incolores, les plus petits sont plus souvent jaunes, variant de nuances d'une extrémité à l'autre ; les gros sont uniformément d'un jaune vineux.

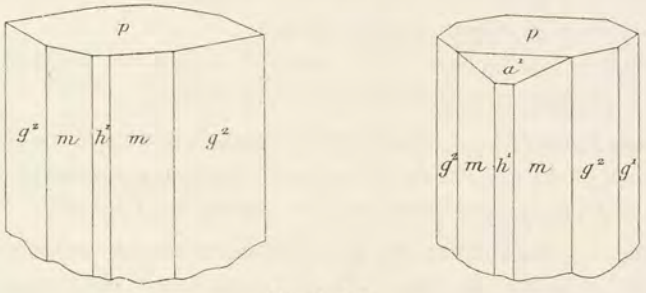


Fig. 1 et 2.
Danburite de Maharitra.

Toutes les formes signalées plus haut se rencontrent ; mais a^1 (101) est rare, toujours arrondi et généralement petit. Les cristaux sont très corrodés, fissurés, ils se transforment en kaolinite à partir de leurs extrémités, ce qui explique que les terminaisons soient fort rares.

La danburite est peut-être un produit d'endomorphisme de la pegmatite au voisinage du calcaire (voir page 689).

Elle se trouve aussi (le plus souvent en fragments sans formes géométriques) parmi des minéraux accompagnant la tourmaline et la hambergite à Anjanabonoina : le seul fragment de cristal que m'a montré M. Buhan a la forme de ceux de Maharitra.

Dans ces deux gisements, la danburite transparente est une pierre susceptible d'être taillée comme gemme, rappelant à tous égards la topaze du Brésil.

GROUPE DES GRENATS

GROSSULAIRE (T. I, p. 217).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Les calcaires secondaires d'Ossen sont, au contact d'une roche dioritique très albitisée, transformés en marbre blanc riche en grossulaire et en idocrase.

Ariège. J'ai recueilli de magnifiques cristaux drusiques (2 à 3 cm.) de grossulaire (b^1 a^2) jaunes ou blancs, associés ou non à de l'idocrase grise, dans les contacts granitiques de Camp Ras (vallée de Baxouillade), au sud d'Orlu.

Pyrénées-Orientales. Depuis la publication du tome I, j'ai exploré la région de Puyvalador et du pic de Madres, dont il est question page 225. Le grossulaire s'y rencontre dans les calcaires métamorphisés par le granite dans les mêmes conditions et avec les mêmes formes que dans la région de Quérigut.

Des cristaux analogues (b^1 a^2, avec ou sans s) se trouvent dans le massif du Canigou et notamment au Puig Barbet.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. Les contacts des cornéennes dévoniennes et du granite de Cressy-sur-Somme renferment de beaux cristaux, a^2 b^1, de grossulaire ferrifère, associés à l'épidote.

Annam. — Au contact du granite, les calcaires paléozoïques de Trong-Loc (province de Quang-Nam) renferment du grenat grossulaire et de l'idocrase jaune offrant une grande ressemblance avec ceux des contacts pyrénéens (Hubert, *Bull. Muséum*. 1904. 151).

Tonkin. — M. Dupouy a signalé (*op. cit.*) une association minéralogique identique aux environs de Than-Moï (province de Lang-Son).

Madagascar. — J'ai rencontré (*B. S. M.* XXXI. 224. 1908) parmi les minéraux des pegmatites du massif du Bity (Ibity) (voir page 689) et en particulier dans celles de Maharitra, de très gros cristaux (a^2b^1) de grossulaire parfois manganésifère associés à la tourmaline noire ; ils sont d'ordinaire d'un jaune d'ambre et opaques ou à peine translucides, mais quelquefois parfaitement transparents et d'un jaune un peu rosé; leur couleur rappelle celle de certaines variétés de béryl ; ils peuvent, une fois taillés, être confondus avec celui-ci. Ce grenat, qui, en moyenne, est comparable à l'essonite de Ceylan, mais avec des teintes plus pâles, a fourni de jolies pierres taillées; il est accompagné de spessartine.

La découverte de ces deux grenats dans une pegmatite est intéressante, car elle fixe la nature du gisement des grains de même nature, qui se trouvent dans les sables aurifères de plusieurs parties de l'île et en particulier dans ceux de Belambo près Mevatanana, d'Ifempina près Ambositra.

J'ai rencontré de jolis rhombododécaèdres transparents, de grossulaire jaune d'or, à la surface de cristaux d'analcime tapissant les cavités d'une monzonite néphélinique de Nosy komba.

Antilles. — *Martinique*. Je dois à M. Dublancq Laborde de curieux échantillons de calcaire en contact avec une andésite très altérée, recueillis par lui en blocs dans les tufs andésitiques anciens de la rivière Paillacard, près du Prêcheur. Dans le calcaire, ou sur l'andésite au contact de celui-ci, se trouvent de très petits rhombododécaèdres de grossulaire jaune possédantles propriétés optiques du type pyrénéite.

4° Dans les roches basiques.

J'ai omis de signaler, page 228, un intéressant mode de gisement du grossulaire, dans certains gabbros saussuritisès ; il y est d'un rose pâle, mais n'est parfois que microscopique : gabbros à smaragdite des *Alpes*, norite d'Arvieu (*Aveyron*), gabbro du *Chari*, troctolite du pays Mahafaly à *Madagascar*, etc.

OUWAROWITE (T. I, p. 228).

Nouvelle-Calédonie.— J'ai rencontré de fort jolis cristaux rhombododécaédriques d'ouwarowite dans les fissures de la chromite de Tiébaghi. Ce sont eux qui constituent les filets verts sillonnant le minerai de cette localité et de plusieurs autres.

MÉLANITE (T. I, p. 230.)

Plateau Central. — *Ardèche*. On a vu plus haut dans la description de la hibschite d'Aubenas que celle-ci englobe toujours un cristal de mélanite d'un brun jaunâtre.

Algérie. — *Constantine*. Dans le gisement d'ilvaïte de Bou Garoune, M. L. Gentil a trouvé (*B. S. M.* XVII. 269. 1894) le grenat mélanite massif, renfermant quelquefois de jolis cristaux b^1, qui possèdent les propriétés optiques de la topazolite, avec la structure zonaire de l'aplome. Ces cristaux sont jaunes à brun foncé.

Afrique Occidentale.—*Iles-de-Los*. Le mélanite brunest un élément essentiel des microsyénites néphéliniques à augite de l'île de Kassa.

Madagascar. — J'ai décrit (*Nouv. Arch. Muséum* I. 1902) des cristaux (b^1) vert pâle de mélanite, implantés sur l'analcime des druses d'une microsyénite néphélinique du massif de Bezavona ; le même

minéral en cristaux zonés, d'un brun foncé, est un élément essentiel de quelques microsyénites et phonolites néphéliniques de la même région.

Les contacts des calcaires liasiques avec la syénite à aegyrine d'Anramantaraka, à l'ouest d'Ampasibitika (baie d'Ampasindava). renferment le mélanite soit dans le sédiment sous forme de rhombododécaèdres nets à structure de l'aplome, jaunes ou gris verdâtres, soit dans la syénite elle-même, où il résulte d'une action endomorphe ; il constitue alors des masses dépourvues de formes extérieures d'un beau jaune brun foncé, associées à de l'épidote et à de l'aegyrine.

Annam. — Le gîte de magnétite de contact du granite de Trong-Loc (province de Quang-Nam) renferme en abondance un mélanite brun rouge compact (Hubert. *Bull. Muséum* 1904. 151).

4° *Dans un filon métallifère.*

Cévennes. — *Gard*. Les filons de sidérite de La Valmy ont fourni de très beaux échantillons de mélanite brun rouge ; les cristaux, $b^1\,a^2$, tapissent les druses d'un mélange de mélanite, de chlorite , de magnétite, de sidérite, etc.

PYROPE (T. I, p. 235).

Pyrénées. — Les roches renfermant du pyrope, parfois bordé de kélyphite, signalées page 238, sont celles que j'ai décrites plus récemment sous le nom d'*ariégites* ; elles constituent dans la lherzolite des ségrégations ou des filons. A citer, encore dans l'*Ariège*, la vallée de Suc, dans la *Haute-Garonne*, le Tuc d'Ess.

ALMANDIN (T. II, p. 230).

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Une variété d'éclogite de Piedpain en Saint-Philbert-de-Grandlieu, constituant une magnifique pierre d'ornementation, est remarquable par ses cristaux rouges d'almandin, cerclés de chlorite d'un vert sombre, qui jouent le rôle d'élément porphyroïde au milieu d'omphazite vert pâle et de disthène bleu.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. L'almandin est très abondant dans tous les schistes micacés des environs du lac de Caillaouas (b^1 ; b^1a^2 ; a^2). Des cristaux, b^1, de 3 cm. de diamètre y ont été rencontrés.

Ariège. Des cristaux, a^2, atteignant 1 cm. de diamètre, se rencontrent dans les aplites de la haute vallée d'Ascou.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Gros cristaux rouges, a^2, dans la pegmatite de Pradelles.

Cantal. Des cristaux de la même forme se trouvent, avec tourmaline, muscovite, andalousite, dans la pegmatite de Sal-Bas près Saint-Mary.

Puy-de-Dôme. M. Gonnard m'a communiqué de jolis cristaux d'almandin rouge groseille, a^2, tapissant les fissures d'une pegmatite en filon dans le gneiss de Chassolles-en-Apchat.

De gros cristaux, a^2, très nets d'almandin, atteignant 5 cm. de diamètre, ont été trouvés dans la pegmatite des environs de Saint-Germain-Lherm ; des cristaux moins gros forment aussi des plaques de plus d'un décimètre de plus grande dimension.

Loire. Jolis cristaux d'almandin dans une pegmatite affleurant près de la bifurcation des routes de Valfleuri et de Fontanet, près du Grand Quartier.

Rhône. Cristaux, a^2, de 1 cm., aux environs de Mornant, dans les pegmatites du pénitencier d'Oullins renfermant de la dumortiérite ; jolis cristaux transparents, b^1a^2, avec béryl et tourmaline au tunnel du Marand près Lozanne.

Côte-d'Or. Cristaux, a^2, dans pegmatite de Baume-La-Roche près Dijon.

Algérie. — *Oran*. Jolis cristaux transparents (a^2) violacés aux environs de Tlemcen.

Afrique Occidentale. — *Côte d'Ivoire*. De gros cristaux, a^2, se trouvent dans les gneiss micaschisteux des environs de Grabo. M. Chevalier a recueilli dans les ruisseaux de nombreux cristaux isolés, à clivages p très faciles.

Dahomey. M. Hubert a signalé des cristaux d'almandin de plusieurs centimètres de diamètre dans le micaschiste de Savé.

Madagascar. — L'almandin est très abondant dans les granites et les pegmatites de l'île ; je citerai en particulier les pegmatites à grandidiérite des falaises d'Andrahomanana près Fort-Dauphin (almandin rouge foncé), les aplites à almandin d'un rose violacé pâle du pays Mahafaly (notamment près Ampanihy, aux environs d'Ambatomitikitikitsa sur le chemin de Betampisa) ; la rivière Fandramanana dans le pays Bara ; Ifempina dans la région d'Ambositra ; le Nord-est d'Antoby

dans le district d'Ambohimasina (gros cristaux a^2), le sud de Mafaitsa (rive gauche de l'Ambinanitelo, affluent du Tsimandoa), etc.

La collection du Muséum doit à M. Mouneyres un cristal de tourmaline noire mesurant 9 cm. $\times$ 5 cm. sur le milieu duquel est implanté un cristal parfait a^2 (211) d'almandin de 2 cm. de diamètre (fig. 1). Cet échantillon accompagnait le béryl bleu dans le quartz rose de la pegmatite de Tongafeno (près Betafo).



Fig. 1.
Trapézoèdre d'almandin implanté sur tourmaline noire. Tongafeno. (*Photographie réduite d'environ 1/3.*)

L'almandin se rencontre assez fréquemment dans les pegmatites du massif du mont Bity, mais il s'y trouve rarement en beaux cristaux.

Il est extrêmement abondant dans les gneiss acides ou basiques de la grande île. J'ai examiné des cristaux particulièrement beaux dans les gneiss amphiboliques de la rivière Sakatovo (côte nord-est) et du pays Mahafaly aux environs d'Ampanihy. En général, l'almandin des gneiss amphiboliques constitue des cristaux, avec ou sans formes nettes (b^1 et a^2), atteignant 4 ou 5 cm. de diamètre : ils sont souvent cerclés de kélyphite et fréquemment de couleur plus foncée que dans les gneiss acides.

De très jolis cristaux, b^1, facilement isolables, se rencontrent en abondance dans des phyllades métamorphiques d'Ikongo à 55 km. sud sud-est de Fianarantsoa.

Tonkin. — L'almandin est abondant (a^2 dominant) dans les pegmatites et les micaschistes du haut Fleuve Rouge et de la vallée de Nam-Ty, ainsi que dans les alluvions du Fleuve Rouge, surtout entre Lao-Kay et Yen-Bay (notamment au Tac-Haï près de Traï-Hutt (Dupouy, *op. cit.*, 42).

Gisements incertains.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. M. Hintze indique (*Hand-*

buch Miner. II. 75.), sans références, les trachytes du rocher du Capucin, du Puy de Poujet (?) et du puy de la Croix Morand comme gisement d'almandin. Ce minéral ne peut se rencontrer dans ces roches que comme élément d'enclaves énallogènes et notamment de gneiss ; c'est dans ces conditions que je le connais d'ailleurs dans les enclaves de gneiss à cordiérite du Capucin.

SPESSARTINE (T. I, p. 254).

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Les carrières de pegmatite de Mazataud en Bessines renferment des cristaux agglomérés de spessartine associés à du wolfram tantalifère et à de l'apatite verte, semblables à ceux de la Vilate décrits page 256 et qui, eux aussi, sont parfois accompagnés d'apatite.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Des masses compactes, d'un jaune de soufre, de spessartine sont associées à la rhodonite de la mine de Nabias à Adervielle.

Algérie. — *Oran.* Je dois à M. L. Gentil de fort jolis cristaux (a^2) de spessartine rouge, qui tapissent les lithophyses des rhyolites du Bled Chaaba. Ces cristaux par leur couleur, leur forme et leur mode de gisement sont tout à fait identiques à ceux de Nathrop au Colorado.

Madagascar. — M. Dabren m'a remis des fragments transparents de spessartine d'un beau jaune orangé provenant d'une pegmatite à feldspath kaolinisé renfermant de la tourmaline polychrome et du béryl rose et se trouvant au Mont Tsimanankarana. Sa densité est de 4,18 (*B. S. M.* XXXIII. 37. 1910).

C'est du gisement voisin de Tsilaizina que provient une spessartine, jaune de miel ou brunâtre, susceptible d'être taillée comme gemme, qui a été analysée par MM. Duparc, Sabot et Wunder (*Arch. sc. phys. et nat. Genève*, XXXIX. 64.1910) : SiO^2 35,76 ; Al^2O^3 21,06 ; Fe^2O^3 1,78 ; MnO 39,40 ; CaO 1,23 ; MgO 0,46 ; TiO^2 0,10 et dont l'indice de réfraction (**n**) est de : 1,7998 (Na), 1,7989 (Li).

Le même grenat se trouve en gros cristaux fendillés, cerclés de tourmaline verte et bleue, dans la pegmatite à amazonite de Vohidahy, ainsi que dans celle de Maharitra et en petits grains dans la pegmatite d'Antsangambato.

DIOPTASE (T. I, p. 257).

Congo. — Depuis la publication du tome I, d'actifs travaux de recherche ont permis de préciser les conditions de gisement des gîtes cuprifères du bassin du Niari, dont fait partie Mindouli. Ils sont situés à peu de distance de l'ancienne route de caravanes reliant Brazzaville à la côte et s'étendent sur la rive gauche du fleuve sur 80 km. de longueur depuis Mindouli à l'est, jusqu'aux environs de M'Boko Songo à l'ouest. Je dois les renseignements qui suivent à M. Lucas tout d'abord, — ce sont ceux que j'ai donnés dans une note récente (*B. S. M.* XXXI. 247. 1908) —, puis à M. de Romeu, qui vient de faire une étude approfondie de cette région.

Elle est constituée par des calcaires ondulés, probablement paléozoïques, recouverts par des grès qu'ont ravinés des formations alluvionnaires ou latéritiques. Les calcaires, gris et compacts, renferment à leur partie supérieure des amas de minerais de cuivre ; souvent aussi sur 8 à 10 m. d'épaisseur, cette partie supérieure des calcaires est parcourue par un réseau de petites fentes minéralisées. Les grès, verdâtres à la base, rouges au sommet, sont parfois aussi cuprifères. Entre eux et les calcaires, s'observe une zone d'altération, constituée par une argile rouge ou une argile noire manganésifère et cuprifère.

Le minerai originel est constitué par la chalcosite, par places associée à de la galène et à de la blende, minéraux intéressants surtout au point de vue théorique en ce que leur présence permet d'interpréter l'existence de la cérusite, de la wulfénite, de la willémite, de la smithsonite parmi les nombreux produits d'oxydation, qui sont surtout cuprifères.

M. de Romeu a constaté que les calcaires ont été le siège d'une silicification très intense et l'on s'explique dès lors l'abondance, parmi les produits oxydés, des deux silicates caractéristiques de ces gisements, la dioptase, et le nouveau minéral, que j'ai nommé *planchéite* ; ce dernier, à la description duquel je renvoie, est le plus abondant des deux. Les autres minéraux secondaires sont le cuivre natif, la cuprite, le chrysocole, la cérusite, la wulfénite, la pyromorphite, l'argent natif et, comme grande rareté, la pseudomalachite et la leucochalcite.

Les principaux gisements de dioptase et de planchéite se trouvent particulièrement dans la moitié orientale du bassin cuprifère du Niari ; ce sont, en allant de l'est à l'ouest, Mindouli, Tchikoumba et Pimbi.

Celui de Mindouli est situé à 9 km. environ au sud-est du poste de Comba, sur les flancs nord et nord-est de la montagne, qui domine de 300 à 400 m. la plaine du Niari, et sur lesquels on peut le suivre sur une longueur de 1500 mètres. C'est dans les bandes argileuses rouges et noires, qu'ont été découvertes les plus belles géodes de dioptase, associées à des cristaux de quartz ; le plus grand nombre proviennent des bords du Ruisseau aux dioptases, où se voient de nombreux puits indigènes. On trouve cependant aussi à Mindouli la dioptase au



Fig. 1.
Cristal de dioptase dans géode de calcite de Pimbi. (*Réduction de moitié environ.*)

milieu de calcaires et plus rarement dans les grès : c'est dans ce dernier genre de gisement qu'elle est associée à la planchéite.

A Pimbi, gisement situé à 40 km. environ à l'ouest de Comba et à 6 km. au sud du Niari, la dioptase a été rencontrée exclusivement dans les calcaires minéralisés, accompagnée d'une façon presque constante par de la planchéite. Elle tapisse des géodes, dans lesquelles elle est souvent associée en cristaux admirables, au quartz et à la cérusite, à la calcite, elle présente parfois une couleur d'un vert clair fort joli et très particulier, qui permet de la différencier de la dioptase des autres gisements. Les cristaux de Pimbi sont très allongés en suivant l'axe vertical, riches en hémiscalénoèdres ; la collection du Muséum possède une géode dans laquelle se dresse un cristal 6 cm.×1 cm. (fig. 1).

Entre Pimbi et Mindouli, au tiers de la route à partir de ce dernier point, se trouve le gisement de Tchicoumba, dans lequel les plus belles géodes de dioptase ont été rencontrées au milieu de la terre noire.

Enfin, tout récemment, un nouveau gisement de dioptase, accompagnant aussi la chalcosite dans des calcaires, a été découvert à une dizaine de kilomètres de la rive droite du Djoué, affluent du Congo, et à environ 60 km. au nord-ouest de Brazzaville.

M. F. Zambonini a étudié (*Att. R. Acc. Scienz. Napoli*, XIV. n° 1 1908) la loi de déshydratation de la dioptase de Mindouli et il admet que ce minéral n'est pas un orthosilicate, mais a pour formule $Cu\ SiO^3\ H^2O$: l'eau existant à l'état de solution solide dans le métasilicate.

CHRYSOCOLE (T. I, p. 263).

J'ai observé de la chrysocole concrétionnée verte sur le bois fossile de Malvielle près Bédarieux (*Hérault*) (voir à chessylite). Le même minéral est assez abondant à Mindouli (*Congo*).

PREHNITE (T. I, p. 264).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. La prehnite et le grossulaire épigénisent les plagioclases d'une diorite en filon dans la picrite d'Adé.

Algérie. — *Oran*. Le pointement triasique des environs de Sidi-Chaïb, à une trentaine de kilomètres est-sud-est de la gare de Magenta (voie ferrée de Sidi-Bel-Abbès à Ras-el-Ma), m'a fourni (*B. S. M.* XXXII. 55. 1909) des blocs de prehnite fibrolamellaire et des fragments d'une labradorite (porphyrite très altérée), dont tous les plagioclases sont épigénisés par la prehnite fibreuse allongée suivant l'axe *a* ; des géodes renferment des cristaux lamelleux du même minéral très aplatis suivant *p* et allongés suivant l'axe *b*.

Réunion. — J'ai observé de la prehnite fibreuse associée à la delessite dans un bloc de diabase ophitique, provenant des tufs basaltiques de l'île.

Madagascar. — De petits cristaux, d'un jaune vert, accompagnent l'épidote, sur de gros trapézoèdres d'analcime, qui tapissent eux-mêmes les cavités d'une monchiquite, en filon dans les syénites néphéliniques du ravin d'Antsohanina (massif du Bezavona).

Guyane. — La collection du Muséum possède un échantillon de prehnite mamelonnée, recouvrant une diabase des environs de Cayenne.

3° *Dans les calcaires métamorphiques.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* J'ai trouvé (*B. S. G.* XI. No 71. 53. fig. 15. 1900 et *B. S. M.* XXVI. 22. 1901) dans les calcaires dévoniens métamorphisés par le granite du massif du Néouvielle (notamment au ravin d'Ourditz et au col du Tourmalet) la prehnite constituant des lentilles de 1 à 3 mm. de diamètre, quelquefois empilées, souvent groupées en rosettes ; elles ont une structure poecilitique, englobent la calcite, un pigment charbonneux, des grains de grenat et de zoïsite. Elles sont parfois épigénisées par ce dernier minéral.

Cette prehnite, de forme inusitée, parfois accompagnée de cristaux nets d'axinite, est d'autant plus noire que le calcaire qui la renferme l'est davantage. Dans la zone de contact immédiat, où le calcaire est devenu marmoréen et blanc, elle se présente sous une autre forme, celle de masses fibreuses blanches, concrétionnées, devenant mamelonnées, quand elles se trouvent dans les fentes. Cette variété est particulièrement abondante aux pics d'Arbizon et de Montfaucon.

J'ai trouvé aussi la prehnite comme élément microscopique des cornéennes feldspathiques à grenat des contacts granitiques de Bordères, dans la haute vallée du Louron.

AXINITE (T. I, p. 277).

Alpes. — *Isère.* MM. Offret et Gonnard ont signalé (*C. R.* CXVI. 1403. 1893 et *B. S. M.* XVI. 75. 1893) dans l'axinite de l'Oisans les formes nouvelles suivantes : ^{25}h ($\bar{1}\bar{3}$. 12. 0), ^{17}h($\bar{9}$80), $^{9/8}h$ ($\bar{1}\bar{7}$.1.0.), $^{9/7}h$ ($\bar{8}$10), h^4 (530), $h^{15/2}$ (17.13.0), h^{10} (11.9.0), h^{12} (13.11.0), $g^{21/20}$ (1.41.0), c^{28} ($\bar{1}$.1.56), c^8 ($\bar{1}$.1.16), $c^{9/4}$ ($\bar{2}$.2.9) ; on voit que toutes se trouvent dans les deux zones, remarquables par leurs stries, aussi, étant donnée la complication de leur symbole, peut-être y a-t-il lieu de faire quelques réserves sur la signification de certaines d'entre elles.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* J'ai précisé (*B. C. F.* XI. n° 71. 58. 1900) l'origine et la composition des roches à axinite (*limurites*) et montré qu'elles résultent toujours du métamorphisme de calcaires dévoniens par le granite ou qu'elles forment des filonnets d'origine pneumatolitique dans le granite au voisinage de ces contacts.

Au ravin d'Ourditz, près du col du Tourmalet, j'ai rencontré au delà de cette zone des limurites et, plus loin du granite, des calcaires à

prehnite, encore riche en matière carburée et contenant des cristaux nets à formes communes d'axinite noire.

Tonkin. — M. Dupouy a rencontré (*op. cit.* 43) de l'axinite, associée à du quartz et à de l'épidote, en veinules dans des gabbros de la rivière Noire aux environs de Van-Yen.

GROUPE DES MICAS

BIOTITE ET PHLOGOPITE (T. I, p. 310).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Il faut ajouter les andésites supérieures du Mont-Dore (Plateau de l'Angle, les Egravats, carrière de la Grande scierie, etc.) aux roches volcaniques, dans les pores desquelles se trouve de la biotite d'origine pneumatolitique.

Madagascar. — La phlogopite abonde dans tous les cipolins de l'île et notamment dans ceux contenant des minéraux du groupe de la humite. Elle s'y rencontre parfois en très grandes lames, telles que celles du col d'Ampikaza et d'autres points de la région de Fort-Dauphin, qui atteignent 11 c. de diamètre. A citer encore Tananarive, ainsi que le pays Mahafaly (environs d'Ampanihy, etc.)

Antilles. — *Martinique.* Belles lames hexagonales de biotite, souvent résorbées sur les bords (1 cm.) dans les dacites des pitons du Carbet, du grand Ilot, de l'îlot du Diamant, etc.

ZINNWALDITE (T. I, p. 334).

Madagascar. — MM. Duparc, Wunder et Sabot ont donné (*Mém. soc. phys. Genève*, XXXVI. 369. 1910) l'analyse et les mesures optiques suivantes de la zinnwaldite d'un brun verdâtre, dont les grandes lames accompagnent la lépidolite dans la pegmatite à tourmaline polychrome d'Antaboka, près Mandrarivo.

SiO^2 45,88 ; Al^2O^3 20,80 ; Fe^2O^3 0,97 ; FeO 9,65 ; MnO 1,74 ; MgO 0,13 ; K^2O 9,11 ; Na^2O 0,96 ; Li^2O 3,78 ; F 5,12 ; H^2O 1,48 = 99,62.

n_g	n	n_p	$n_g - n_p$	2E	2V	
1,6521	1,6476	1,5880	0,0641	52° à 57°	31° à 34°	(Na)

MUSCOVITE (T. I, p. 334).

Composition chimique. Analyses *a*) de la muscovite accompagnant le béryl de Biauchaud, par M. Barbier (*B. S. M.* XXXIII. 77. 1910), *b*) de la muscovite (damourite) compacte d'Ambazac (tome I, page 346)

par M. Godchaux ;*c*, d'une muscovite compacte paraissant ressembler à la précédente et formant avec quartz des nodules dans les schistes à séricite de Montrambert (*Loire*) ; sa densité est de 2.783 (G. Friedel. *B. S. M.* XXI. 135. 1898) (voir aussi p. 740).

	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	MgO	CaO	K^2O	Na^2O	Li^2O	H^2O	
a	48,87	36,68	2,06	0,29	»	10,56	1,48	tr.	»	= 99,94
b	45,84	34,05	1,67	tr.	0,60	10,62	2,35	»	4,70	= 99,83
c	45,77	37,70	1,98	0,89	0,95	7,66	0,75	»	4,51	= 100,21

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. M. Baret a trouvé de la fuchsite dans l'éclogite de Fay.

Ardennes et **Vendée**. — M. J. de Lapparent a étudié (*B. S. M.* XXXII. 229. 1909), à l'occasion des porphyroïdes de ces régions, le mécanisme de la décomposition des feldspaths en micas et a cherché à établir que la séricite se forme essentiellement dans les plagioclases, grâce à l'apport de potasse, consécutif à la décomposition de l'orthose ou du microcline voisins.

Maine. — *Mayenne*. Le même auteur a aussi étudié la roche, quelquefois désignée sous le nom de *blaviérite* ; il la considère comme un tuf rhyolitique altéré. De ses analyses, il résulte que la teneur en potasse est beaucoup plus grande que celle fournie par les anciennes analyses (tome I, p. 355) et que, par suite, le produit micacé qui la caractérise doit être rapporté à la *séricite* et non à la *paragonite*.

Plateau Central. — *Corrèze*. Les pegmatites de la carrière du puy Moret près Batizon, à 3 km. sud-est de Lubersac, renferment des lames de muscovite assez planes et assez larges pour pouvoir être exploitées industriellement : je dois à M. P. Gautier des cristaux épais de plusieurs centimètres et mesurant 15 centimètres de diamètre ; elle englobe parfois de gros cristaux verts et fendillés d'apatite.

Afrique Occidentale. — *Soudan*. M. Vuillet m'a remis une jolie fuchsite schisteuse recueillie au contact du granite entre Baouïga et le marigot Kassini dans le cercle de Ouagadougou.

Côte d'Ivoire. La muscovite abonde dans cette colonie, surtout formée par des roches granitiques et gneissiques ; de beaux échantillons en particulier se trouvent à Sokboloubou.

Dahomey. Il en est de même pour cette région, notamment près de Tchaourou et de Djougou et du voisinage du Niger.

Madagascar. — La muscovite est fréquente dans les pegmatites et le quartz de pegmatites. J'en ai vu des lames ou des cristaux très beaux provenant de Betainiomby et d'autres points à l'est d'Analalava, puis du nord-ouest de l'île, de la vallée de la Loky; dans l'Imerina, elle est fréquente dans les pegmatites à béryl et tourmaline noire et y est parfois palmée (environs d'Antsirabé, plateau d'Ampatsakana, etc.). A citer enfin les environs de Fort-Dauphin à l'extrême sud. J'ai ouï dire que des grandes lames, utilisables dans l'industrie, avaient été exportées de la Grande-Ile, mais je n'ai pu vérifier cette indication.

La fuchsite se rencontre dans des quartzites du bassin du Mananjara, elle constitue des micaschistes au confluent de la Mandrina et de la Lokotra.

Nouvelle-Calédonie. — Les micaschistes de la vallée du Diahot renferment, près de Balade, de grandes lames de muscovite, qui englobent poecilitiquement un grand nombre de cristaux d'almandin, uniformément distribués, apparaissant sur les clivages sous forme de petits points brillants. La fuchsite, d'un vert foncé, abonde dans les glaucophanites (Balade), et dans les épidotites (Galarino).

7° *Dans des filons.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. La muscovite se rencontre avec mispickel et or natif dans un filon de quartz à Beslé.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. Des masses importantes d'une muscovite, colorée en vert clair par du chrome, se rencontrent dans la granulite au voisinage du filon de pyrite de Chizeuil près Chalmoux.

LÉPIDOLITE (T. I, p. 335).

Plateau Central. — *Tarn*. La lépidolite de Castelnau-de-Brassac accompagne la rubellite décrite plus haut : ses lames atteignent 4 mm. de diamètre ; l'analyse suivante est due à M. Arsandaux (*op. cit.*).

SiO^2	Al^2O^3	MnO	(K Rb Cs)^{2}O	Li^2O	H^2O	F	
51,0	26,2	tr.	11,4	5,9	2,2	6,2	= 102,9.

Haute-Vienne. J'ai décrit (*B. S. M.* XIV. 30. 1901) les curieuses roches à lépidolite de La Chèze, en Ambazac, et de Saint-Sylvestre, qui ne sont que des cas particuliers de pegmatites. Il existe deux types : 1° granulites à grands éléments, riches en paillettes de lépidolite atteignant souvent 1 cm. ; 2° roches essentiellement constituées par de fines

paillettes de lépidolite et rappelant celle de Rosena en Moravie. Dans les carrières du Coudier, cette dernière roche renferme localement des cristaux porphyroïdes de topaze atteignant 1 cm.

Il existe aussi à Larmont en Saint-Sylvestre de très remarquables filons à structure zonée ; au contact avec le granite, se trouve une zone uniquement formée par de grands cristaux d'albite et parfois de béryl de 2 cm. appliqués sur la paroi, avec du quartz, un peu de columbite tantalifère et de cassitérite, puis se succèdent alternativement des zones riches en lépidolite et d'autres, uniquement constituées par de l'albite et du quartz.

Madagascar. — J'ai montré (*B. S. M.* XXXI. 225. 1908) que la lépidolite blanche, rose, ou d'un violet très pâle rappelant la couleur d'eau légèrement colorée par de l'encre d'aniline, est un des micas prédominants des pegmatites à rubellite de la région du Mont Bity ; j'ai vu des lames isolées provenant de Maharitra, qui mesurent 15 cm. de diamètre.

Le même minéral forme aussi des agrégats de petites lamelles rosées, enchevêtrées, remplissant les cavités des mêmes filons et englobant des aiguilles de rubellite rose pâle, ainsi que des cristaux de bityite.

MM. Duparc, Wunder et Sabot ont donné (*op. cit.*, 367, voir à tourmaline) les résultats suivants obtenus sur la lépidolite en grandes lames se trouvant à Antsangambato (*a*) et à Antaboka (*b*) dans les mêmes conditions qu'à Maharitra.

	a	*b*
SiO^2....	55,97	57,25
Al^2O^3...	17,70	17,65
Fe^2O^3...	0,68	0,51
MgO....	0,09	0,17
MnO....	0,58	0,24
K^2O	10,14	10,11
Na^2O ...	0,82	0,78
Li^2O....	4,71	5,42
F.....	7,12	6,28
H^2O....	2,24	1,38
	100,05	99,79
Densité	2,799	2,804

	n_g	n_m	n_p	$n_g - n_p$	2E	2V
a.	1,5562	1,5522	1,5318	0,0244	74°26′	45°50′
b.	1,5621	1,5570	1,5308	0,0314	74°	45°24′

PARAGONITE

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Sous le nom de *hallérite*, M. Ph. Barbier a décrit (*C. R.* CLVI. 1220. 1908) un mica blanc des pegmatites de Mesvres formant des lames de 1 cm. de diamètre, qui offrent tous les caractères extérieurs de la muscovite. La composition suivante en fait une variété de *paragonite* : SiO^2 49,18 ; Al^2O^3 36,56 ; Fe^2O^3 2,19 ; Na^2O 7,63 ; K^2O 3,19 ; Li^2O 1,26 = 99, 94. Perte au feu 4,60, pas de fluor.

MINGUÉTITE

J'ai montré récemment (*B. S. M.* XXXIII. 270. 1910) que le minéral de la mine de magnétite de Minguet près Segré (*Maine-et-Loire*), que j'ai signalé page 363 du tome I comme biotite et que je dois à M. Davy, est en réalité un minéral nouveau, intermédiaire entre la biotite (lépidomélane) et la stilpnomélane. La formule : $(Fe,Al)^8(Fe, Mg)^8$ $(K,Na)^2$ H^{16} $Si^{17}O^{63}$ peut être déduite de l'analyse suivante, faite par M. Pisani.

SiO^2	43,65
Al^2O^3	5,22
Fe^2O^3	18,80
FeO	19,00
MgO	3,22
CaO	0,94
Na^2O	0,66
K^2O	3,00
H^2O	6,00
	100,49

La minguétite est presque uniaxe, optiquement négative ; elle possède le pléochroïsme des micas ; elle est presque opaque suivant $\mathbf{n_g}$.

Elle fond au chalumeau en un émail noir, magnétique. Dans le tube, elle perd la totalité de son eau au rouge sombre ; elle est facilement et complètement attaquée par l'acide chlorhydrique à chaud, en conservant sa forme (lamelles nacrées de silice hydratée). La densité minimum est de 2,86.

CHLORITOÏDE

Normandie. — *Orne.* L'*ottrélite* se trouve en petites lamelles dans les schistes siluriens métamorphisés par le granite à Saint-Barthélemy près Alençon (de la Durandière. *B. S. M.* XVIII. 169. 1895).

Plateau Central. — *Allier*. M. Albert Michel Lévy a signalé (*B. C. F.* XVIII. 428. 1908) un gisement du même genre au moulin à vent de Saint-Léon : les lames losangiques d'ottrélite ont de 1 à 2 mm. de diamètre.

GROUPE DES CHLORITES

CLINOCHLORE (T. I, p. 379).

Le nom de *mauléonite*, indiqué page 383 du tome I, a été proposé par Leymerie (*Minér.* II. 243. 1867).

Algérie. — *Alger*. La leutchtenbergite est aussi abondante dans les calcaires métamorphisés par les ophites de l'Algérie que dans ceux des Pyrénées. Je signalerai en particulier le gisement de Letourneux à ajouter à celui signalé page 384.

PENNINE (T. I, p. 384).

Il y a lieu d'inverser les couleurs d'absorption de la pennine négative, données page 385 pour $\mathbf{n}_g$ et $\mathbf{n}_m$ d'une part, et $\mathbf{n}_p$ de l'autre.

Algérie. — *Constantine*. Certaines des druses de l'andésite quartzifère de Bou Serdoun, près Collo, renferment de grandes lames nacrées d'une chlorite, ressemblant à la leuchtenbergite des Pyrénées, mais ayant le signe optique négatif ; elles sont accompagnées de delessite et d'analcime, mais ne sont pas associées à la datholite du même gisement.

RIPIDOLITE (T. I, p. 388).

Plateau Central. — *Corrèze*. M. Puyaubert m'a communiqué de bons échantillons de ripidolite tapissant les fentes du granite au voisinage du village de Mulatet sur la route de Brive.

DELESSITE (T. I, p. 394).

Vosges. — Les dernières lignes du *Traité de Minéralogie* de Dufrénoy (III. 790. 1847) sont consacrées à une substance qu'il appelle la *dumasite* : elles sont ainsi conçues. « M. Delesse a donné ce nom à un minéral, qui tapisse les cavités et les fissures de certains mélaphyres des Vosges, et qui forme en outre de petits nids ; je n'ai pas eu l'occasion d'en étudier d'échantillons, je sais seulement qu'elles constituent de petites lamelles verdâtres, tendres, plus ou moins agrégées, qui ont de l'analogie avec la ripidolite ».

Il est vraisemblable qu'il s'agit là du minéral de Mielin, dont l'analyse est donnée page 395 du tome II, minéral que Delesse a décrit en 1847 sous le nom de *chlorite ferrugineuse* et que Naumann a désigné l'année suivante sous celui de *delessite* ; je ne crois pas que Delesse ait imprimé ce nom de dumasite, qui n'a d'ailleurs été cité par aucun des auteurs français, Delafosse, Des Cloizeaux, dont les Traités de Minéralogie sont postérieurs à celui de Dufrénoy : ce terme doit donc être rayé de la nomenclature.

GLAUCONIE

D'intéressantes observations sur la glauconie et spécialement sur celle du nord de la France ont été données par M. Cayeux dans sa Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires (*Mém. Soc. géol. Nord.* IV. Mém. n° 2. 163. 1897).

SÉRIE MUSCOVITE-KAOLINITE (T. I, p. 334-461).

Afrique Occidentale et Equatoriale. — Dans une série d'études sur la latéritisation au *Soudan*, en *Guinée* et au *Congo*, M. Arsandaux a montré (*C. R.* CXLIX. 682. et 1082. 1909 et CL. 1698. 1910) que toutes les terres rouges de ces régions tropicales ne sont pas constituées par les hydrates d'aluminium et de fer, mais que souvent, après élimination des minéraux inattaquables (quartz, etc.) ou inattaqués, elles se montrent formées en grande partie par des silicates à structure micacée, de composition variable, oscillant entre un type voisin de la muscovite et une véritable kaolinite, soit qu'il existe véritablement une série de variétés de muscovite, dans lesquelles une proportion variable de potassium est remplacée par de l'hydrogène, soit qu'il se forme d'abord de la muscovite normale qui, par altération, se transforme peu à peu en kaolinite. Voici une série d'analyses d'échantillons provenant de Siguiri (*Haut-Sénégal-Niger*), où la roche originelle paraît avoir été un microgranite.

SiO^2.....	44,9	46,4	45,0	44,5	44,6
TiO^2.....	1,0	0,7	1,3	1,5	0,9
Al^2O^3.....	37,9	35,9	37,1	38,2	35,8
CaO+MgO.	1,1	1,3	1,0	0,9	0,9
K^2O.....	6,9	4,3	3,3	1,5	0,5
Na^2O.....	0,9	1,8	0,4	0,4	0,4
H^2O.....	7,6	8,9	11,4	12,5	16,6
	100,3	99,3	99,5	99,5	99,7

M. Arsandaux a en outre suivi les variations de la teneur en hydrates libres de la roche, accompagnant ces variations de composition chimique de son minéral essentiel.

Plateau Central. — Peut-être est-ce à une série de ce genre qu'il y aurait lieu de rapporter la *leverriérite* et aussi le minéral, décrit comme kaolinite par M. Friedel, dont il est question page 748.

Loire et Gard. M. Termier a complété (*B. S. M.* XII. 28. 1899) la description de la leverriérite, donnée tome I, page 469. L'analyse du minéral du puits Fontannes à Rochebelle est la suivante ; densité 2,590.

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	MgO	CaO	K^2O	P.f.
49,90	37,02	3,65	0,30	tr.	1,13	8,65 = 100,65

Les indices de réfraction, mesurés par M. Wallerant sur un échantillon du Quartier Gaillard à Saint-Étienne, dans lequel 2 E = 0 à 50°, sont les suivants : $\mathbf{n_g = n_m} = 1{,}582$; $\mathbf{n_m} = 1{,}554$; $\mathbf{n_g - n_p} = 0{,}028$.

GROUPE DE L'ANTIGORITE

NÉPOUITE[1]

$H^4(Ni, Mg)^3\ Si^2O^9$

Orthorhombique.

Formes observées et facies. Se trouve sous forme de poudre cristalline ou de groupements vermiculés, rappelant ceux de la ripidolite (helminthe) ; ils sont constitués par des lamelles (h^1) grossièrement hexagonales, ayant de 1/10 à 2/10 de millimètre.

Clivages. Clivages, micacé suivant h^1 (100) (notation prise par analogie avec l'antigorite), net suivant g^1 (010) ; cassure ou clivage suivant une direction de la zone pg^1 faisant environ 60° avec g^1.

Dureté. 2 à 3 (?).

Densité. 2,47 à 3,24, d'autant plus grande que la teneur en nickel est plus élevée.

Coloration et éclat. La couleur varie également avec la teneur en nickel ; elle oscille entre le vert jaune pâle et le vert vif. Poussière vert plus ou moins foncé.

Éclat un peu nacré sur le clivage.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques dans g^1 (010) ; bissec-

1. A placer dans la systématique, après l'*antigorite*. T. I, p. 431.

trice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), sensiblement normale au clivage facile h^1 (100) : deux axes optiques très rapprochés et parfois uniaxie, due à des entrecroisements de lames. Dans l'échantillon, dont l'analyse est donnée en *a*, la biréfringence $\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p$ est de 0,038 : elle s'abaisse dans les types moins nickelifères.

Pléochroïsme. Pléochroïsme faible dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g$ = vert jaune.
$\mathbf{n}_p$ = vert vif.

Composition chimique. Dans la formule donnée plus haut, le rapport Ni : Mg est assez variable.

Analyses par M. Glasser (*op. cit.*).

	a	*b*	*c*	*d*
SiO^2	32,36	33,03	35,05	40,07
NiO.....	50,70	46,11	39,99	18,21
MgO.....	3,00	6,47	11,80	29,84
FeO.....	0,62	2,20	1,22	0,25
CaO	tr.	tr.	0,58	0,53
Al^2O^3.....	0,69	1,39	1,13	0,72
H^2O.....	12,31	10,61	10,05	11,98
	99,68	99,81	99,82	101,60
Densité.....	3,20	3,18	2,89	2,47

La népouite offre une grande analogie de propriétés optiques avec la *connarite* (comarite) décrite par Breithaupt d'après des échantillons provenant de Röttis en Silésie, mais la composition centésimale est différente ; les deux espèces sont distinctes, si l'analyse de Breithaupt représente bien la composition du minéral allemand.

Essais pyrognostiques. Comme la nouméite. Par calcination, la couleur passe au gris plus ou moins foncé suivant la teneur en nickel, puis au jaune, enfin au gris verdâtre. La calcination ne modifie pas les propriétés optiques.

Diagnostic. La népouite se distingue de la nouméite par sa structure cristalline, par la forme vermiculée que présentent parfois ses agrégats et par ses propriétés optiques. Le minéral ne possède pas la structure concrétionnée et l'éclat gras si fréquents dans la nouméite ; il est le plus souvent terne et âpre au toucher.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Nouvelle-Calédonie. — La népouite qui, on le voit par ses propriétés, est une antigorite nickélifère, a été trouvée par M. E. Glasser (*C. R.* CXLIII. 1173. 1906) dans la mine de Népoui sous deux formes différentes : 1° sous celle d'une poudre cristalline très fine au milieu de nouméite remplissant les fentes d'une péridotite altérée; 2° en masses à structure vermiculée, accompagnant de la nouméite concrétionnée sur les parois d'une cheminée ouverte au milieu de blocs de même nature. J'ai trouvé dans la collection du Muséum un échantillon du même minéral provenant de Thio.

CHRYSOTILE (T. I, p. 435).

Plateau Central. — *Haute-Loire*. La serpentine de Coureuges en Saint-Prejet-Armandon est traversée par des veinules de chrysotile jaune d'or atteignant jusqu'à 2 cm. d'épaisseur.

Nouvelle-Calédonie. — Le gisement de nouméite de Tiebaghi a fourni un minéral d'une belle couleur verte, formant une masse fibro-lamellaire rigide d'un décimètre de longueur.

Sa composition est la suivante, d'après une analyse de M. Arsandaux : SiO^2 42,8 ; FeO 2, 9 ; NiO^2 5,1 ; MgO 36, 2 ; H^2O 12,8 = 99, 8. Elle correspond à une variété nickélifère de chrysotile.

DEWEYLITE (T. I, p. 438).

Nouvelle-Calédonie. — La deweylite paraît être assez abondante dans certaines serpentines de l'île : la collection du Muséum renferme un échantillon de plus d'un kilogramme provenant de la baie Ouié. Il est jaune clair, translucide ; les propriétés optiques sont celles que j'ai exposées page 438; l'analyse suivante en a été faite dans mon laboratoire par M. Stoyanoff : SiO^2 44,56 ; FeO 0,50 ; MgO 36,30 ; H^2O 18,00 = 99,86. Elle ne donne qu'approximativement la composition du minéral, qui est mélangé d'un peu de serpentine colloïde de densité voisine.

NOUMÉITE (T. I, p. 441).

Nouvelle-Calédonie. — J'ai décrit (*B. S. M.* XXVI. 303. 1903) le cas curieux de la pseudomorphose en nouméite d'un petit insecte

(*Adelium externacostatum*. Bates) vivant encore dans l'île. Cette observation montre que la nouméite continue à se former ou tout au moins qu'à ses affleurements, il se produit encore des transports importants de matière par voie de dissolution.

Depuis la publication du tome I, M. Glasser a publié (*A. M.* V. 1904) une importante étude sur les gisements de nouméite, tant au point de vue géologique qu'économique.

Madagascar. — La serpentine de Valojoro près Ambatofangehana renferme des veinules d'une nouméite d'un vert pâle, dont le mode de formation est comparable à celui de la nouméite néo-calédonienne. D'après un dosage de M. Arsandaux, ce minéral contient SiO^2 35 et NiO 26 %.

TALC (T. I, p. 450).

Plateau Central. — *Loire*. Le talc en grandes lames forme à la Chardoère en Bellegarde près Saint-Galmier une véritable roche, associée à l'actinote.

Rhône. Du talc blanc, plus ou moins pur, constitue une couche dans le précambrien entre Vaux et La Creuze, près le Perréon aux environs de Villefranche. Il est imprégné de cuivre natif, de cuprite et de chalcopyrite.

Provence. — *Bouches-du-Rhône*. Le talc, décrit page 454 sans que son gisement exact soit indiqué, provient de Beaulieu.

Madagascar. — Le talc fibreux et lamelleux, épigénisant la trémolite, décrit page 453, provient des environs d'Ambatofangehana, d'où j'ai reçu depuis des échantillons identiques. La serpentine de Valojoro renferme des nids de lames de talc vert-émeraude.

THALITE

La thalite, trouvée dans les amygdaloïdes du lac Supérieur, est essentiellement un silicate hydraté de magnésium, avec une très petite quantité d'aluminium et de fer. Elle forme des masses en apparence amorphes, mais présentant une structure microscopique fibreuse.

Les fibres sont allongées suivant $\mathbf{n}_g$; elles ont une biréfringence voisine de celle du quartz et possèdent parfois une structure vermiforme. La couleur est d'un blanc verdâtre ; le minéral a une dureté de

1,5, un toucher savonneux, une densité de 2,2, à 2,3. Il fait gelée avec les acides. Ce minéral se distingue des chlorites par ce qu'il renferme à peine d'alumine.

J'ai trouvé (*B. S. M.* XXVII. 279. 1904) une substance analogue dans les basaltes de la vallée de Papenoo (*Tahiti*) sous forme de nodules de 0 cm. 5 de diamètre. Au microscope, on constate que le centre des nodules est presque incolore, tandis qu'il verdit sur les bords.

GROUPE DE LA PALYGORSKITE[1]

Les substances qualifiées de *cuir*, de *liège*, de *carton de montagne*, et qui sont généralement rattachées à la trémolite (tome I, 646), en sont en réalité distinctes ; des échantillons provenant de diverses localités ont d'autre part été décrits comme minéraux indépendants sous les noms de *palygorskite*, de *pilotite* et de *lassallite*.

M. A. Fersmann a systématisé l'étude de ces substances (*Bull. Acad. sc. Saint-Pétersbourg*, 1908) et a proposé d'en faire un groupe, dont la composition est représentée par la formule générale.

$$x\,(H^8Mg^2Si^3O^{12}).\ y\,(H^2Al^2Si^4O^{12}+5H^2O)$$

parasépiolite[2] *paramontmorillonite*

Les analyses peuvent être divisées en quatre groupes, caractérisés par le rapport $x : y$:

$$\left.\begin{array}{l} x:y = 1:2 = H^{32}Mg^2Al^4Si^{11}O^{46} \\ \quad\quad 1:1 = H^{20}Mg^2Al^2Si^7O^{29} \end{array}\right\}\ palygorskite$$

$$\left.\begin{array}{l} \quad\quad 2:1 = H^{28}Mg^4Al^2Si^{10}O^{41} \\ \quad\quad 3:1 = H^{36}Mg^6Al^2Si^{13}O^{53} \end{array}\right\}\ pilolite$$

Ceux des minéraux français, qui ont été analysés, se rapportent au type 1 : 1 et pourraient à la rigueur conserver, comme nom de variété, celui de *lassallite*.

Les propriétés physiques de tous ces minéraux sont identiques ; elles se rapprochent de celles de certaines variétés de magnésite

1. A placer dans la systématique avant la *magnésite* (Tome I, p. 454).

2. M. F. Zambonini a étudié (*Att. R. Acc. scienz. Napoli.* XIV. n° 1, 1908) la perte en eau sur l'acide sulfurique de la *magnésite* de l'Arc de Triomphe à Paris et montré que si l'on considère comme hygroscopique cette eau, celle qui reste est de beaucoup inférieure à celle qu'exige la formule $H^4Mg^3Si^2O^{10}$: cette variété de magnésite correspond sans doute à la *parasépiolite* de M. Fersmann.

(sépiolite) et M. Fersmann rappelle que des propriétés analogues caractérisent le minéral du Mexique, qu'il désigne sous le nom de *paramontmorillonite*.

Formes observées. Les minéraux de ce groupe ont la forme d'un carton très léger, très tenace, souple, mais difficile à déchirer ; le minéral s'effile alors en fibres tenues. Dans l'eau, il s'imbibe, gonfle en devenant mou, visqueux au toucher sans se désagréger et il ressemble alors à de la viande ayant séjourné longtemps dans l'eau.

Densité. La densité apparente est d'environ 1,47.

Coloration et éclat. Blanc jaunâtre ; les fibres sont d'un beau blanc. Aspect terne du carton ou du liège.

Propriétés optiques. Le minéral est formé de fibres lamellaires à extinctions longitudinales et à allongement positif.

Composition chimique. A l'état naturel, la *lassallite* contient environ 30 °/₀ d'eau (rapportés à la matière anhydre) ; à 100°, elle en perd environ 16 °/₀ et il reste environ 14 °/₀ d'eau de constitution.

Analyses de la lassallite par M. G. Friedel (*op. cit.*) *a* de Meyssonial ; *b* et *c* de Can-Pey, recalculées °/₀ en y introduisant l'eau de constitution, *d* d'une pilolite de Madagascar par M. Arsandaux.

	a	*b*	*c*	*d*
SiO^2	59,16	55,65	59,58	50,6
Al^2O^3	16,39	17,93	18,36	25,1
Fe^2O^3	0,72	1,44	0,32	0,5
MgO	8,57	8,01	6,41	7,2
CaO	1,11	0,76	0,21	4,9
H^2O au-dessus de 100°	14,05	16,21	15,12	11,7
	100,00	100,00	100,00	100,0

Essais pyrognostiques. Calcinés, ces minéraux donnent de l'eau, puis se contractent énormément en s'agglomérant en une masse poreuse et légère, dure et cassante. Au chalumeau, ils fondent en un verre incolore et un peu bulleux.

Ils sont faiblement attaqués par l'acide chlorhydrique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les minéraux de ce groupe se rencontrent dans certains gisements, où ils ont été formés par circulation d'eau, mais M. Fersmann les a signalés aussi dans des terrains sédimentaires, où ils paraissent jouer le même rôle que la magnésite dans l'éocène parisien.

1° *Dans des filons métallifères à gangue quartzeuse.*

Plateau Central. — *Haute-Loire*. C'est du filon Saint-Charles, à Meyssonial en Mercœur (et non Miramont), que provient le minéral décrit par M. G. Friedel (*B. S. M.* XXIV. 12. 1901) sous le nom de *lassallite*. D'après M. Genton, l'inventeur du gisement, ce filon contient de la stibine et de la stibiconite aux affleurements ; il est stérile à 25 mètres de la surface : il est alors constitué par du quartz et de la barytine avec un peu de kaolinite: C'est dans cette barytine, mais dans des cavités distinctes, qu'ont été trouvées la termiérite et la lassallite à aspect de carton.

2° *Dans les fentes de roches diverses.*

Cévennes. — *Gard*. La soi-disante asbeste signalée par Al. Brongniart à Mandagon, au nord du Vigan, est une palygorskite.

Alpes. — *Isère*. La collection du Muséum renferme un échantillon de palygorskite des environs de Saint-Christophe-en-Oisans, qui possède la consistance d'un liège très fin ; il se taille au canif.

Il est vraisemblable que c'est aussi au même groupe qu'il faut rapporter les lièges et cuirs de montagne, souvent signalés dans des conditions analogues dans les *Alpes* et dans les *Pyrénées*.

Madagascar. — L'analyse *d* a été faite sur une variété calcique de pilolite jaunâtre, à toucher savonneux et à structure fibrolamellaire : elle se délaye facilement dans l'eau. Elle a été trouvée dans un filon de pegmatite à tourmaline de Maharitra.

3° *Dans des gîtes de substitution et dans les calcaires.*

Pyrénées. — *Pyrénées-Orientales*. La lassallite a été trouvée par M. Carrière dans le filon de blende de Can Pey, près Arles-sur-Tech (entre le calcaire et la blende et dans des poches remplies par des débris des épontes). L'analyse *b* est due à M. G. Friedel (*B. S. M.* XXX. 80. 1907).

Tonkin. — M. Dupouy a rencontré (*op. cit.* 45) une palygorskite, dans des calcaires magnésiens à l'ouest de Ha-giang (environs de Kao-Loc).

KAOLINITE (T. I, p. 461).

Plateau Central. — *Cantal*. J'ai observé (*B. S. M.* XXX. 119.

1897) de petites masses de kaolinite écailleuse dans les intervalles des cristaux de stibine d'Espezelles près Saint-Marie-le-Plain.

Haute-Loire. M. G. Friedel a rapporté au même minéral (*B. S. M.* XXIV. 6. 1901) une substance écailleuse du filon Saint-Charles à Meyssonial (voir page précédente), dont voici l'analyse :

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	MgO	K^2O	H^2O
44,48	36,24	2.18	0,44	0,19	2,03	14,12 = 99,68

Par sa teneur en potassium elle se rapproche de la leverriérite.

Corrèze. M. Puyaubert m'a communiqué des lamelles très pures de kaolinite accompagnant de la blende transparente au milieu de nodules de sidérite des mines de houille d'Argentat.

Saône-et-Loire. La kaolinite est l'un des éléments de la roche à svanbergite de Chizeuil près Chalmoux décrite dans ce volume, page 594 ; elle constitue parfois de petites masses très pures de fines lamelles, d'un blanc éclatant.

J'ai recueilli dans une géode de romanéchite mamelonnée de Romanèche une masse onctueuse de kaolinite, dont M. Stoyanoff a fait l'analyse suivante : SiO^2 41,76 ; Al^2O^3 40,36 ; H^2O 17,8 = 99,92.

Algérie. — *Constantine.* M. Braly m'a remis une remarquable kaolinite pailletée abondant dans les filons de blende d'Aïn Barbar, où elle forme des masses, fluides quand elles sont humides.

Madagascar. — *Nosy bé.* J'ai rencontré (*B. S. M.* XXIV. 34. 1901) la kaolinite cristallisée dans des géodes de calcite des filonnets de galène et de blende traversant les calcaires d'Ankalampobé.

PYROPHYLLITE (T. I, p. 470).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Des lames et des rosettes de pyrophyllite blanche, nacrée, accompagnent la kaolinite, le diaspore, etc. de Chizeuil.

GROUPE DES ARGILES

HALLOYSITE (T. I, 474).

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* De l'halloysite blanche se trouve dans la carrière de Drul-Land en Belle-Isle-en-Terre.

Landes. La *sevérite*, dont il est question page 479, t. I, a été décrite pour la première fois par Dufour (*Ann. sc. nat.* II. 21. 1824).

Cévennes. — *Gard.* Des masses d'halloysite jaunâtres accompagnent les phosphorites de la Capelle.

Ardennes. — De petits nodules blancs ou bleus d'halloysite, mats comme de l'ivoire, se trouvent, avec limonite, dans les argiles superficielles de Neuville et This sur les hauteurs d'Ecogne (Sauvage et Buvignier. *Stat. Ardennes.* 1842, 411).

MONTMORILLONITE (T. I, p. 480).

Poitou. — *Vienne.* Je dois au docteur Bobillot la communication d'une montmorillonite rose, trouvée à 25 m. de la surface du sol au cours du creusement d'un puits à Bordes en La Trémouille. Elle constitue un lit d'un mètre d'épaisseur dans des graviers récents.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* M. Baret a désigné (*Bull. Soc. Sc. nat. Ouest.* IV. 141. 1904) sous le nom de *dubuissonite* la montmorillonite rouge décrite page 483.

ALLOPHANE (T. I, p. 484).

Pyrénées. — *Ariège.* De très belles masses fragiles d'allophane d'un bleu de ciel, se transformant par dessiccation en une poudre blanche, ont été recueillies au pied du Mont Piéjeau, à l'ouest de Saint-Lary.

Corbières. — *Aude.* Des masses vitreuses d'allophane bleu pâle, tombant en poudre blanche par dessiccation, se rencontrent dans les mines de fer de Terrisse à Villanière près Mas Cabardès.

Cévennes. — *Gard.* Les mines de smithsonite d'Arrigas ont fourni une allophane analogue à la précédente.

Vosges. — [*Alsace*]. Une allophane bleue ou verte a été trouvée dans la limonite de Framont.

TERMIÉRITE

Facies. M. G. Friedel a donné ce nom (*B. S. M.* XXIV. 7.1901) à

un minéral, ayant l'aspect d'une halloysite, à structure zonée, d'une couleur gris clair et happant à la langue.

Dureté. 2. Très tenace.

Densité. Saturée d'eau, la termiérite possède une densité de 1,549 à 12°C. ; la densité prise dans l'acide sulfurique étendu d'eau n'est plus que de 1,210.

Propriétés optiques. Le minéral possède les propriétés optiques des argiles ; bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), avec écartement des axes variable, mais toujours petit et souvent nul. Les lames perpendiculaires à la bissectrice sont couchées dans le plan des zones successives. Le minéral saturé d'eau a un indice de 1,403.

Composition chimique. La composition de la substance entièrement privée d'eau est la suivante :

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	MgO
78,29	15,00	4,85	1,77	0,47 = 100,38

La termiérite est très hydrophane, elle retient 18 °/₀ d'eau à l'air humide, mais placée dans l'eau, elle peut en absorber 25 °/₀ de son poids à l'état anhydre. A 110°C., le minéral ne contient plus que 6,68 à 6,86 d'eau.

Elle constitue le plus riche en silice et le moins alumineux de tous les minéraux du groupe des argiles ; à ce point de vue, elle se rapproche plus de la cimolite que de l'halloysite.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, devient fragile, opaque, puis dure et semblable à de la terre cuite. Au rouge sombre, elle prend un aspect corné et translucide, puis fond très difficilement sur les bords en un verre transparent un peu bulleux.

Difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique à chaud.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Loire.* La termiérite remplit les cavités de la barytine dans des parties stériles du filon de stibine de Saint-Charles à Meyssonial en Mercœur (voir plus haut page 747), à la limite du Cantal.

Ce sont des cavités différentes qui renferment la kaolinite ou la lassallite.

Pyrénées. — *Pyrénées-Orientales*. La termiérite a été trouvée à Can Pey près Arles-sur-Tech. (Voir à *palygorskite*.)

NONTRONITE (T. I, p. 488).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. M. Marlot a décrit (*Bull. Soc. sc. nat. Autun*. XX. 162. 1907) une nontronite, d'un beau jaune, en veinules dans la granulite de la ligne du chemin de fer entre Montgillard et le Mont Tortu (à 6 ou 700 mètres de l'arrêt de Lacour), ainsi qu'à la Gravetière-sur-Uchon. Ces gisements paraissent être semblables à celui de Montmort signalé page 491.

Maine. — *Mayenne*. M. Œhlert m'a communiqué un échantillon de nontronite trouvé en filonnets dans la brèche porphyritique cambrienne des Couevrons près Voutré, employée pour le pavage et le saupoudrage du pavé de bois à Paris.

Madagascar. — J'ai reçu un échantillon de nontronite de l'Ankaratra : je sais qu'il provient de la région granitique, mais je n'ai pas obtenu de précision sur son gisement (probablement région de Betafo).

MÜLLÉRITE

M. Zambonini a décrit sous ce nom (*Z. K.* XXXII. 157. 1899 et XXXIV. 225. 1901) un minéral présentant tous les caractères extérieurs de la nontronite, mais en différant par une teneur en eau plus faible. L'analyse suivante a été faite sur un échantillon provenant de Nontron (*Dordogne*) : SiO^2 48,82 ; Fe^2O^3 35,88 ; Al^2O^3 4,30 ; MnO 0,63 ; MgO 0,35 ; H^2O 9,66 = 99,64.

Cet auteur lui attribue la formule $Fe^2Si^3O^9 + 2H^2O$.

SILICATES INTERMÉDIAIRES

MÉLILITE (T. I, p. 485).

Madagascar. — M. Prior a signalé à Amparafaravola (*Min. Magaz.* XIII. 89. 1901) une mélilitite (melilitbasalt) semblable à celle d'Hochbohl et, comme elle, renfermant de la pérowskite ; la mélilite de cette lave ne présente pas la structure en cheville. J'ai trouvé de nombreux échantillons de cette roche dans la collection de R. Baron, qui l'a découverte.

Antilles. — *Martinique.* Les laves secondaires formées au cours de l'incendie de Saint-Pierre par la fusion des murs d'une maison, sont assez riches en mélilite, à un axe négatif, plus biréfringente que le minéral naturel (*La Montagne Pelée et ses éruptions.* 533. 1904).

NÉPHÉLINE (T. I, p. 496).

Depuis la publication du tome I, j'ai décrit un très grand nombre de roches néphéliniques, provenant de régions coloniales, qui sont destinées à devenir classiques pour l'étude de cette série pétrographique ; ce sont celles-là que je passerai tout d'abord en revue.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Ces îles sont exclusivement constituées par des syénites néphéliniques ; d'après mes observations (*C. R.* CXLI. 984. 1905 ; CXLII. 681. 1906 ; CXLVI. 213. 1908), elles se rapportent à deux types. L'un, plus sodique, est caractérisé par l'ægyrine, la låvénite, l'astrophyllite, la villiaumite, etc. (île de Rouma, nord de l'île de Kassa), l'autre, par la barkévicite. Ces deux types sont riches en accidents pegmatoïdes, formant des traînées plutôt que des filons distincts ; la néphéline (éléolite), en cristaux atteignant jusqu'à 5 cm. de côté, y est parfois presque incolore, mais elle est surtout d'un blanc verdâtre dans le type à ægyrine (Rouma), et rosâtre dans celui à barkévicite (phare de Tamara à la pointe de Topsail dans l'île de Foutabar et au village de Kassa).

La syénite à ægyrine du nord de Rouma renferme d'énormes ségrégations d'une roche, comparable à la lujaurite par sa richesse en ægyrine aciculaire et parfois en eudyalite ; elle contient en grande abondance des cristaux porphyroïdes de néphéline rosée, atteignant 2 cm. suivant l'axe vertical et englobant souvent sur leurs bords des cristaux d'albite, d'augite, des lames d'astrophyllite, des aiguilles d'ægyrine, etc.

Madagascar. — L'île de Nosy komba et la région qui borde la baie d'Ampasindava et se prolonge assez loin au sud, constitue une province pétrographique du plus haut intérêt que j'ai pu décrire en détail (*Nouv. Arch. Muséum* IV. 1902 et V. 1903), grâce aux récoltes de M. Villiaume.

Au milieu de sédiments jurassiques (particulièrement liasiques), se trouvent des amas, des dykes, des filons de syénites néphéliniques, de monzonites néphéliniques, de gabbros néphéliniques et essexitiques, d'ijolites, etc., accompagnés de filons de camptonites, de tinguaites, de monchiquites, de bostonites. etc. Ces roches, associées à des granites et à des syénites sans néphéline, constituent, au point de vue minéralogique, deux séries ; l'une plus sodique, ne comprenant que des syénites et des tinguaites, est caractérisée par l'ægyrine, l'autre, par la barkévicite.

C'est surtout dans les syénites à ægyrine qu'il existe des types à grands éléments, au milieu desquels se trouvent de beaux échantillons de néphéline (éléolite) rosée ou verte, tantôt en cristaux nets (notamment dans le massif de Bezavona, au Mont Andevenanaomby), tantôt jouant le rôle d'élément intersertal entre les cristaux de feldspaths (notamment près d'Ampangarinana à Nosy komba). Il existe aussi des variétés à grands éléments dans les monzonites néphéliniques ; la néphéline y est souvent rosée.

Dans tous ces gisements, la néphéline est en général remarquablement fraîche, mais on y trouve localement des transformations en zéolites (analcime, mésotype, etc.) ou plus rarement en muscovite

Des phonolites riches en néphéline automorphe sont abondantes non seulement dans cette région, mais encore dans le massif central de l'île.

Tahiti. — J'ai décrit (*B.S.G.* X. 91. 1910) toute une série de syénites, de monzonites, de gabbros néphéliniques, de gabbros essexitiques,

affleurant sous une couverture basaltique dans la vallée de Papenoo. Ces roches à barkévicite présentent les mêmes particularités minéralogiques que les types similaires de Madagascar.

Corbières. — *Aude*. J'ai fait connaître récemment (*B. S. G.* IX. 1909) l'existence de syénites néphéliniques à ægyrine à Fitou. C'est donc le second gisement métropolitain de cette roche.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Les trachytes phonolitiques du Mont-Dore antérieurement désignés par les auteurs français sous le nom de phonolites, sont caractérisés par l'absence de néphéline magmatique. J'ai cependant rencontré dans certains échantillons de la roche de la Tuilière de très nombreux cristaux de ce minéral, simulant des phénocristaux; ils sont toujours associés à du sphène, aciculaire suivant l'axe vertical et généralement, au moins en partie, séparés du magma microlitique par de l'analcime. Un gisement voisin, celui du Puy Cordé, montre la même particularité, mais localement la roche y est poreuse et riche en petits cristaux drusiques de néphéline et d'analcime; c'est là un passage au type franchement drusique du Mézenc décrit page 500. Cette néphéline est de nature pneumatolitique et si la roche de la Tuilière semble compacte, c'est que l'analcime a entièrement comblé toutes les cavités qu'elle renfermait originellement.

GROUPE SODALITE-HAÜYNE

SODALITE (T. I, p. 505).

Afrique Occidentale. — *Iles de Los*. La sodalite est un élément fréquent des syénites néphéliniques des îles de Los. Dans une variété de celles à ægyrine et lâvenite de l'île de Rouma, une sodalite d'un jaune clair constitue même l'élément essentiel de la roche, qui oscille vers la tawite. Elle constitue des plages d'environ 0 cm. 5, faciles à distinguer de la néphéline par la netteté de leurs clivages dodécaédriques.

Dans les pegmatites des syénites néphéliniques à ægyrine de Rouma et dans celles à barkévicite du phare de Tamara (pointe de Topsail) et du village de Kassa, la sodalite, d'un bleu lavande, constitue de grandes plages ou des cristaux automorphes, b^1, allongés suivant un axe ternaire et atteignant 5 cm. de plus grande dimension. Les unes

et les autres sont souvent en voie de transformation en mésotype ou en hydronéphélite; dans les pegmatites de Rouma, ces pseudomorphoses sont noires et rappellent la *ranite* de Norvège : l'examen microscopique y montre en outre au milieu de la zéolite, de petites plages d'hydrargillite. Les indices suivants ont été mesurés par réflexion totale.

Sodalite jaune de Rouma 1,4841.
— bleue — 1,4841.
— bleue de Kassa 1,4830.

Gisement improbable.

MM. L.Mc.I. Luquer et G. J. Wolckening ont donné l'analyse suivante (*Amer. J. of Sc.* 1894. 466) d'un échantillon de sodalite bleue, que J. de Brazza aurait rapporté du Congo ; le minéral est accompagné d'argile et de limonite : SiO^2 37,85 ; Al^2O^3 30,87 ; Na^2O 25,43 ; K^2O 0,22 ; CaO 0,51 ; Cl 6,46 = 101,34. Densité, 2,363.

Les régions parcourues par de Brazza au Congo sont aujourd'hui suffisamment connues au point de vue géologique pour qu'on puisse affirmer qu'il n'y existe nulle part de roches susceptibles de renfermer de la sodalite. Si véritablement cet échantillon a été rapporté d'Afrique par ce voyageur, il est vraisemblable qu'il lui a été donné à Konakry et qu'il provient des îles de Los.

NOSÉANE-HAÜYNE (T. I, p. 507).

Propriétés optiques. M. Gaubert a montré (*B. S. M.* XVIII. 191. 1905) que les indices de réfraction permettent de distinguer la noséane ($\mathbf{n} = 1,48$ à $1,49$) de la haüyne, dont l'indice toujours plus grand que 1,49 peut atteindre 1,51. Ces cristaux sont parfois formés de zones de réfringence différente et par suite de composition distincte.

$\mathbf{n}$ = Noséane 1,488 (Kassa)
Haüyne 1,492 Roc blanc (*Mont-Dore*)
1,500 Vaïrao (*Tahiti*)
1,509 Falgoux (*Cantal*)

Plateau Central. — *Cantal.* Le minéral de Vensac, que j'ai signalé page 510 comme noséane, semble constituer un type spécial. L'indice $\mathbf{n} = 1,4576$, est plus faible que celui de toutes les noséanes étudiées, aussi m'a-t-il paru intéressant de prier M. Pisani d'en faire

l'analyse qui a fourni les résultats suivants que je me propose de discuter ultérieurement :

SiO^2.....	35,75
Al^2O^3.....	28,20
CaO.....	3,12
Na^2O.....	20,70
K^2O.....	0,62
SO^3.....	7,36
Cl	0,40
H^2O	3,20
	99,35

La densité est de : 2,27.

Le minéral étudié a été purifié d'inclusions de calcite qui fait passer localement la couleur du bleu lavande au jaune pâle. L'examen microscopique met en évidence l'abondance des inclusions gazeuses dues sans doute au réchauffement du minéral, quand il a été arraché des profondeurs par le magma phonolitique.

M. Gaubert a constaté (*B. S. M.* XXVIII. 195. 1905) que ce minéral se décolore sous l'influence de la chaleur, à moins qu'il n'ait été préalablement soumis à l'action de la vapeur de soufre : dans ce cas, la chaleur le rend plus bleu qu'à l'état naturel.

La belle andésite à haüyne, dont il est question page 511 du T. I, a été trouvée par Weiss (*J. M.* XXIII. 305. 1808) en blocs dans la brèche andésitique du chemin de Mauriac à Saint-Flour, vis-à-vis le Puy Violent, sur la hauteur séparant la vallée du Falgoux de la vallée supérieure de Saint-Paul-de-Salers (ou de Recusset).

Puy-de-Dôme. Depuis la publication du tome I (page 512), j'ai rencontré en très grande abondance au Mont-Dore (*C. R.* CXXX. 348. 1900 et CXXXIII. 1033. 1901) toute une série d'enclaves homoeogènes des andésites à haüyne, qui oscillent entre des monzonites, des gabbros amphiboliques à haüyne et enfin des hornblendites pyroxéniques à haüyne. Ces roches grenues renferment comme élément essentiel une belle haüyne d'un bleu foncé en grains de quelques millimètres de diamètre, qui, malheureusement, est souvent altérée en produits colloïdes blancs ou rougeâtres.

Les gisements à citer sont : Mareuges, le Col du Train, et tous les conglomérats ponceux, qui s'observent à l'est du massif du Mont-Dore

jusqu'à Perrier près d'Issoire, et renferment des blocs de ces roches grenues, dont les dimensions atteignent parfois la grosseur de la tête.

Afrique Occidentale. — *Niger.* M. Arsandaux a trouvé (*C. R.* CXXXVIII. 163. 1904) aux alentours du poste de Sénoudébou (cercle de Bakel), un trachyte d'un rose saumon, renfermant d'abondants rhombododécaèdres de noséane d'un bleu très pâle ; ce trachyte un peu augitique à biotite contient de petites enclaves basaltiques.

Tahiti. — Les plus gros cristaux de haüyne que je connaisse sont ceux que j'ai récemment signalés (*B. S. G.* X. 91. 1910) dans les haüynophyres vitreux ou scoriacés de Vaïrao dans la presqu'île de Taïarapu ; ils atteignent 3 cm. suivant l'axe d'un fréquent allongement (axe ternaire). Leur couleur est d'un bleu sombre, mais par altération, ils deviennent verts dans la roche scoriacée : le minéral est alors un peu biréfringent. La haüyne constitue aussi un élément microscopique abondant de la pâte. Le type scoriacé contient un peu de leucite et d'isorthose.

Les mêmes roches, avec phénocristaux plus petits, se trouvent aussi dans la vallée de Papenoo.

4. *Dans les syénites néphéliniques.*

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Il existe à l'île de Kassa un type très spécial de syénite néphélinique à pyroxène, qui renferme comme élément essentiel de la noséane un peu calcique, d'ordinaire grise et riche en inclusions ferrugineuses ; elle est parfois d'un beau bleu rappelant celui de la haüyne ; elle est alors dépourvue d'inclusions.

PLANCHÉITE

$H^4Cu^6Si^5O^{18}$.

Monoclinique ?

Facies. La planchéite forme le plus généralement des concrétions botroydes, des sphérolites à fibres très serrées ou lâchement unies.

Il existe aussi une variété asbestiforme.

Dureté. 5,5.

Densité. 3,36.

Coloration et éclat. La coloration est bleue, mais varie d'intensité avec l'état d'agrégation des fibres ; d'un bleu très foncé quand celles-ci sont serrées, elle passe au bleu pâle lorsqu'elles sont lâchement associées. Transparente en lames minces.

Éclat brillant, soyeux dans les variétés asbestiformes.

Propriétés optiques. Les fibres s'éteignent suivant leur allongement ; elles possèdent une biréfringence élevée, voisine de 0,04.

Le plan des axes optiques fait partie de la zone d'allongement. La bissectrice aiguë est positive ; $\mathbf{n}_g$ est voisin de 1,70.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net dans les teintes bleues, avec maximum suivant $\mathbf{n}_g$.

Composition chimique. La formule $H^4Cu^6Si^5O^{18}$ ou 6 CuO 5 SiO^2 H^2O ou $H^4Cu^6(SiO^4)^3$, $(SiO^3)^2$correspondant à la composition *a* ; *b* analyse par M. Pisani.

	a	*b*
SiO^2.....	36,9	37,16
CuO.....	58,7	59,20
FeO.....	»	tr.
H^2O.....	4,4	4,50
	100,0	100,86

Essais pyrognostiques. Comme la dioptase, mais ne s'attaque par les acides qu'avec difficulté et sans faire gelée.

Diagnostic. La couleur, jointe à la composition chimique, est caractéristique, car la planchéite est le seul silicate de cuivre fibreux de couleur bleue.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Congo. — J'ai décrit ce minéral (*C. R.* CXLVI. 722. 1908 et *B. S. M.* XXXI. 250. 1908) d'après des échantillons rapportés de Mindouli par M. Thollon et par M. Lucas. Depuis lors, M. de Romeu m'a fourni de nombreux échantillons et des renseignements précis, qui montrent que bien loin d'être l'espèce rare que j'avais crue tout d'abord, la planchéite est le minéral oxydé prédominant des gisements cuprifères de la partie orientale du bassin du Niari. Les beaux échantillons proviennent surtout de Mindouli, de Tchikoumba et de Pimbi.

Lorsque la planchéite est associée à la dioptase, elle lui est en général antérieure, bien qu'inversement, on trouve des cristaux de dioptase recouverts par elle.

J'ai observé récemment des pseudomorphoses complètes de cristaux de dioptase et de calcite en planchéite fibreuse : celle-ci n'est pas orientée sur le minéral disparu. Indépendamment de ces pseudomorphoses, les principales variétés à signaler sont les suivantes.

1° sphérolites d'un bleu pâle, associés à Mindouli, dans les cavités de corrosion du calcaire, à l'argent natif, à la malachite et à la cuprite. A Pimbi, les sphérolites très réguliers de cette même variété sont parfois englobés par du quartz hyalin. 2° sphérolites botroydes à fibres serrées d'un bleu sombre, recouvrant la calcite ; ils sont isolés sur de la dioptase ou associés à ce minéral dans des géodes ; parfois aussi, ils se réunissent en grand nombre pour former des blocs très homogènes. 3° variété asbestiforme, en veines de quelques centimètres d'épaisseur se trouvant particulièrement dans les grès de Mindouli.

Enfin, à 2 km. à l'ouest de Koumbakou, la planchéite forme le ciment d'un conglomérat calcaire.

CORDIÉRITE (T. I, p. 512).

Plateau Central. — *Cantal.* Des cristaux de *pinite*, atteignant 1 cm., ont été trouvés par M. de Brun dans des pegmatites des environs de Massiac.

Puy-de-Dôme. La forme $a^{2/9}$, indiquée tome I, p. 528, dans la *pinite* d'Ysserteaux, d'après M. Gonnard, est $a^{9/20}$ (20.0.9) (Gonnard. *B. S. M.* XX. 182. 1897) et peut-être plus simplement $a^{1/2}$ (201), forme signalée plus tard par le même savant (*B. S. M.* XXXI. 176. 1908) dans des groupements de cristaux du même gisement, qu'il a longuement décrits.

Loire. Dans la même note, M. Gonnard a donné l'analyse suivante, faite par M. Barbier, de la *gigantolite* des bords du Vizézy (voir tome I, page 526) : SiO^2 42,43 ; Al^2O^3 33,21 ; FeO 10,58 ; MgO 2,61 ; K^2O 4,75 ; H^2O 6,29 = 99,87. Le produit d'altération est donc essentiellement une muscovite.

Haute-Vienne. La *gigantolite*, citée page 524 aux environs de Limoges sans indication précise, vient de Geneytouse.

Saône-et-Loire. Des pseudomorphoses de cordiérite en *gigantolite*, du genre de celles décrites page 527, se trouvent dans les filons de pegmatite de Cuzy près Luzy. Certains cristaux mesurent 0 m. 85 ×

0 m. 35. M. de Chaignon en a extrait (*Bull. Soc. sc. nat. Autun* XXII. 28. 1908) un fragment de cristal pesant 49 kg. L'andalousite se trouve dans la même carrière, mais n'est pas associée à la cordiérite.

Madagascar. Je dois à M. Buhan des échantillons d'une belle cordiérite recueillie dans la région du Bity, à l'est de Tsilaizina ; elle provient des micaschistes et à tous égards peut être comparée à celle de Tvedestrand en Norvège. Elle forme de grosses masses violacées sans formes géométriques, d'où il est possible d'extraire des fragments transparents assez limpides et d'une couleur assez jolie pour faire une pierre précieuse, plus foncée et plus belle que ne l'est d'ordinaire le *saphir d'eau*. La densité est de 2,60 environ.

MM. Duparc, Sabot et Wunder viennent d'étudier ce même minéral (*Mém. soc. phys. Genève* XXXVI. 406. 1910) et en ont donné l'analyse suivante : SiO^2 49,05 ; Al^2O^3 33,08 ; Fe^2O^3 0,83 ; FeO 4,38 ; MgO 11,04 ; Pf, 1,64 = 100. Les indices, assez variables avec les échantillons, sont les suivants pour la lumière du sodium : $\mathbf{n}_g = 1{,}5475$; $\mathbf{n}_m = 1{,}5443$; $\mathbf{n}_p = 1{,}5392$, d'où $\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0083$.

5° *Dans les gabbros métamorphisés.*

Vendée. — *Loire-Inférieure.* J'ai découvert un singulier mode de formation de cordiérite (*B. C. G. F.* No 67. X. 1899) ; les gabbros à olivine et à tendance ophitique du Pallet se transforment sur les bords du massif, à leur contact avec des schistes micacés, en norites quartzifères, à structure grenue, riches en cordiérite.

Dans la carrière des Prinaux, et sous le calvaire du Pallet, on rencontre au milieu du gabbro normal des taches de cette norite, qui est en outre souvent très grenatifère ; j'ai pu constater que ces taches se produisent toujours autour d'enclaves de schistes riches en graphite et contenant, eux aussi, de la cordiérite ; on peut suivre tous les passages entre ces enclaves certainement sédimentaires et la roche éruptive ; il faut donc admettre que la norite à cordiérite est une forme endomorphe du gabbro, produite par dissolution de roches schisteuses.

Cette cordiérite, d'un bleu noir foncé et à éclat gras, quand elle est vue en masse, est formée par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre de cristaux riches en auréoles pléochroïques, en inclusions de spinelle, de sillimanite, de staurotide. Elle présente des macles, qui se produisent parfois suivant une seule face *m* (110), de telle

sorte que dans les plaques minces, le minéral ressemble alors à un plagioclase.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. On a vu page 525, tome I, que je considère les enclaves à cordiérite du Capucin comme des gneiss corrodés et arrachés au sous-sol. J'ai recueilli récemment, dans les tufs trachytiques de la vallée du Mont-Dore, de beaux échantillons de gneiss à cordiérite absolument intacts. Des enclaves à cordiérite abondent dans d'autres gisements, notamment dans un filon de trachy-andésite de l'entrée du Val d'Enfer, dans la coulée du puy de Pallaret, etc.

Antilles. — *Martinique*. Mon long séjour à la Martinique m'a permis de faire de nombreuses observations sur la cordiérite, que j'ai trouvée dans les roches volcaniques, où elle été formée dans des conditions variées (*La Montagne Pelée et ses éruptions* 1904, 547, 565, 570).

L'andésilabradorite du morne du Diamant renferme des cristaux anciens d'un beau violet de ce minéral, pouvant atteindre 1 cm. ; ils sont profondément corrodés, dépourvus de formes géométriques, toujours séparés du magma microlitique par une zone de plagioclases basiques, renfermant des cristallites ou des cristaux d'hypersthène et de spinelle ; ces minéraux, provenant de l'attaque de la cordiérite par le magma, expliquent peut-être l'origine de certaines enclaves existant dans des andésites du Cantal, qui ne renferment pas (ou plus) de cordiérite. J'ai rencontré quelques cristaux de cordiérite dépourvus de cette auréole secondaire dans le basalte à quartz bipyramidé de la pointe Burgos près les Anses d'Arlet.

Parmi les produits des grandes explosions de l'éruption de 1902 à la Montagne Pelée, j'ai recueilli quelques blocs d'une micronorite à hypersthène miarolitique, renfermant de petits cristaux violets de cordiérite. Ce sont là des enclaves homœogènes allomorphes.

Un type plus curieux encore consiste en blocs fissurés, blancs ou noirâtres et ayant l'aspect d'opale impure ; ils sont essentiellement constitués par de très petits cristaux ou des grains de quartz et par des cristaux automorphes de cordiérite, à macles polysynthétiques. Au milieu de ces derniers s'observent parfois des restes d'éléments anciens, montrant qu'il s'agit là de cordiérite et de quartz secondaires, produits par corrosion progressive (sous l'influence de fumerolles) de tous les éléments normaux et particulièrement des feldspaths d'une andésite à

hypersthène ; j'ai donné des photographies et des dessins de ces curieuses roches à cordiérite dans les planches XXVI et XXVII de l'ouvrage précité. Ce mode de formation me paraît nouveau.

ASTROPHYLLITE (T. II, p. 535).

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* L'astrophyllite joue dans les syénites néphéliniques à ægyrine de l'île de Rouma le même rôle que la biotite dans le granite.

Dans les facies de variation lujauritiques, riches en ægyrine et en eudialyte, elle se présente en lamelles de 1 cm. de diamètre. Dans les pegmatites, je l'ai observée en cristaux atteignant 6 cm. de diamètre.

Par contre, elle n'existe qu'à l'état microscopique dans les syénites à ægyrine du nord de l'île de Kassa et elle manque totalement dans les syénites néphéliniques à barkévicite.

MÉTASILICATES

PÉROWSKITE (T. I, p. 537).

Madagascar. — La *mélilitite* d'Amparafavola, dont il est question page 752, renferme de la pérowskite comme élément essentiel microscopique.

GROUPE DES PYROXÈNES (T. I, p. 529).

Une erreur de mise en page doit être rectifiée, page 539, au sujet de la position du plan des axes optiques dans le pyroxène. Il faut lire ligne 8 et suivantes « dans les pyroxènes orthorhombiques et les pyroxènes monocliniques, le plan des axes optiques est compris dans la face g^1, mais celle-ci tronque dans les premiers l'angle obtus du prisme et dans les seconds son angle aigu ».

HYPERSTHÈNE (T. I, p. 552).

Madagascar. — De magnifiques clivages d'hypersthène bronzé, extraordinairement plissés, m'ont été rapportés du pays Mahafaly sans indication précise de gisement ; ils proviennent très certainement de norites à grands éléments.

J'ai décrit en effet (*B. S. M.* XXX. 39. 1907 et XXXI. 320. 1908) une curieuse roche de cette famille, une troctolite hypersthénique, constituant dans cette région la butte d'Anabohitsy (voir p. 300 de ce volume).

Afrique Occidentale. — *Guinée et Côte d'Ivoire*. J'ai montré (*C. R.* CIL. 410. 1905) la fréquence dans cette colonie des gabbros hypersthéniques et des norites grenues, ainsi que la présence de l'hypersthène dans un très grand nombre des diabases, qui sont si abondantes dans cette région. J'ai observé dans ces dernières roches des groupements

1. Voir plus loin pour des exceptions à cette règle, qui ont été récemment observées.

perthitiques ou micropegmatiques d'hypersthène et d'un pyroxène monoclinique ; je renvoie à ma note pour l'énumération des localités précises.

Les récoltes pétrographiques, faites récemment par M. Chevalier dans les régions limitrophes de la *Guinée*, de la *Côte d'Ivoire* et de [*Libéria*] m'ont permis de montrer (*C. R.* CL. 18. 1910) que sur une vaste surface, comprise au sud et à l'est du massif schisteux du mont Nimba, dans les hautes vallées du Nuon (Cestos), du Cavally et du Sassandra [pays des Dans (Dyolas) et des Touras], il existe une série pétrographique, comparable à celle de la *charnockite* de l'Inde, comprenant, comme type dominant, des granites à hypersthène, associés à des norites, de plus en plus riches en hypersthène ; ce minéral peut même arriver à prédominer (Zoanlé) dans de véritables *hypersthénites*, qui contiennent un peu de pyroxène monoclinique, de hornblende et de biotite.

Antilles. — *Martinique*. J'ai montré que la caractéristique de toutes les roches volcaniques de la Martinique (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904) est de renfermer de l'hypersthène. Tantôt celui-ci est l'élément pyroxénique unique ou prédominant (dacites, andésites et notamment celle de l'éruption 1902-1903) et tantôt, comme dans les andésilabradorites et les labradorites, celui-ci est accompagné de beaucoup d'augite, avec laquelle il est alors très souvent groupé suivant la loi habituelle ; enfin, j'ai rencontré le même pyroxène en cristaux drusiques, formés par autopneumatolyse, dans les fentes du basalte doléritique de l'îlot des Ramiers (baie de Fort-de-France), qui ne le contient pas à l'état magmatique. Ces faits expliquent pourquoi l'hypersthène est si abondant dans tous les sables de l'île.

L'hypersthène de l'éruption récente de la Montagne Pelée appartient à un type très ferrifère, comparable à l'amblystégite du lac de Laach ; des cristaux sont aplatis suivant h^1 ou suivant g^1, terminés par $b^{1/2}$ (111) ou des pyramides de la zone $h^1\ b^{1/2}$. 2 E = environ 113°, d'où 2 V = 58°. La densité est de 3,54. M. Arsandaux a bien voulu en faire l'analyse suivante : SiO^2 50,8 ; Al^2O^3 0,6 ; Fe^2O^3 1,9 ; FeO 25,8 ; MnO 3,3 ; MgO 16,2 ; CaO 1,2 = 99,8.

Guadeloupe et Saintes. Les laves de ces îles se prêtent aux mêmes observations que celles de la Martinique ; elles sont riches en hypersthène.

HYPERSTHÈNE β

Je désigne sous ce nom une modification de l'hypersthène, que j'ai découverte (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904, 542) dans des andésites à hypersthène rubéfiées de l'éruption de 1902 et dans d'autres plus anciennes, provenant également de la Montagne Pelée.

Les sections h^1 (100), perpendiculaires à la bissectrice aiguë *négative* de l'hypersthène normal, sont celles qui permettent le mieux d'étudier cette question. Sur les bords, et parfois seulement à l'extrémité des cristaux, le minéral est devenu plus biréfringent ; son signe d'allongement est négatif, au lieu d'être positif, comme dans le type normal ; la biréfringence est également augmentée. L'examen en lumière convergente fait voir que dans cette zone périphérique, l'écartement des axes optiques, autour de $\mathbf{n}_p$, est devenu extrêmement grand et, qu'en outre, le plan des axes optiques est perpendiculaire à l'allongement, c'est-à-dire perpendiculaire à la direction du plan des axes optiques de l'hypersthène normal. Une bande de compensation sépare ces deux modalités de l'hypersthène, entre lesquelles il n'est pas possible de constater de différences de réfringence ; cette portion, constamment éteinte, est sensiblement uniaxe.

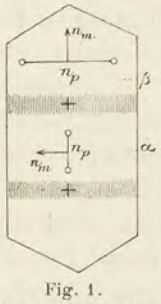


Fig. 1.
Groupement d'hypersthène normal (au milieu) et d'hypersthène β. Montagne Pelée.

On peut comparer les relations de cette forme d'hypersthène et de l'hypersthène normal à celles qui existent entre les zoïsites α et β : c'est par suite de cette analogie que je désigne sous le nom d'hypersthène β, ce type à plan desaxes normal à g^1 (010).

CLINOENSTATITE, CLINOBRONZITE, CLINOHYPERSTHÈNE

Dans l'étude de la météorite de Saint-Christophe-la-Chartreuse, que j'ai publiée en 1906 dans le *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de l'Ouest* (tome VI, p. 81), j'ai proposé de désigner sous les noms de *clinoenstatite*, de *clinobronzite* et de *clinohypersthène* des pyroxènes entièrement magnésiens ou ferreux, déjà signalés dans les météorites de Soko Banja et Rittersgrün par MM. Fouqué et Michel-Lévy,

et reproduits synthétiquement par eux : mes savants maîtres les ont décrits sous le nom de *pyroxène magnésien*.

J'ai étudié ces minéraux, non seulement dans la météorite en question, mais encore dans celles des chutes suivantes (celles provenant de France sont écrites en italiques) : Tysnes, *Lancé*, San Giovanni d'Asso, *Saint-Mesmin*, Pultusk, Amana, Limerick, Cabarras, Murcie, *Kerillis*, Renazzo, Deniliquin, Mac Kinney, Sevrukowo, Bénarès, Bjurböle, Kesen, Ornans, Misshoff, Ochansk, Tiesch, Krahenberg, Tennasilm : les chondres de la météorite d'Indarch en sont presque exclusivement constituées.

En même temps, M. Walter Wahl proposait (*Die Entstatitaugite*. Helsingfors 1906. 112) les mêmes noms pour les mêmes minéraux, qu'il étudiait dans les météorites de Mezö-Maràsz et de Bjurböle. Enfin, à la même époque encore, MM. Allen, Wright et Clement ont publié (*Amer. Journ.* XXII. 385. 1906) un important travail sur la synthèse des silicates de magnésium, dans lequel ils ont reproduit le type uniquement magnésien de cette série.

Les résultats de ces divers travaux conduisent à la même conclusion, à savoir qu'il existe des pyroxènes magnésiens ou ferreux, dépourvus de chaux ; ils sont monocliniques et par suite différents de l'enstatite, de la bronzite et de l'hypersthène ; ils n'ont été trouvés jusqu'ici que dans les météorites.

Les paramètres du type magnésien synthétique, obtenu par les auteurs américains, sont pour c assez différents de ceux du diopside ($a : b : c : = 1{,}033 : 1 : 0{,}77$). La densité est plus forte (3,192) que celle du type orthorhombique correspondant à l'enstatite (3,175) synthétique.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques *perpendiculaire* à g^1 (010) ; dans les sections transversales, sa trace est parallèle à celle de h^1 (100) ; dans g^1 (110), $\mathbf{n}_g$ fait, avec l'axe vertical, un angle plus faible que dans le diopside (22° dans le type magnésien théorique, 24° en moyenne dans les clinobronzites d'après mes mesures, 28° dans les échantillons étudiés par M. Wahl). L'écartement des axes est très grand autour de la bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$).

L'une des caractéristiques essentielles de ces pyroxènes réside dans la constance d'une macle polysynthétique (à bandes très fines), parallèle à h^1 : elle trouble beaucoup l'étude des propriétés optiques. Les auteurs américains ont pu mesurer les indices de la clinoenstatite synthétique : $\mathbf{n}^g = 1{,}658$, $\mathbf{n}_m = 1{,}652$; $\mathbf{n}_p = 1{,}647$; $\mathbf{n}_g$

$-n_p = 0{,}011$. La biréfringence de tous les échantillons que j'ai étudiés dans les météorites oscille autour de ce nombre.

Enfin, il me reste à signaler que dans les météorites que j'ai examinées, ces clinopyroxènes sont très souvent géométriquement groupés autour d'un pyroxène monoclinique plus biréfringent non maclé ; la planche V de mon mémoire précité représente les photographies microscopiques de ces groupements, qui n'ont pas été signalés par les auteurs, dont je viens de rappeler les noms.

Par contre, MM. Allen, Wright et Clement ont obtenu dans leurs expériences des groupements réguliers de clinoenstatite et d'enstatite. Ils ont fait voir en outre que l'on obtient par fusion la clinoenstatite en faisant cristalliser un verre, ayant la composition convenable un peu au-dessous de son point de fusion (1521°C.) et que l'on peut transformer l'enstatite en clinoenstatite en chauffant celle-ci entre 1150° et 1350°. Ils ont conclu de ces résultats et de l'existence de ce minéral dans les météorites que celles-ci ont été probablement refroidies rapidement d'une très haute température initiale.

J'ai tiré d'expériences synthétiques (dans lesquelles j'ai également obtenu la clinoenstatite et le clinohypersthène par transformation de la forme orthorhombique naturelle), ainsi que de l'observation directe des météorites, une conclusion un peu différente. Il est à noter en effet que dans les météorites pierreuses, la clinoenstatite et la clinobronzite sont absentes des types ne présentant pas la structure cataclastique (erxlébénite), ils sont presque localisés dans les chondrites très déformées mécaniquement. Il me semble que ces roches, après avoir été déformées, ont subi un réchauffement jusqu'au voisinage du point de fusion de l'enstatite, qui a permis l'inversion de celle-ci : cette opinion me paraît toujours la plus vraisemblable.

PIGEONITE

(ENSTATITE-AUGITE)

Certaines diabases et quelques autres roches renferment, soit seul, soit associé à de l'augite normale, un pyroxène, généralement de couleur claire, parfois verdâtre ou incolore et alors pléochroïque, qui est essentiellement caractérisé par la petitesse de l'angle de ses axes optiques autour de la bissectrice aiguë, qui est *positive* n_g (avec $\rho < v$).

Cet angle est variable, dans un même cristal, il peut même devenir nul, le minéral est alors sensiblement uniaxe : dans des cas

plus rares, le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1, avec axes toujours peu écartés et $\rho > v$.

Ces propriétés sont les conséquences d'une composition chimique spéciale, caractérisée par une teneur en calcium beaucoup plus faible que dans les pyroxènes ordinaires, et par suite une richesse plus grande en magnésium et en fer.

M. A. N. Winchell a décrit un de ces pyroxènes spéciaux sous le nom de *pigeonite* (*Amer. Géol.* XXVI. 199. 1900) ; M. Rosenbusch a proposé (*Mikrosk. Phys.* I. 206. 1905) celui de *magnesiumdiopsid* (déjà employé par Cohen pour dénommer le minéral décrit plus haut sous le nom de clinoenstatite). Enfin, plus récemment, M. Walter Wahl a fait une étude très complète (*Die Enstatitaugite*. Helsingfors. 1906) de ces pyroxènes, qui, en réalité, ne constituent pas un minéral unique, mais une série présentant de grandes variations de composition. M. Wahl les considère comme formés par des mélanges isomorphes de diopside ou d'augite, avec des composés $MgSiO^3$ et $FeSiO^3$, monocliniques, à plan des axes optiques normal à g^1 et angle des axes très grand : il appelle cette série (qui n'est pas nécessairement continue), celle des *enstatitaugites*, en désignant ses termes particuliers sous les noms d'enstatitdiopside, diopsidenstatite, hypersthènaugite, augithypersthène etc., dont l'énoncé fait comprendre la signification. Dans l'impossibilité où l'on se trouve de préciser exactement la place dans cette série d'un pyroxène déterminé sans une analyse chimique complète, il me paraît plus commode d'employer pour nom du groupe celui de *pigeonite*, qui, d'ailleurs, a la priorité.

J'ai rencontré des minéraux de cette série dans quelques diabases françaises (Ville-Guillaume en Combourg (*Ille-et-Vilaine*), en particulier, dans celles de la *Guinée*.

M. Wahl a trouvé ces types de pyroxènes dans la météorite (eukrite) de Juvinas ; le plan des axes y est tantôt dans g^1 (avec $\rho < v$ autour de $\mathbf{n}_g$) et tantôt perpendiculaire (avec $\rho > v$).

DIOPSIDE AUGITE

Bretagne. — Une erreur de mise en pages a fait indiquer à la page 584, les filons de granulite à diopside de Saint-Brevin comme se trouvant dans l'*Ariège*, alors qu'ils se rapportent à la ligne précédente, consacrée à la *Loire-Inférieure*.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* J'ai exploré à nouveau le gisement d'augite du Puy de la Rodde décrit page 595 ; les cristaux y sont extraordinairement abondants, généralement isolés ; j'en ai recueilli environ mille en une heure, sur lesquels 120 sont constitués par des macles suivant h^1 et les autres par des cristaux simples.

Nous avons décrit (*C. R.* CXXVI. 1529. 1898), M. P. Gautier et moi, une ancienne fumerolle, qui a traversé aux environs de Royat, une coulée et des scories basaltiques, renfermant de très nombreuses enclaves granitiques fondues. Des cristaux aciculaires d'augite acmitique, jaune d'or, ou ægyrinique verte et même d'ægyrine, parfois maclés suivant h^1, sont, avec l'hématite, les minéraux néogènes les plus fréquents. Ces pyroxènes sont parfois associés sur les cendres à de l'apatite, de la biotite, du labrador, et sur les enclaves granitiques à de l'orthose sodique. Les houppes délicates de ces pyroxènes sont quelquefois implantées entre les grains de scories et le moindre souffle les met en liberté.

Des cristaux des mêmes minéraux accompagnent l'hématite dans les scories basaltiques altérées par les fumerolles du Puy de la Vache, dans les fentes des domites du Puy-de-Dôme, dans les trachytes à sanidine du Puy de la Tache au Mont-Dore, où ils ont quelquefois été pris pour du sphène.

Haute-Vienne. Les cipolins observés au milieu des carrières de kaolin de Coussac-Bonneval renferment des nodules d'un diopside jaunâtre, remarquable par l'abondance de ses macles polysynthétiques suivant h^1 (100).

Tahiti. — Il existe dans cette île des basaltes renfermant de grands phénocristaux d'augite aplatis suivant h^1, allongés suivant l'axe vertical, souvent maclés suivant h^1, dont la forme est comparable à celle de l'augite des basaltes demi-deuil du Mont-Dore ; à signaler en particulier ceux des vallées de Papenoo et de Fautaua.

Comores. — De beaux cristaux d'augite du type de ceux du Puy de la Rodde abondent dans les scories basaltiques d'Anjouan.

Madagascar. — Des cristaux semblables aux précédents se rencontrent dans les tufs basaltiques de la Grande Ile (et aussi des environs d'Antsirabé, Antsirané, etc.).

De belles masses de diopside complètement blanc, à plans de séparation suivant p, abondent dans les cipolins de la vallée de la Kiranomena

(Betsiriry). La même variété est fréquente dans les cipolins situés à l'ouest du Mont Bity et se prolongeant au sud, cipolins métamorphisés par le granite et par les pegmatites à tourmaline polychromes (Antandrokomby, Maharitra, etc.); il y est accompagné de trémolite.

Le diopside vert se rencontre dans tous les cipolins de la Grande Ile ; je citerai comme particulièrement intéressante une variété en grands cristaux du pays Mahafaly (rive gauche du Manankaralahy, sur la route d'Ampanihy à Ejeda).

Pyrénées. — Les contacts des calcaires et du granite (tome I, p. 599) sont très riches en beaux échantillons de diopside incolore, gris ou vert, formant des masses laminaires ou des cristaux distincts allongés suivant *c* : Lac de Caillaouas (*Hautes-Pyrénées*), Notre-Dame de Salinas, masses grenues bordées de chondrodite, environs de Montlouis (*Pyrénées-Orientales*), env. de Carniès (*Ariège*) (dans cipolins) etc.

La collection du Muséum renferme un diopside vert foncé rappelant celui de Cabre (*Ariège*) (tome I, p. 607), mais plus foncé et indiqué comme provenant du val de Bitet, près des Eaux-Chaudes (*Basses-Pyrénées*).

Afrique occidentale. — *Guinée.* Le massif du Kakoulima renferme une *wehrlite* très fraîche et des gabbros, à grands cristaux de diallage, rappelant ceux des Alpes ; ce diallage, à éclat métalloïde, est intact. Ces roches sont apparentées avec les norites, dont il est question plus haut page 763.

Dahomey. M. Hubert a rencontré dans les cipolins du Mont Zon des agrégats de forstérite et de diopside, en partie transformés en antigorite. La roche résultante a une couleur uniforme, jaune paille. Il existe aussi dans cette région des quartzites à diopside (*Mission au Dahomey*. 1908. 500).

5° *Dans les gisements métallifères.*

Bretagne. — *Finistère.* Des Cloizeaux a signalé (*op. cit.*, I, 57) des cristaux de diopside dans la limonite caverneuse de Huelgoat renfermant l'embolite. Je n'ai malheureusement pas pu retrouver d'échantillons provenant de ce gisement, qui est singulier.

6° *Dans les produits d'incendie.*

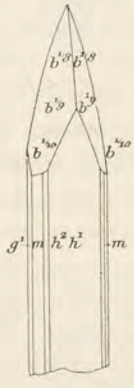
Antilles. — *Martinique.* Les roches refondues par l'incendie de Saint-Pierre (1902) sont riches en augite néogène. Une mention spéciale est due à l'augite acmitique formée dans les types de laves secondaires endomorphisées par le contact de verre fondu (voir à *wollastonite*).

ÆGYRINE (T. I, p. 610).

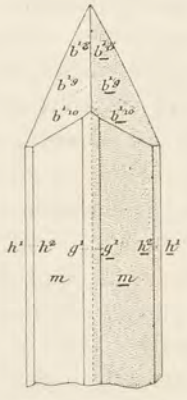
Corbières. — *Aude.* J'ai rencontré l'ægyrine verte et jaune (*acmite*) comme élément essentiel de la syénite néphélinique de Fitou.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* L'ægyrine et l'augite ægyrinique abondent dans des enclaves trachytiques très-cristallines des rhyolites de Lusclade dans le massif du Mont-Dore. Elles accompagnent la riebeckite dans les trachytes quartzifères bostonitiques du funiculaire de la Bourboule.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Les syénites néphéliniques des îles de Los comportent un type à ægyrine, représenté surtout dans



Ægyrine aciculaire de l'île de Rouma.



Macle suivant h^1 (100) de l'ægyrine de l'île de Rouma.

Fig. 1 et 2.

l'île de Rouma, mais existant aussi dans celle de Foutabar (Tamara) et dans le nord de l'île de Kassa.

Dans les types normaux, l'ægyrine est en moyenne postérieure aux feldspaths, mais, dans des enclaves lujauritiques du nord de Rouma, elle est aciculaire. De nombreux accidents pegmatiques renferment des cristaux d'ægyrine de plusieurs centimètres ; quand on y trouve de

grosses masses d'analcime, celles-ci contiennent presque toujours des cristaux contemporains d'ægyrine, très allongés suivant l'axe vertical, aplatis suivant h^1 (100), sauf quand ils sont maclés suivant cette face et présentant en outre dans la zone verticale, m (110) et h^2 (310) : il est difficile de les isoler avec leurs sommets, qui sont constitués par des pyramides très aiguës, oscillant entre $b^{1/10}$ ($\bar{5}51$) et $b^{1/8}$ ($\bar{4}41$) ; les macles suivant h^1 ne sont pas fréquentes. Les figures 1 et 2 représentent la forme de ces cristaux, sur lesquels j'ai pris les mesures suivantes :

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	87°20′	87°
mh^2	153°17′	152°59′

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$mb^{1/10}$	155°29′	156°
$mb^{1/9}$	164°29′	164°50′
$mb^{1/8}$	161°47′	161°10′

L'ægyrine verte de cette région passe fréquemment à une variété brune ou jaune verdâtre (*acmite*).

Sahara. — *Aïr.* La mission Foureau a recueilli des granites à ægyrine à Iférouane, des phonolites à ægyrine au pied du plateau du Tassili.

Afrique occidentale. — *Soudan.* Des granites et microgranites à ægyrine et amphiboles sodiques se rencontrent à Zinder et constituent de nombreux pointements, émergeant du sable du désert dans le Mounio, notamment aux environs de Gouré. Je les ai décrits (*C. R.* CXL. 22. 1905), d'après des échantillons rapportés par la mission Moll.

Depuis lors, M. Garde en a complété l'étude et a montré leur grand développement et leur association à des granites et à des rhyolites de même composition (*C. R.* CXLIX. 43. 1909) ; il a en outre trouvé dans le granite de Zinder un filon de *groroudite*, riche en ægyrine aciculaire.

Région du Tchad. Au Sud du Tchad, des rhyolites à ægyrine, décrites par M. L. Gentil, d'après des récoltes de M. Lacoin (*C. R.* XXXIX. 46. 1904), constituent le rocher d'Hadjer-el-Hamis (el-Khémis).

La mission Lenfant a recueilli (Hubert. *C. R.* XXXIX. 378. 1904) aux chutes du M'Bourao, dans le lit du Mayo-Kabi, affluent de la Bénoué, des rhyolites à ægyrine, semblables aux précédentes.

Côte d'Ivoire. Parmi les échantillons que M. Chevalier m'a rapportés du Haut Baoulé, se trouve un granite rose à microcline, albite, amphibole sodique et ægyrine ; il a été recueilli entre Dialacora et Buandougou.

Madagascar. — J'ai décrit de nombreuses roches à ægyrine provenant de Madagascar.

Des granites et des syénites à ægyrine notamment se trouvent dans l'Ambongo, au milieu du massif de l'Ambohitrosy (*C. R.* CXXX. 1208. 1910).

De magnifiques granites rubanés à ægyrine constituent des filons au milieu des sédiments liasiques d'Ampasibitika (baie d'Ampasindava) qu'ils métamorphisent ; certains types sont extrêmement riches en ægyrine aciculaire, d'autres renferment aussi de la riebeckite. (*Nouv. Arch. Muséum* IV. 1902. et V. 1903).

De nombreuses syénites néphéliniques à ægyrine se trouvent dans la même région, ainsi qu'à l'île de Nosy komba et dans le massif du Mont Bezavona, etc. ; elles paraissent en général postérieures aux syénites néphéliniques à barkévicite.

L'ægyrine existe aussi sous forme aciculaire dans les tinguaites de cette même région. Dans les phonolites néphéliniques, qui y sont abondantes, elle est parfois aciculaire (environs de Diego Suarez), mais plus souvent elle forme de petits grains ou des plages pœcilitiques ; une phonolite particulièrement intéressante à ce dernier point de vue est celle d'Antsoa. Enfin, des phonolites, ainsi que des trachytes à ægyrine, abondent dans le massif central de l'île (Monts Vontovorona, Iankiana, etc.).

Tahiti. — Parmi les roches néphéliniques de cette île, je n'ai trouvé l'ægyrine que dans les tinguaites de la vallée de Papenoo, où elle se présente sous la forme aciculaire habituelle.

Dans les produits d'incendie.

Antilles. — *Martinique*. J'ai observé la formation d'augite ægyrinique ou acmitique et d'ægyrine dans les produits de la fusion du verre et d'objets en fer avec les cendres et les murs d'andésite des maisons incendiées de Saint-Pierre, à la suite de l'éruption de 1902. (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904.)

JADÉITE, CHLOROMÉLANITE (Tome I, p. 613).

J'ai indiqué page 615 que le pyroxène de certaines des éclogites de la Loire-Inférieure est si voisin de la jadéite que c'est certainement dans ces roches qu'il y a lieu de rechercher l'origine des haches en jadéite et en chloromélanite, abondantes dans les gisements néoli-

thiques d'une grande partie de la France et notamment de la Bretagne.

La démonstration d'une semblable hypothèse, appliquée aux Alpes, est devenue définitive grâce aux découvertes de M. Piolti (*Att. R. Accad. sc. Torino*, XXXIV, 1899), de M. Franchi [(*Boll. Com. geol. ital.*, 1900 ; *Boll. Soc. geol. ital.*, XXII. 130. 1903 et *Atti Congr. intern. sc. stor. Roma*, 1903 (V. 357. 1904)], puis de MM. Novarese et Stella (*Boll. Soc. geol. ital.*, *op. cit.*, 135 et 142).

Il résulte des observations de ces géologues qu'il existe au moins trois zones, dans lesquelles on rencontre, associées et passant les unes aux autres, des éclogites et des roches constituées par de la jadéite ou de la chloromélanite.

Dans les Alpes Cottiennes, Graies, et Pennines, puis dans l'Apennin Ligure, elles forment des masses lenticulaires, associées à de la serpentine, à des gabbros et à des amphibolites de la zone des *pierres vertes* (Région du mont Viso entre la vallée de Varaita et celle de Pellice, puis entre la Dora Riparia et l'Orco ; enfin vallée moyenne d'Aoste)[1].

Dans les Préalpes piémontaises (notamment entre la vallée de Maira et celle de Susa), puis dans les contreforts du mont Rose, les mêmes roches forment de petites lentilles au milieu des micaschistes sous-jacents aux pierres vertes.

Enfin, une bande très importante du même genre se trouve, encore dans les micaschistes, au bord de la zone diorito-gabbroïque d'Ivrée, à travers la vallée de l'Orco et celle de Sesia.

Tous ces gisements sont situés dans le *Piémont*, mais l'abondance des blocs des mêmes roches dans les vallées françaises des Alpes Cottiennes (Ubaye, Durance, Guil, Arc), et dans les vallées des affluents de gauche du Rhône (en *Suisse*, dans celles de Bagne et de Zermatt) montre que les conclusions, qui viennent d'être indiquées, ne s'appliquent pas seulement au versant italien ; il est bien vraisemblable en outre qu'il faut les étendre à la *Corse*.

A peine est-il besoin de souligner l'importance de ces faits au point de vue archéologique ; ils ruinent l'hypothèse, si longtemps admise, de l'origine asiatique des haches préhistoriques en jadéite et en chloromélanite de notre pays.

1. La jadéite du mont Viso et de Saint-Marcel (recueillie par Bertrand de Lom) a été analysée par Damour, mais il n'existait pas d'observations précises sur son gisement.

TRIPHANE (T. 1, p. 617).

Madagascar. — L'exploration du massif du Mont Bity à Madagascar a permis de fixer la provenance du triphane rose, dont il a été question à la page 618 du tome I et qui y a été indiqué comme faisant partie d'un lot de béryl rose, de quartz, et de tourmaline provenant de Farafatrana sur la côte orientale de l'île ; il s'agissait là simplement du port d'embarquement.

La première mention de la découverte en place de ce minéral à Antandrokomby est due à M. Dabren (*Bull. acad. malgache* IV. 1905-1906). J'ai moi-même décrit ce triphane (*B. S. M.* XXXI. 239. 1908 et XXXIII. 51. 1910), d'après des échantillons, que je dois à MM. Fürst, Baret et Tirlet : ils proviennent de ce premier gisement et surtout de deux autres.

Le triphane se trouve à Madagascar sous deux aspects. De grands cristaux rosés ou verdâtres, pierreux, translucides seulement sous une faible épaisseur, constituent un élément essentiel[1] de la pegmatite d'Antandrokomby ; il y est associé à du quartz, du microcline, de l'albite, des tourmalines polychromes ; il englobe parfois des cristaux de rhodizite et de microlite.

Le triphane transparent, parfaitement limpide, incolore, jaune verdâtre, parfois rosé, se rencontre dans les pegmatites à tourmalines polychromes de Maharitra (voir page 690), alors que la variété d'un rose violacé, comparable à la *kunzite* de Californie, se trouve surtout dans la carrière voisine d'Ampasihiatra. Dans ces deux gisements, le triphane forme des cristaux homogènes pouvant dépasser un décimètre de longueur ; ils sont engagés dans un kaolin résultant de leur décomposition et de celle des feldspaths, qui leur servent de gangue : ils sont toujours limités par des clivages m, creusés de profondes cavités de corrosion que représente la figure 1.

Ces cristaux de triphane appartiennent certainement à deux types, l'un allongé, l'autre raccourci suivant l'axe c. Il n'existe que très rarement des plans cristallins autres que m ; j'ai trouvé seulement un petit cristal raccourci suivant l'axe vertical présentant des faces h^1, h^x et une large face $b^{1/2}$ $(\bar{1}11)$; il existe fréquemment des surfaces courbes, pro-

1. Dans les lames minces de roches, le triphane ressemble au diopside, mais avec une biréfringence moindre.

duites également par corrosion. L'aspect de ces cristaux à surface corrodée et brillante rappelle celui des cristaux du béryl du Limousin altérés par le même mécanisme.

Je donne en *a* la moyenne que j'ai publiée antérieurement, de deux



Fig. 1.
Figures de corrosion d'une face *m* (110) de triphane de Maharitra. L'arête *mm* antérieure (110) ($1\bar{1}0$), est parallèle au bord gauche de la figure.

séries de mesures des indices (Na), faites sur des cristaux différents, puis celles effectuées par MM. Duparc, Wunder et Sabot (*Mém. soc. phys. Genève*, XXXVI. 402. 1910), pour la même lumière : variétés, rose (*b*), incolore (*c*), verdâtre (*d*).

	a	*b*	*c*	*d*
n_g =	1,6750	1,6758	1,6755	1,6815
n_m =	1,6645	1,6653	1,6648	1,6712
n_p =	1,6588	1,6603	1,6604	1,6682
$n_g - n_p$ =	0,0162	0,0155	0,0151	0,0133
2 V =	73°58′	68°54′	65°30′	55°57′
Densité,	3,16	3,177	3,169	3,187

Les savants genevois ont donné les analyses suivantes de *b*) et de *d*).

	b	*d*
SiO^2.....	63,85	62,21
Al^2O^3.....	29,87	29,79
Fe^2O^3....	0,15	2,48
MnO.....	tr.	tr.
CaO.....	0,52	0,50
MgO.....	0,13	tr.
Li^2O.....	3,76	4,02
Na^2O.....	0,98	1,03
K^2O.....	0,13	0,21
P.f.....	0,37	0,25
	99,76	100,51

Ce minéral fournit une jolie pierre précieuse, mais qui est difficile à tailler, à cause de la facilité des clivages prismatiques.

Le triphane transparent et notamment une variété rose, semblable à celle d'Ampasihiatra, se rencontre avec les mêmes minéraux (béryl, hambergite, rubellite, etc.) à Anjanabonoina dans la région de Betafo. La variété lithoïde accompagne la rubellite à Antsangambato, d'après M. Duparc.

WOLLASTONITE (T. I, p. 619).

L'indication fournie page 620 sur la recristallisation de la wollastonite après fusion au chalumeau est inexacte. C'est la *pseudo-wollastonite* qui cristallise dans ces conditions. MM. Allen et White ont montré que cette dernière fond à 1502°C. et qu'elle se transforme à 1150° (sans fondre) en wollastonite monoclinique.

Pyrénées. — *Ariège*. J'ai rencontré (*B.S.M.* XXI. 272. 1898) à la base du roc Blanc, au fond de la petite vallée de Barbouillères (région de Quérigut), une aplite à microcline renfermant, comme élément essentiel, régulièrement distribué, des aiguilles, d'un blanc jaunâtre de wollastonite (en voie de transformation en calcite) et du diopside ; cette aplite, qui traverse des cornéennes à grenat résultant du métamorphisme d'un calcaire par le granite, me paraît d'origine pneumatolitique ; la wollastonite et le diopside seraient dus à une réaction de la paroi calcaire.

Vosges. — Le gisement, dont il est question page 622, est Essey-la-Côte.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. J'ai recueilli de belles masses fibrolamellaires de wollastonite dans les contacts granitiques du lac de Caillaouas.

Madagascar. — La wollastonite n'est pas rare dans les cipolins à pyroxène et à wernérites.

Dans les produits d'incendie.

Antilles. — *Martinique*. J'ai étudié en détail (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904) les produits de recristallisation des objets en verre, fondus dans l'incendie de Saint-Pierre, soit seuls, soit mélangés avec des cendres, des objets métalliques, etc., eux-mêmes fondus.

Lorsque le verre (bouteilles, vitres, etc.) n'a été que simplement ramolli, le produit cristallisé est la *réaumurite* décrite plus loin. Quand la température a été suffisante pour fondre complètement le verre et le rendre bulleux, il se forme de jolis cristaux de wollastonite, qui sont quelquefois macroscopiques [$p\,(001)\ g^1\,(010)\ o^{1/2}\,(201)\ a^{3/2}\,(\bar{2}03)$ avec allongement suivant b]. Ils sont accompagnés d'un pyroxène sodique (augite sodique ou ægyrine), lorsque le verre a fondu avec des objets en fer et avec des cendres. La présence du cuivre ne se manifeste que par la coloration bleue donnée à la portion restée vitreuse : celle-ci est toujours considérable comparativement à la wollastonite.

Des expériences des savants américains citées plus haut, on peut conclure que ces verres à wollastonite ont été portés à une température inférieure à 1150°C., puisque celle-ci est le point d'inversion de la wollastonite.

RÉAUMURITE

On sait depuis longtemps que le verre maintenu pendant un certain temps à une température voisine de celle de son ramollissement se transforme en une matière blanche, opaque, qui a reçu le nom de *porcelaine de Réaumur*, du nom du savant qui, le premier, l'a étudiée.

J'ai montré (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904, 621, et pl. XXXVII, fig. 5) que ce produit est cristallisé, orthorhombique, que ses cristaux sont allongés suivant c, et aplatis parallèlement au plan des axes optiques, compris dans la zone verticale. La bissectrice aiguë est *posi-*

tive et parallèle à c ; l'écartement des axes est petit ; $n_g - n_p = 0{,}009$ environ.

Ce produit est facilement attaquable par les acides ; il a été impossible de le séparer d'un faible résidu vitreux au milieu duquel il est noyé, mais il est vraisemblable qu'il a une composition très voisine de celle du verre, et par suite se rapproche plus ou moins de la composition $3SiO^2\,(Ca,Na^2)O$; ce n'est donc que par analogie d'origine avec la wollastonite du verre que je le place ici.

Bien que cette substance ne se trouve pas dans la nature en dehors des produits de l'activité humaine, on peut la considérer cependant comme un minéral, que j'ai appelé la *réaumurite* (*La Montagne Pelée après ses éruptions*. 1908. 134), car je l'ai vue se former dans des conditions naturelles, au cours de l'incendie de Saint-Pierre (*Martinique*), ainsi qu'à Boscotrecase dans les maisons envahies par la coulée de leucittéphrite de l'éruption du Vésuve en 1906.

LÅVENITE (T. I, p. 625).

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* L'île de Rouma mérite de devenir classique comme gisement de låvénite ; ce minéral y est un élément essentiel de la syénite néphélinique à ægyrine et astrophyllite ; il y est souvent aussi abondant que ces deux minéraux et y est macroscopique.

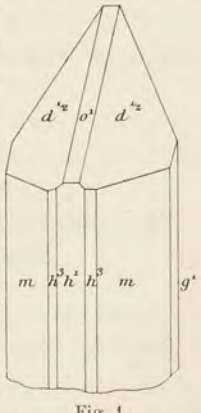


Fig. 1.
Låvenite de l'île de Rouma.

A l'inverse de ce qui a lieu d'ordinaire dans la plupart des gisements de ces roches, la låvénite n'est pas toujours un élément ancien ; souvent comme tous les autres minéraux colorés, elle est postérieure aux feldspaths qu'elle moule et alors elle n'a pas de formes distinctes. Elle se présente sous deux variétés ; l'une d'un brun rouge, l'autre jaune pâle. La variété foncée possède parfois des formes déterminables m (110), h^1 (100), g^1 (010), h^3 (210), $d^{1/2}$ (111) et plus rarement o^1 (101) (fig. 1) ; les macles h^1 (100) polysynthétiques sont fréquentes, mais ne sont constituées que par un petit nombre d'individus.

La seconde variété est moins abondante ; elle est jaune paille. Les macles suivant h^1 sont extrêmement répétées et déterminent une structure lamellaire suivant le plan de macle.

M. Grünch a signalé (*Z. d. d. g. g. XXXIX.* 96. 1887) dans l'île de Kassa une låvenite à pléochroïsme anormal ($\mathbf{n}_g$ = jaune rouge, $\mathbf{n}_p$ = jaune clair), que je n'ai pas rencontrée.

RINKITE (T. I, p. 628).

Propriétés optiques. Une erreur de mise en pages, déjà signalée dans un errata, a introduit page 629 (ligne 10) une erreur qu'il faut rectifier ainsi. « La bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), est presque perpendiculaire au clivage h^1 ; dans g^1, l'indice $\mathbf{n}_m$ fait un angle de 7° environ avec l'axe vertical. »

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Tandis que dans certaines régions, la rinkite accompagne la låvenite dans des syénites néphéliniques, aux îles de Los, ces deux minéraux s'excluent d'ordinaire.

Absente des types à ægyrine, sauf dans des blocs recueillis non en place sur le bord de la mer à Konakry (côte de *Guinée*), la rinkite en petits cristaux microscopiques est abondante dans la syénite néphélitique à barkévicite. Dans un type très leucocrate du Nord de l'île Foutabar, ces petits cristaux forment même des agrégats d'un jaune citron de plusieurs centimètres de diamètre.

BABINGTONITE [1]

x (Ca,Fe,Mn) SiO^3. y $Fe^2(SiO^3)^3$.

Triclinique $mt = 87°24'$

$b : c : h = 1000 : 1118{,}80 : 457{,}30$ $\quad D = 724{,}89$ $\quad d = 774{,}95$

Angle plan de $p = 86°10'$

— $m = 93°48'$

— $t = 112°22'$

$a : b : c = 1{,}06906 : 1 : 0{,}63084$. (Dauber).

$yz = 104°21'$ $\quad zx = 108°30'$ $\quad xy = 83°34'$

Formes et facies. La babingtonite se présente en cristaux généra-

1. A placer, dans la systématique, après la *rhodonite*. T. I. p. 632.

lement raccourcis, rappelant dans la zone verticale ceux des pyroxènes ; les faces de la zone p (001) t (110) sont striées parallèlement à leur intersection mutuelle. Ce minéral forme aussi des masses grenues ou miarolitiques.

Clivages. Clivages, parfait suivant $m(1\bar{1}0)$, facile suivant t (110). Cassure subconchoïdale.

Dureté, 5,5 à 6. Fragile.

Densité. 3,35 à 3,38.

Coloration et éclat. Noire, transparente seulement en lames minces, et alors de couleur verte.

Propriétés optiques. Le plan des axes optiques est voisin de $t(110)$ et par suite presque normal à m $(1\bar{1}0)$; l'extinction est de 31° sur g^1 (010), de 44° sur h^4 (100).

$$2\,V = 60 \text{ à } 65° \quad N = 1{,}72 \quad \mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}03 \text{ env.}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est très énergique dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g$ = vert foncé.
$\mathbf{n}_m$ = jaune ou brunâtre.
$\mathbf{n}_p$ = vert clair.

Composition chimique. Dans la formule x (Ca,Fe,Mn) SiO^3. y Fe^2 $(SiO^3)^3$, le rapport des deux termes oscille entre 9 : 1 et 6 : 1.

Essais pyrognostiques. Fond facilement au chalumeau en un globule noir, magnétique. Inattaquable par les acides.

Diagnostic. Le minéral ressemble à un pyroxène très ferrifère.

L'examen optique permet d'établir le diagnostic, grâce aux propriétés, qui sont celles d'un minéral triclinique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La babingtonite est rare dans la nature ; elle se rencontre dans quelques gisements ferrifères et dans les géodes du granite de Baveno. Par contre, elle se forme assez fréquemment dans les produits métallurgiques et au cours d'incendies ; c'est dans la dernière de ces conditions que j'ai à l'étudier [1].

1. J'ai observé des scories riches en babingtonite dans les débris de la démolition du foyer très usagé d'une usine de menuiserie de Paris, n'utilisant que le bois comme combustible.

Antilles. — *Martinique.* Dans les produits de l'incendie de Saint-Pierre, j'ai rencontré des masses assez miarolitiques de babingtonite, associées à de la magnétite, à de la pyrrhotite et englobant des objets de fer intacts (action du mortier sur les produits de la fusion des cendres avec des objets métalliques oxydés). Cette roche spéciale était séparée de l'andésite (des murs) refondue par une zone riche en bytownite et en mélilite, également d'origine métamorphique. (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904, 633 et pl. XXIX, fig. 6.)

HIORTDAHLITE[1]

$4Ca(Si,Zr)O^3 . Na^2ZrO^2F^2$

Triclinique. $mt = 90°5'$

$b : c : h = 1000 : 708{,}00 : 248{,}65$ $\quad D = 708{,}00 \quad d = 705{,}10$

Angle plan de $p = 90°13'$

— $m = 90°53'$

— $t = 89°59'$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}99835 : 1 : 0{,}35123 \text{ (Brögger)}, \\ yz = 89°22' \quad zx = 90°37' \quad xy = 90°5' \end{array}\right]$$

Macles. Macles polysynthétiques, souvent extrêmement fines, avec rotation suivant c et h^1 (100) comme plan d'association.

Formes et facies. Les cristaux sont constitués par des lames aplaties suivant h^1 ou plus rarement suivant g^1, allongées suivant l'axe c terminés par o^1 (101), $d^{1/2}$ ($1\bar{1}1$).

Dureté. 5 à 6,6. Très fragile.

Densité. 3,28.

Coloration et éclat. Jaune de diverses nuances; plus rarement brunâtre. Éclat vitreux sur les faces, gras dans la cassure.

Propriétés optiques. Le plan des axes optiques est voisin de $d^{1/2}$ ($1\bar{1}1$). Dans h^1, extinction de 25° par rapport à l'axe c et de 15° dans g^1. Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), un peu oblique sur h^1 (100).

Pléochroïsme. Le pléochroïme est faible avec :

$\mathbf{n}_g$ = jaune vineux.
$\mathbf{n}_p$ = jaune clair.
$\mathbf{n}_p$ = incolore.

1. A placer, dans la systématique, après la *babingtonite*.

Composition chimique. La formule donnée plus haut est celle établie par M. Brögger pour la hiortdahlite. M. Prior a proposé la formule $3CaSiO^3$. [Ca(F.OH)] $NaZrO^3$ pour la guarinite, dans un mémoire (*Min. Mag.* XV. 248. 1909), publié en collaboration avec M. Zambonini, et consacré à la démonstration de l'identité de ces deux minéraux.

Essais pyrognostiques. Fond en un émail blanc. Fait gelée avec les acides : la solution chlorhydrique donne avec le papier de curcuma la réaction de la zircone.

Diagnostic. Se distingue par les propriétés optiques de la wœhlérite, ainsi que par l'absence d'une quantité notable d'acide niobique et par l'abondance de la zircone.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La hiortdahlite se trouve dans les syénites néphéliniques du Langesundfjord et dans les sanidinites de la Somma (*guarinite*).

Afrique occidentale. — *Iles de Los.* Je crois pouvoir rapporter à la hiortdahlite, d'après ses propriétés optiques, un minéral, qui est assez abondant comme élément microscopique d'une syénite néphélinique à biotite de l'île de Kassa ; je ne l'ai rencontré dans aucune des syénites à ægyrine ; les silicozirconates de celles-ci sont l'eudialyte et la låvenite.

WŒHLÉRITE (T. I, p. 627).

Afrique Occidentale. *Iles de Los.* J'ai rencontré la wœhlérite dans les pegmatites de syénites néphéliniques à barkévicite de l'île de Foutabar ; elle s'y présente même sous forme macroscopique, en plages translucides, d'un jaune pâle possédant un éclat résineux.

L'identification avec la wœhlérite est rendue certaine, grâce à une propriété optique, sur laquelle il est bon d'appeler l'attention. La wœhlérite possède une macle suivant un plan parallèle à la face d'aplatissement h^1 (100) ; le plan des axes optiques étant normal à g^1 (010) et la bissectrice aiguë *négative* faisant dans cette face, un angle d'environ 45° avec c, il en résulte qu'une section perpendiculaire à la bissectrice aiguë de l'un des individus de la macle est conjuguée à une section du second cristal,

sensiblement parallèle au plan des axes optiques. Des sections de ce genre se reconnaissent immédiatement, grâce à la différence de biréfringence ($\mathbf{n}_g$-$\mathbf{n}_m = 0{,}010$ et $\mathbf{n}_g$—$\mathbf{n}_p = 0{,}026$) des deux composants, dont l'extinction se fait suivant la ligne de macle (zone de symétrie).

GROUPE DES AMPHIBOLES

ANTHOPHYLLITE-GÉDRITE (T. I, p. 635).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Tous les échantillons de gédrite existant dans les collections proviennent d'un bloc éboulé dans la vallée de Héas, qui se trouve à 2 km. environ du village de Gèdres ; il a été presque entièrement débité par les voyageurs. Il paraît provenir du Coumély, formé par des schistes dévoniens supérieurs métamorphisés par le granite.

Cette hypothèse m'est suggérée par la découverte que j'ai faite (*B. C. F.* XI. n° 71. 1900) de ce même minéral en place dans les schistes micacés, métamorphisés par le granite de la sortie du lac de Caillaouas : il y est associé à l'almandin. Au glacier des Gourgs blancs, qui domine ce lac, la gédrite forme des fibres de plusieurs centimètres de longueur dans des leptynolites, à la fois riches en oligoclase et en cordiérite. Parfois au milieu de ces deux derniers minéraux, se trouvent de petits nodules de corindon et de spinelle ou de spinelle et de staurotide bordée de spinelle vert. Cette gédrite renferme des inclusions de zircon (avec auréoles pléochroïques à biréfringence augmentée), de graphite, etc.

Plateau Central. — *Haute-Loire et Aveyron.* J'ai développé (*B. S. M.* XIX. 67. 1896) la courte description, donnée à la page 639 du tome I, de la gédrite de Saint-Projet-Armandon et de l'anthophyllite d'Arvieu.

Puy-de-Dôme. M. G. Friedel a fait (*B. S. M.* XXV. 102. 1902) l'analyse suivante de l'anthophyllite, souvent mélangée à de l'opale et à de la calcite, se trouvant dans une serpentine des environs de Saint-Germain-Lherm, sur le vieux chemin de Saint-Bonnet-le-Bourg.

SiO^2 58,38 ; FeO 8,37 ; MgO 28,82 ; Al^2O^3 0,10 ; CaO 0,61 ; H^2O (au rouge) 0,68 ; H^2O 2,75 = 99,71.

Le minéral purifié est blanc de neige ; sa densité = 3,034. D'après

M. G. Friedel, il ne possède pas de clivages suivant des plans distincts mais se clive suivant un cylindre parallèle à l'axe d'allongement.

Tonkin. — Une gédrite asbestiforme, en veines dans les schistes cristallins du Fleuve-Rouge, a été trouvée près de Than-Vaï (Dupouy *op. cit.* 46) en blocs pesant plusieurs kilogrammes.

Plus récemment, M. Deprat a indiqué l'existence d'une anthophyllite fibrolamellaire dans la même région, à 400 mètres de la gare de Ngoï-Hop (*B. S. M.* XXII. 382. 1909).

GRUNÉRITE (T. I, p. 642).

Maures. — *Var*. J'ai montré (*C. R.* CXXX. 1278. 1900) que la roche à grunérite de Collobrières renferme, en plus des éléments antérieurement signalés, de gros grains de fayalite et beaucoup d'apatite.

M. Kreutz a complété les indications concernant ce minéral données pages 643. (*Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien.* CXVII. 1908.)

La bissectrice aiguë est *négative*. Les indices sont (Na) :

$n_g = 1{,}717$; $n_m = 1{,}697$; $n_p = 1{,}672$; $n_g - n_p = 0{,}045$; $2V = 82$ $\rho < v$

Il a en outre publié l'analyse suivante : SiO^2 47,17 ; Al^2O^3 1,00 ; Fe^2O^3 1,12 ; FeO 43,40 ; MnO 0,08 ; CaO 1,90 ; MgO 2,61 ; K^2O 0,07 ; Na^2O 0,47 ; H^2O 2,22 ; F 0,07 = 100,11.

TRÉMOLITE-ACTINOTE (T. I, p. 645).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. M. Nentien m'a communiqué des échantillons blancs, constitués par des fibres de trémolite, noyées dans de la calcite et provenant d'une recherche de mine de cuivre à Accous.

La collection du Muséum possède des calcaires indiqués comme provenant de Louvie-Juzon et renfermant de jolies aiguilles d'actinote.

Ariège. J'ai recueilli de magnifiques échantillons rigides de trémolite asbestiforme, en veines dans les cornéennes calcaires métamorphisées par le granite de la haute vallée d'Ustou.

Dans le fond de la vallée de Lartigue en Auzat, j'ai rencontré des masses fibreuses d'actinote de plus d'un centimètre de long ; elles se trouvent à quelques mètres d'un contact granitique.

Cévennes et Plateau Central. — *Gard et Aveyron.* Brongniart a signalé de l'asbeste dans la vallée de Mangadon au nord du Vigan. Les échantillons asbestiformes de ce gisement, que m'a communiqués M. Bouhard, sont constitués par de la palygorskite ; mais M. Bergeron a indiqué (*C. R.* CXLIV. 983. 1907) l'existence de la trémolite dans le voisinage, au-dessus de la métairie du Tour ; elle se trouve dans des calcaires cambriens, métamorphisés par le granite.

Corrèze. M. Puyaubert m'a communiqué des échantillons d'actinote verte en baguettes courbes de 15 cm. de longueur, trouvées dans le deuxième tunnel du chemin de fer de Tulle à Uzerches, près du village du Pezat, au km. 3 de Tulle.

Maine. — *Mayenne.* M. Œhlert m'a signalé des filonnets d'asbeste dans les dykes de porphyrite de Villers-Charlemagne et de Houssay.

Haute-Vienne. L'asbeste filamenteuse se rencontre dans la serpentine de la Roche l'Abeille.

Algérie. — *Oran.* M. Flamand a signalé de nombreux gisements d'asbeste dans les ophites du Sud Oranais (*Assoc. Franç. Av. sc.* 1900, 167). M. Braly m'a communiqué une actinote aciculaire d'un vert clair à fibres de 7 cm. de longueur, formant des veines dans l'ophite de Djenan-el-Dar.

Tonkin. — M. Dupouy a trouvé (*op. cit.*, 4) de jolis cristaux de trémolite et d'actinote dans les talcschistes de la Rivière Noire et il a signalé l'existence de filonnets (6 à 8 cm. d'épaisseur) d'asbeste dans les roches vertes au nord de That-Khé vers Cao-Bang, notamment entre That-Khé et Dong-Khé.

Madagascar. — La trémolite est fréquente dans les cipolins ; je citerai notamment ceux d'Ambohimirakitra, à 15 km. S. S. E. de Tananarive, d'Antsofombato à l'ouest de Tsinjoarivo, du pied du mont Ankarinarivo, du S. E. d'Alasora. De jolis échantillons lamellaires de trémolite blanche, associés à du graphite, se trouvent à Tranoroé, à 5 heures d'Ampanihy, dans le pays Mahafaly.

Une variété asbestiforme de trémolite a été rencontrée dans les travaux du tunnel de Vongavonga.

Ce même minéral, ainsi que l'actinote, abonde aussi dans les calcaires en contact avec le granite, notamment près du massif du

Mont Bity (Maharitra, Antandrokomby), du mont Mahatsinjo au voisinage d'Ambatofangehana [masses fibreuses de trémolite à Sahosorina, au S. d'Ambatoharina (voir *imérinite*) ; l'actinote se trouve dans les calcaires de nombreux points de la vallée de la Vato].

IMERINITE

Je donne ce nom à un nouveau type d'amphibole sodique, qui possède tous les caractères extérieurs d'une trémolite de couleur spéciale, mais est remarquable par ses propriétés optiques et chimiques.

Formes et facies. L'imerinite constitue de petites aiguilles ne présentant que les faces *m* (110) distinctes ; l'angle du prisme est en moyenne de 124°42′ ; il est difficile cependant de préciser, les cristaux étant presque toujours groupés à axes imparfaitement parallèles.

Dureté. 5 à 6.

Densité. 3,02.

Coloration et éclat. Bleu de lin, de nuance plus ou moins foncée, devenant parfois presque incolore. Éclat vitreux très vif.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Les extinctions en lumière blanche sont imparfaites par suite d'une très forte dispersion des bissectrices. Les cristaux sont souvent zonés ou faculés : $\mathbf{n}_g$ fait avec l'axe vertical un angle suivant les zones, mais approchant 45°. La bissectrice aiguë est *négative* ($\mathbf{n}_p$).

L'angle des axes optiques est faible, mais n'a pu être précisé, le minéral étant trop peu biréfringent et la dispersion des axes beaucoup trop grande : dans les variétés de couleur très pâle, qui sont moins dispersives, 2 E atteint environ 100°.

Pléochroïsme. La couleur est inégalement répartie par suite de l'existence de la structure zonée ou faculée dont il vient d'être question et le minéral est souvent incolore en lames minces ; quand le pléochroïsme est perceptible, il se fait dans les teintes suivantes avec $\mathbf{n}_m > \mathbf{n}_g = \mathbf{n}_p$.

$\mathbf{n}_g$ = vert bleuâtre pâle.
$\mathbf{n}_m$ = bleu violacé.
$\mathbf{n}_p$ = vert jaunâtre pâle.

Composition chimique. L'analyse suivante a été faite par M. Pisani.

SiO^2.....	53,73
TiO^2.....	0,41
Al^2O^3.....	2,72
Fe^2O^3.....	4,72
FeO.....	4,70
MgO.....	20,60
CaO.....	2,73
Na^2O.....	7,42
K^2O.....	1,82
H^2O.....	0,85
F.....	0,92
	100,62

Le rapport $SiO^2 : (R^2O^3 + RO + R^2O + F) = 1 : 1,014$, c'est-à-dire presque exactement celui d'un métasilicate.

Au point de vue chimique, cette amphibole ne peut être rapprochée que de la *richtérite* et en particulier de sa variété la natronrichtérite (*astochite*), mais celle-ci est plus pauvre en sesquioxyde, ne contient presque pas de fer et par contre renferme beaucoup de manganèse ; de plus, ses propriétés optiques ne diffèrent guère de celles de la trémolite.

Essais pyrognostiques. Comme la trémolite, mais très fusible au chalumeau, en colorant la flamme en jaune intense.

Diagnostic. Ces propriétés pyrognostiques et optiques constituent la caractéristique de l'imerinite, qui semble jouer par rapport à la richtérite le même rôle que la katoforite vis-à-vis des hornblendes.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — J'ai choisi le nom d'*imerinite* pour rappeler le nom d'Imerina, province centrale de la grande île, si intéressante au point de vue minéralogique. J'ai trouvé les premiers échantillons de ce minéral parmi des roches rapportées par M. Villiaume. M. Mouneyres a bien voulu plus tard me faire recueillir une série importante d'échantillons qui m'a permis d'achever cette étude.

L'imerinite constitue de petites aiguilles, pouvant atteindre quelques millimètres de longueur au milieu d'un calcaire métamorphique des environs d'Ambatoharina, à 2 ou 3 km. du confluent du Mahanoro et du Vatomaro, à l'est d'Ambatofangehana : il s'agit certainement là de calcaires métamorphisés par le granite du massif du mont Mahatsinjo.

L'imerinite est accompagnée de phlogopite, d'albite, de quartz, de rutile, de sphène et de pyrite; à l'inverse de ce qui a lieu pour cette amphibole, qui paraît localisée dans le point précis qui vient d'être indiqué, ces autres minéraux sont distribués dans les calcaires de toute la région et ne sont souvent visibles qu'au microscope.

HORNBLENDE (T. I, p. 661).

Pyrénées. — J'ai montré (*B. C. F.* X. 1898, n° 64 et XI. 1900, n° 71), que dans le granite des Pyrénées, et notamment dans celui du massif d'Ax et de Quérigut, la hornblende se développe toujours au contact des calcaires et que ces roches se transforment progressivement en diorites micacées quartzifères, en diorites, en hornblendites et même en péridotites à hornblende. Ces deux derniers types présentent souvent des cristaux de hornblende de plusieurs centimètres, englobant ou non pœcilitiquement des grains de péridot; la roche que j'ai désignée sous le nom de picrite à hornblende (je dirai aujourd'hui péridotite à hornblende), page 672, est un des termes extrêmes de cette transformation.

D'autre part, j'ai décrit (*C. R.* VIII. *Congrès géol. intern.* 1900, Paris 1901) toute une série de roches parfois à très grands éléments, riches en hornblende, géologiquement apparentées avec les lherzolites et qui présentent comme élément constitutif des hornblendes brunâtres ou brunes, rarement bleuâtres sur les bords. Celles-ci doivent très probablement être rapprochées de la *sorétite* de MM. Duparc et Pearce.

Telles sont dans l'*Ariège*: la hornblendite feldspathique péridotique et pyroxénique du Col d'Eret près Ercé, les péridotites à hornblende pœcilitiques et les hornblendites d'Argein, les diorites mélanocrates, ressemblant à des amphibolites schisteuses (hornblende brune, bleuâtre sur les bords) de Serreing en Sentenac, de Comères en Seix, du Tuc des Comères en Castillon, etc.

Enfin, j'ai donné le nom d'*avezacite* à une roche remarquable, formant à Avezac-Prat (*Hautes-Pyrénées*) des filons dans la lherzolite; cette roche, ne renfermant que 31,8 °/₀ de silice, est essentiellement constituée par de la hornblende brune, avec un peu d'augite, de sphène, d'apatite et enfin d'ilménite qui moule les autres éléments. Cette roche présente une structure cataclastique, rappelant celle des météorites; l'avezacite ne peut guère être comparée qu'aux nodules à hornblende des tufs basaltiques.

La hornblende et les roches à hornblende brune des environs de Lherz, dont il est question tome I, page 674, constituent les roches que j'appelle aujourd'hui *ariégites*.

Madagascar. — Les tufs basaltiques de l'île renferment en abondance des fragments de hornblende intratellurique ; j'ai vu en particulier des fragments provenant des environs de Diego-Suarez qui atteignent 8 cm.

Comores. — Beaux échantillons identiques aux précédents dans les tufs basiques, notamment à Anjouan.

Nouvelle-Calédonie. — Les péridotites (serpentines) de l'île sont traversées par des filons de diorites à grands éléments et de hornblendites, véritables pegmatites dioritiques, d'où l'on peut extraire parfois des clivages de hornblende noire, ayant la longueur de la main (Baie N'Go en particulier).

Antilles. — *Martinique et Guadeloupe.* Les dacites et les andésites de ces deux îles et plus rarement les andésilabradorites renferment parfois de la hornblende, associée à l'augite ou remplaçant celle-ci, sans que cette substitution corresponde à un changement de composition chimique notable. L'andésite de la pointe Burgos, certains des types de la brèche andésitique des massifs de la Montagne Pelée et du Carbet, les dacites du Carbet sont particulièrement à citer à cet égard : dans ces dernières roches, les cristaux de hornblende sont caractérisés par la prédominance de h^1 (100) et de g^1 (010) dans la zone verticale.

Cette même hornblende brune est caractéristique des enclaves homœogènes, qui abondent dans les andésites et notamment dans celle de l'éruption de 1902 à la Montagne Pelée ; elle y forme fréquemment des cristaux mesurant 3 cm.

C'est une de ces enclaves de la lave de 1902 qui m'a fourni les matériaux d'une étude plus complète de ce minéral. L'angle d'extinction est de 15°, quand cette amphibole est d'un brun vert ; cet angle tombe à 2° lorsque, par rubéfaction, elle est devenue d'un brun rouge, très biréfringente et très pléochroïque. L'analyse suivante a été faite par M. Pisani sur un produit de densité 3,24.

SiO^2 44,25 ; TiO^2 1,74 ; Al^2O^3 12,80 ; Fe^2O^3 6,90 ; FeO 5,85 ; MgO 13,6 ; CaO 11,00 ; Na^2O 1,42 ; K^2O 0,49 ; H^2O 1,38 = 99,38.

Dans les roches volcaniques de la Martinique, l'amphibole subit souvent les phénomènes de résorption habituels, mais j'y ai en outre observé (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 507, 1904) des transformations progressives ou complètes en un agrégat holocristallin, grenu ou ophitique, d'augite, de plagioclases basiques et de magnétite.

BARKÉVICITE (T. I, p. 660).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* La syénite néphélinique de Pouzac renferme des ségrégations à grands éléments, qui sont extrêmement riches en barkévicite.

La roche, en filon dans le crétacé d'Arudy, près Saint-Christau, dont il est question page 671, et d'autres analogues de la même région, caractérisées aussi par de longues baguettes de barkévicite, sont les homologues, assez altérées, des monzonites néphéliniques décrites plus loin. Une amphibole barkévicitique se trouve aussi, mais en plages xénomorphes, dans des diabases ophitiques, souvent riches en analcime de la même région, qui ont un caractère essexitique très net.

Il faut rapprocher de la même série une roche à cristaux nets de barkévicite de plusieurs centimètres de longueur, qui, aux environs d'Adé, forme des filons dans une picrite à hornblende, ainsi qu'une curieuse diorite à grands cristaux de hornblende et à plagioclase transformé en albite, des environs d'Ossen.

Plateau Central. — *Cantal.* C'est également à une série un peu alcaline qu'il faut rapporter toutes les roches intrusives grenues, que j'ai trouvées récemment (*C. R.* CXLIX. 541. 1909) au milieu des tufs pliocènes du volcan du Cantal dans la vallée de la Jordanne, en amont de Mandailles : monzonite à biotite, monzonite leucocrate passant à la syénite avec un peu de néphéline, gabbro essexitique, etc. Quelques-unes de ces roches sont caractérisées par l'existence de grands cristaux pœcilitiques de hornblende brune de plusieurs centimètres.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Les syénites néphéliniques des îles de Foutabar, de l'îlot du Cabri appartiennent surtout à un type à barkévicite. Les cristaux de ce minéral sont généralement très peu allongés suivant l'axe vertical et forment dans les nombreuses variétés

pegmatoïdes de ces roches des cristaux de plusieurs centimètres n'ayant pas de contours géométriquement distincts.

Madagascar. — La barkévicite est caractéristique des types dominants des roches néphéliniques de Nosy komba et des environs de la baie d'Ampasindava, notamment aux alentours d'Ankaramy et plus au sud-ouest dans le massif du Mont Bezavona. Dans les syénites et les monzonites néphéliniques, cette barkévicite est très allongée suivant l'axe vertical : les variétés pegmatoïdes de monzonite en renferment des cristaux à faces prismatiques (mg^1 h^1) nettes ; ils atteignent jusqu'à 5 cm. de longueur ; ils sont très éclatants.

Dans les types mélanocrates de monzonites (essexites), dans les gabbros néphéliniques et les gabbros essexitiques, ces cristaux ne sont plus allongés suivant l'axe vertical, ils sont raccourcis et ont une tendance à la structure pœcilitique ; ils sont intimement associés à de l'augite et à de la biotite ; là encore, on en trouve des cristaux de plusieurs centimètres de plus grande dimension. La même amphibole, qui donne l'air de famille à toutes les roches de cette région, se trouve aussi dans les camptonites, les monchiquites et enfin dans des basaltes amphiboliques filoniens (Ambodimadiro).

Tahiti. — Toutes les remarques qui viennent d'être faites sur les roches alcalines de Madagascar peuvent être appliquées aux roches à néphéline (syénites, monzonites, gabbros néphéliniques, camptonites, etc.) de la vallée de Papenoo (voir à *néphéline*).

KATOFORITE (T. II, p. 689) ET ANOPHORITE

Propriétés optiques. Une rectification est à faire aux propriétés optiques, données page 689 ; la bissectrice aiguë est, non pas positive, mais *négative*.

M. Freudenberg vient de décrire (*Mitt. bad. Geol. Landesanst.* VI. 47. 1908) sous le nom d'*anophorite* une amphibole, riche en titane, en sodium, en magnésium et en fer, pauvre en calcium et en aluminium ; elle paraît être une variété de *katoforite* à plan des axes optiques *perpendiculaire* à g^1 (010) ; l'angle d'extinction dans g^1 (rapporté à $\mathbf{n}_m$), est de 20 à 28°, dans l'angle aigu ph^1. L'écartement des axes est faible autour de la bissectrice aiguë *négative* (2E = 33° à 40°). La dispersion $\rho > v$ est forte.

Les teintes de pléochroïsme sont les suivantes, avec $n_g > n_m < n_p$:

n_g = brun rouge foncé
n_m = vert à jaune vert
n_p = jaune-paille.

La densité est de 3,17. Cette amphibole a été trouvée dans la shonkinite du Katzenbuckel. Je crois pouvoir lui rattacher l'amphibole de quelques gisements décrits plus loin.

Soudan. — C'est une sorte d'anophorite, qui constitue l'amphibole associée à l'ægyrine du granite de Dirikoa (*Mounio*), recueilli par M. Garde. Les sections perpendiculaires à la bissectrice aiguë négative sont à peine biréfringentes; le plan des axes optiques est normal à g^1 pour la lumière blanche ; n_g = brun-châtaigne, n_m = jaune vert, n_p = jaune brunâtre $n_g > n_m > n_p$. Cette amphibole se transforme sur les bords et le long de ses clivages en riebeckite, qui forme aussi des prolongements aciculaires aux grands cristaux anciens.

Madagascar. — J'ai rencontré des amphiboles katoforitiques comme élément essentiel des nordmarkites de Maromandia près Ankaramy (*Nouv. Arch. Muséum.* IV. 95. 1902). Elles possèdent un pléochroïsme intense dans les teintes d'un brun vert et d'un jaune pâle ; l'extinction est de 30° au centre, alors qu'au bord, de couleur bleue, elle tombe à 15°. Des amphiboles analogues se trouvent dans les syénites quartzifères du bassin du Mangoro et dans celles d'Ambohitrosy (Ambongo), où elles sont intimement associées à de l'ægyrine et à de l'ænigmatite.

J'ai rencontré comme élément d'une syénite quartzifère d'Ampasibitika, dans la baie d'Ampasindava, une amphibole que peut-être faut-il rapprocher de l'anophorite.

Elle englobe pœcilitiquement les feldspaths; son angle d'extinction est de 16°, rapporté à n_m ; elle possède la très grande dispersion de la katoforite. Le pléochroïsme est le suivant :

centre				bord			
n_g	ou	n_m	$> n_p$	$n_g >$	n_m	$>$	n_p
brun verdâtre		brun rougeâtre	jaune	vert	gris bleu		gris brun

Cette amphibole a une grande tendance à se transformer en limonite. J'ai observé de la katoforite à extinction de 35° (n = brun ver-

dâtre, n_g = brun foncé, n_p = jaune clair) en plages pœcilitiques dans une phonolite néphélinique à ægyrine, à très gros éléments, de l'île d'Antsoa, vis-à-vis de la pointe d'Ambavatoby ; elle est généralement bordée d'une arfvedsonite bleuâtre.

Réunion. — C'est à la katoforite qu'il faut rapporter l'amphibole accompagnant l'ægyrine comme élément essentiel des syénites alcalines, parfois un peu quartzifères, qui se trouvent en blocs dans la rivière des Sables.

Soudan. — L'étude des matériaux rapportés par la mission Moll m'a permis de signaler (*C. R. L.* XXXIX. 22. 1905) l'existence dans le Mounio, aux environs de Gouré, de microgranites à ægyrine renfermant une amphibole sodique d'une étude difficile à cause de sa couleur foncée, et appartenant sans doute au groupe de la katoforite.

Elle possède un allongement positif ; l'angle des axes optiques est très petit autour de la bissectrice aiguë n_p ; il existe une dispersion très grande, un pléochroïsme très intense : n_g = jaune verdâtre à bleu vert, n_m = brun rose à brun vert, n_p = jaune vert clair. L'absence de formes et de clivages nets dans cette amphibole, qui est toujours très pœcilitique, ne permet pas de savoir s'il faut la rapporter à la katoforite ou à l'anophorite.

Depuis lors, de nombreux matériaux sur cette région ont été rapportés par M. Garde, qui a pu montrer l'association à ces microgranites, de granites et de rhyolites, et de faire voir d'une façon plus générale le très grand développement de ces roches sodiques dans tout le Mounio [1].

HASTINGSITE

MM. Adams et Harrington ont donné ce nom (*Am. Journ. of. sc.* I. 210. 1896) à une amphibole sodique, riche en sesquioxyde ($Al^2 O^3$ et $Fe^2 O^3$), en fer ferreux, contenant de la chaux et sensiblement pas de

1. J'ai observé dans cette même roche, un minéral, que j'ai considéré autrefois comme orthorhombique, mais qui est en réalité quadratique ; il forme des groupes de prismes, incolores en lames minces, de biréfringence 0,015 ; il est uniaxe et *négatif* ; sa réfringence est supérieure à celle du quartz. Sa structure pœcilitique, qui lui fait englober un grand nombre de grains de quartz, n'a pas permis de l'isoler et par suite de le déterminer exactement.

magnésie. La densité est de 3,43. Les propriétés optiques en ont été complétées par M. Graham (*Am. J. of. sc.* XXVIII. 540. 1909).

Propriétés optiques. Dans g^1 (010), **n** fait 30° avec c ; la bissectrice aiguë est *négative* ($\mathbf{n}_p$) ; l'angle des axes optiques est faible, $2V = 16°$ environ (lumière blanche), avec forte dispersion $\rho > v$. Le minéral est uniaxe pour la lumière jaune, pour le bleu vert, le plan des axes est *perpendiculaire* à g^1 (010).

La couleur très foncée et la faible biréfringence rendent l'étude optique assez difficile.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g = \mathbf{n}_m =$ vert bleu très foncé
$\mathbf{n}_p =$ jaune vert.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La hastingsite a été décrite à l'aide d'échantillons provenant de syénites néphéliniques du Canada.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Je crois pouvoir rapporter à la hastingsite l'amphibole des syénites néphéliniques à noséane de l'île de Kassa, qui se distingue par la grandeur de son angle d'extinction (au moins 30°) et par ses autres propriétés optiques, de la barkévicite des syénites néphéliniques de l'île de Foutabar.

ARFVEDSONITE (T. I, p. 690).

$(\mathbf{Na}^2,\mathbf{Fe},\mathbf{Ca})^4\ \mathbf{Si}^4\mathbf{O}^{12}$.

Monoclinique : $mm = 123°55'$.

$b : h = 1000 : 260{,}19 \quad D = 873{,}79 \quad d = 486{,}53.$

Angle plan de $p = 121°46'$
— $m = 98°9'$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}55687 : 1 : 0{,}29781 \text{ (Brögger)} \\ zx = 73°2' \end{array}\right]$$

Formes et facies. L'arfvedsonite se présente avec le facies habituel aux amphiboles. Les cristaux distincts sont fort rares; le minéral forme d'ordinaire des plages, sans plans géométriques autres que m ; elles sont allongées ou raccourcies suivant l'axe vertical.

Clivages. Clivages, faciles suivant *m* (110); imparfait suivant g^1 (010).

Cassure inégale.

Dureté. 6. Fragile.

Densité. 3,44.

Coloration et éclat. Noir éclatant, vert bleuâtre en lames minces. Poussière d'un gris bleu foncé. Transparente seulement en lames très minces. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Biréfringence faible. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010); $\mathbf{n}_p$ fait un angle d'environ 18° avec *c*, dans l'angle aigu ph^1, mais cette valeur est incertaine à cause de la très grande dispersion des bissectrices, qui rend les extinctions incomplètes, sauf dans la zone de symétrie.

2 V est très grand; le signe de la bissectrice est douteux.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est très intense, avec $\mathbf{n}_p > \mathbf{n}_m > \mathbf{n}_g$; il est un peu variable comme couleur avec les localités.

$\mathbf{n}_g$ = vert gris brunâtre à brun verdâtre
$\mathbf{n}_m$ = bleu lavande à bleu gris
$\mathbf{n}_p$ = bleu foncé à bleu vert.

Composition chimique. Les arfvedsonites sont très riches en fer ferreux et en alcalis (jusqu'à 10 °/₀ de ces derniers), pauvres en fer ferrique et en alumine, ainsi qu'en chaux; elles sont à peu près dépourvues de magnésie. A la formule approximative donnée plus haut s'adjoint en plus ou moins grande quantité le composé $(Ca,Mg)^2\,(Al,Fe)^4\,Si^2O^{12}$.

Essais pyrognostiques. Comme riebeckite.

Altérations. Se transforme en un mélange de cristaux d'acmite et de lépidomélane. Souvent l'arfvedsonite s'altère en donnant de la sidérite et de la limonite; aussi est-il fréquent de trouver aux affleurements la place de cette amphibole occupée par de la limonite.

Diagnostic. Parmi les amphiboles à allongement négatif, l'arfvedsonite se distingue de la riebeckite par son angle d'extinction plus grand. Elle ne peut être confondue avec la katoforite, dont l'angle d'extinction est plus grand encore.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'arfvedsonite, compagnon habituel de l'ægyrine, ne se rencontre

que dans les roches éruptives très sodiques ; j'ai à la signaler dans les suivantes :

1° *Dans les syénites néphéliniques.*

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Alors que la barkévicite accompagne constamment l'augite dans les syénites néphéliniques à augite de ces îles, l'arfvedsonite se trouve fréquemment dans les types à ægyrine, notamment à Rouma ; elle y est inégalement distribuée, formant quelquefois des cristaux de plusieurs centimètres de longueur et qui sont d'ordinaire pœcilitiques par rapport aux feldspaths : elle est assez abondante dans les ségrégations lujauritiques. Il est fréquent de la voir associée à la biotite, qui s'est développée sur ses plans *m* (110).

2° *Dans les syénites et les granites.*

Soudan. — C'est sans doute au groupe de l'arfvedsonite qu'il y a lieu de rapporter l'amphibole du granite de Zinder et de divers points du Mounio étudiés par M. Garde : cette amphibole ne peut être rapportée à la riebeckite, à cause des teintes de pléochroïsme d'un bleu trop vert et de l'angle d'extinction d'une dizaine de degrés. M. Stoyanoff a extrait cette amphibole et en a fait l'analyse suivante dans mon laboratoire : SiO^2 46,33 ; TiO^2 3,00 ; Al^2O^3 1,12 ; Fe^2O^3 13,35 ; FeO 24,48 ; CaO 4,36 ; MgO 0,78 ; Na^2O 6,16 ; H^2O 0,40 ; = 99,98. Il semble qu'elle soit intermédiaire entre l'arfvedsonite et la riebeckite.

Madagascar. — J'ai rencontré l'arfvedsonite comme élément de quelques syénites et granites alcalins d'Ampasibitika (voir à *riebeckite*) ; son angle d'extinction est de 13 à 15° ; les teintes de pléochroïsme sont les suivantes : $\mathbf{n}_g$ = gris bleu, $\mathbf{n}_p$ = bleu de mer.

Les cristaux atteignent jusqu'à 6 cm. × 4 cm. ; ils englobent pœcilitiquement une partie des feldspaths.

RIEBECKITE ET OSANNITE (T. I, p. 693).

Propriétés optiques. Des travaux récents ont montré que la riebeckite constitue en réalité une série de types variés ; certains d'entre eux ont les propriétés optiques, qui ont été exposées page 694, alors que d'autres, que M. Hlawatsch a proposé de désigner sous le nom de

osannite (*Festschr. H. Rosenbusch*, 1906. 76), en diffèrent en ce que le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1 (dans les sections transversales, sa trace est parallèle à celle de h^1). La bissectrice aiguë *négative*, $\mathbf{n}_p$, coïncide presque avec l'axe vertical ; $\mathbf{n}_p : c = 0$ (rouge), 5° (bleu). L'angle des axes est très grand : à travers g^1, on voit les images de la bissectrice obtuse $\mathbf{n}_g$, avec forte dispersion croisée.

Le pléochroïsme est le même en direction que pour la riebeckite normale : $\mathbf{n}_g =$ vert gris noir, $\mathbf{n}_m =$ jaune brun, $\mathbf{n}_p =$ bleu foncé.

M. Murgoci considère que, comme pour les glaucophanes, cette position du plan des axes optiques accompagne une très grande richesse en Fe^2O^3.

Alpes. — *Hautes-Alpes*. M. Termier a décrit des schistes quartzeux à riebeckite de la zone des schistes lustrés, dans lesquels la riebeckite est parfois radiée et associée à de l'épidote, à des octaèdres de magnétite (*B. S. M.* XXVII. 269. 1904). Ces roches provenant du pic Traversier, dans la vallée de Saint-Véran, au sud de la mine de cuivre, se rencontrent jusqu'au delà du torrent de l'Aigue-Blanche, puis à la base des pics du Longuet.

Corse. — Les roches granitiques à riebeckite de Corse, décrites page 695, ont été l'objet d'un travail pétrographique récent de M. Deprat (*B. C. G. F.* XVII. 114. 1906).

Afrique Occidentale. — *Dahomey*. M. Hubert a rencontré à Fita (*C. R.* CXLV. 764. 1907) un petit massif de granite à riebeckite, traversé par un microgranite de même nature, au milieu d'une région de roches granitiques et gneissiques de composition normale.

Soudan. — On a vu plus haut que l'anophorite de Dirikoa se transforme sur les bords en riebeckite ; certaines des amphiboles bleues des granites et microgranites du Mounio peuvent, au moins en partie, être rapportées à cette même espèce.

Madagascar. — J'ai décrit (*Nouv. Arch. Muséum*. IV. 84. 1904. et V. 242. 1903) des granites à riebeckite et ægyrine traversant et métamorphisant les calcaires et les grès du lias d'Ambaliha et d'Ampasibitika, dans la baie d'Ampasindava. Ils constituent surtout des filons, devenant aplitiques sur leurs bords.

La riebeckite y constitue fréquemment des cristaux atteignant jusqu'à 4 cm. ; ils sont implantés perpendiculairement aux parois et possèdent une structure pœcilitique. J'ai observé dans un granite

renfermant de la galène, de très curieuses pseudomorphoses de riebeckite en un mélange de quartz et de zircon fibreux (*op. cit.* 1902, pl. X. fig. 2 et 7).

La riebeckite se rencontre aussi dans des microgranites ; enfin, fait plus remarquable, elle se développe avec grossulaire dans des quartzites résultant de la transformation métamorphique de grès calcaires au contact des granites précédents.

3° *Dans les roches volcaniques.*

Plateau Central. — *Puy-de Dôme.* J'ai rencontré en petite quantité la riebeckite et l'ægyrine dans un filon de trachyte bostonitique très acide du funiculaire de la Bourboule. La riebeckite s'est en outre formée par pneumatolyse dans les fissures et sur les surfaces de glissement de la même roche.

Côte des Somalis. —J'ai eu l'occasion de décrire (*C. R.* CXXVIII. 1353.1899), de curieuses rhyolites sodiques, riches parfois en ægyrine et en riebeckite et présentant des boutonnières, à structure micropegmatique ou micropœcilitique, véritables lithophyses, dans lesquelles se rencontrent les mêmes minéraux, plus gros et mieux formés.

Ces roches abondent le long du chemin de fer de Djibouti à Harrar. notamment sur la crête, qui sépare les vallées d'Haleylé et d'Haraha Bihellé, ainsi que dans les vallées de Haraha, de Daal, de Hol-Hol, de Dahita. M. Arsandaux a retrouvé les mêmes roches, largement développées en *Abyssinie*, où elles sont accompagnées de pantellérites, de microgranites alcalins, etc.

Région du Tchad. — La riebeckite associée à une amphibole katoforitique, accompagne l'ægyrine dans la rhyolite d'Hadjer-el-Hamis au sud du Tchad.

GLAUCOPHANE ET CROSSITE (T. I, p. 699).

Propriétés optiques. J'ai fait remarquer page 700, les variations de propriétés optiques que présentent les minéraux du groupe de la glaucophane ; des travaux récents en ont mis en évidence de plus grandes encore. M. Palache a décrit en effet, sous le nom de *crossite* une glaucophane, dans laquelle le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1 (010) (et transversal à l'allongement), au lieu d'être parallèle à cette face, comme

dans les types normaux, la bissectrice aiguë reste toujours $\mathbf{n}_p$. M. Murgocia montré (*Bull. geol. Univ. California*. IV. n° 15. 359. 1906) que cette orientation est réalisée dans beaucoup de glaucophanes et il a proposé de désigner toutes celles-ci sous le nom de *crossite*, cherchant en outre à montrer que cette propriété est toujours accompagnée d'une teneur élevée en Fe^2O^3, de telle sorte que le groupe de la glaucophane s'étendrait depuis des types ne renfermant que de l'alumine comme sesquioxyde (*gastaldite* à plan des axes optiques dans g^1, angle d'extinction de 0° à 6°. 2V = 40° à 60°) jusqu'au type très foncé, très ferrique (*crossite*) (angle d'extinction allant jusqu'à 30°, 2V très grand, atteignant 90°), en passant par des types à la fois alumineux et ferriques, qui constituent la majeure partie des glaucophanes anciennement connues et qui, pour une composition déterminée, peuvent être sensiblement uniaxes avec une extinction d'environ 10°. Je noterai en passant que, dès 1883, M. Michel-Lévy avait signalé dans la glaucophane d'un bloc erratique de Versoix, près Genève, une glaucophane à plan des axes optiques transversal (in Barrois, *Ann. soc. géol. Nord*. II. 50. 1883). M. Wallerant a mesuré les indices de réfraction suivants de la glaucophane de l'île de Groix.

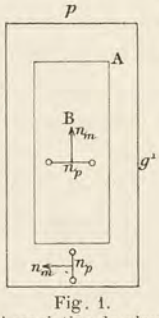


Fig. 1.
Association de glaucophane (A) et de crossite (B). Oulx. Lame perpendiculaire à la bissectrice aiguë $\mathbf{n}_p$.

$$\mathbf{n}_g = 1{,}639 \text{ (Na)}$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}638$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}621$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}018$$

Alpes. — [*Piémont*]. J'ai repris l'étude des glaucophanes décrites dans le tome I, et j'ai constaté que celle des calcaires d'Oulx, étudiée page 704, est particulièrement intéressante à ce point de vue ; en lames minces, elle est zonée ou faculée ; les parties périphériques de couleur claire ont le plan des axes optiques parallèle à g^1 (fig. 1. A), les parties centrales d'un bleu foncé ont le plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (*crossite*) (fig. 1. B) ; l'écartement des axes est faible.

Hautes-Alpes. M. Termier a décrit (*B. S. M.* XXVII. 268. 1904) des schistes à glaucophane et lawsonite de Saint-Vérant, provenant de la déformation d'un gabbro.

Corse et **Nouvelle-Calédonie**. — Les glaucophanes des gisements signalés tome I ont toutes le plan des axes parallèle à g^1, mais quelques types très colorés sont sensiblement uniaxes.

GROUPE DE L'ÆNIGMATITE (T. I, p. 708).

M. Sœllner a proposé récemment (*N. J. Beil. Bd.* XXIV. 475. 1907) de considérer comme distinct des amphiboles un groupe de l'ænigmatite, composé de deux minéraux ou plus exactement de deux séries de minéraux ; la première comprend l'*ænigmatite* et la *cossyrite*, telles qu'elles ont été décrites tome I, p. 708. Ce sont des types très riches en alcalis : ils sont caractéristiques des roches alcalines pauvres en chaux et en magnésie.

La seconde série est formée par la *rhönite*, type nouveau peu alcalin, moins ferrifère, mais très riche en sesquioxydes, en chaux et en magnésie ; elle est caractéristique des roches néphéliniques ou leucitiques basiques, et même de certains basaltes.

ÆNIGMATITE

Plateau Central. — *Haute-Loire et Cantal.* L'ænigmatite est assez fréquente dans les phonolites néphéliniques de ces centres volcaniques, sous forme de plages xénomorphes pœcilitiques brun châtaigne.

Soudan. — C'est également sous la même forme que l'ænigmatite abonde dans le microgranite à ægyrine du Mounio, notamment de Gouré.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* L'ænigmatite accompagne l'ægyrine dans les syénites néphéliniques du nord de l'île de Kassa.

Madagascar. — J'ai observé l'ænigmatite comme un élément essentiel d'une syénite à ægyrine du massif d'Ambohitrosy dans l'Ambongo (*C. R.* CXXX. 1208. 1900) et je l'ai trouvée aussi dans une syénite néphélinique à ægyrine du massif du Bezavona. Elle y forme de grands cristaux, d'un brun foncé, en lames minces.

Le même minéral abonde sous forme pœcilitique dans les phonolites néphéliniques du nord-ouest de l'île (*Nouv. Arch. Muséum.* IV. 185. 1902).

RHÖNITE

$$(Na^2,K^2,Ca)^9\ (Fe,Mg)^{18}\ (Al,Fe)^{18}\ (Si,Ti)^{18}\ O^{90}$$
$$Ca^8(Na,K,H)^2\ (Fe,Mg)^{15}\ (Al,Fe)^{16}\ (Si,Ti)^{21}\ O^{90}$$

Triclinique. Isomorphe avec l'ænigmatite.

Macles. Macle polysynthétique suivant g^1 (010).

Clivages. Comme ænigmatite.

Densité. 3,56 à 3,58.

Coloration, éclat et pléochroïsme. Comme ænigmatite.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques voisin de g^1. Bissectrice aiguë *positive* (n_g). Dans les sections perpendiculaires à c, extinction d'environ 7° par rapport à la trace de g^1. Dans g^1, extinction de 39° par rapport à c, dans l'angle aigu ph^1. Dans la section de la zone verticale perpendiculaire à g^1, extinction d'environ 11°.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* C'est à la rhönite qu'il y



Fig. 1.
Lame mince de la néphélinite doléritique de Barneire, montrant quatre cristaux de rhönite taillés normalement à l'axe vertical. (*Lumière naturelle ; grossissement de 33 diamètres.*)

a lieu de rapporter le minéral de Barneire (Saint-Sandoux), que j'ai décrit page 710 sous le nom d'ænigmatite. J'en ai trouvé (*B. S. M.* XXXII. 330. 1909) des cristaux mesurant jusqu'à 4 cm. de longueur sur 2 cm. de largeur et une épaisseur moindre ; ils sont très aplatis

suivant g^1(010) et très allongés suivant l'axe vertical ; ils sont limités par les formes m, t et g^4 (fig. 1) ; ils présentent fréquemment une macle polysynthétique suivant g^1. L'angle d'extinction dans les sections perpendiculaires à l'axe vertical est de 6 à 7° par rapport à g^1. J'ai rencontré parfois des teintes de pléochroïsme un peu différentes de celles

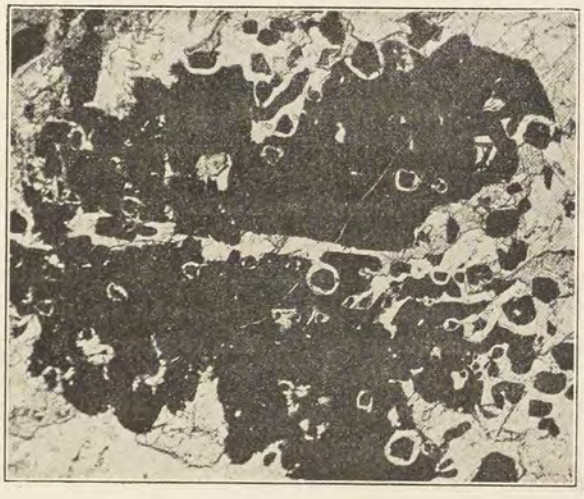


Fig. 2.
Plage de rhönite en voie de résorption en magnétite ; même roche et même grossissement que pour la figure 1.

que j'ai données antérieurement : $\mathbf{n}_g$ = brun rouge à noir opaque $\mathbf{n}_m$ = brun jaune, $\mathbf{n}_p$ = brun, avec une teinte verdâtre.

Ces grands cristaux présentent souvent des phénomènes de résorption comparables à ceux de la hornblende. Ils se transforment sur les bords en titanomagnétite ou sont creusés de cavités circulaires au milieu desquelles (fig. 2) se voit un cristal de magnétite.

J'ai publié l'analyse suivante de ce minéral due à M. Pisani :

SiO^2 30,90 ; TiO^2 8,04 ; Al^2O^3 17,65 ; Fe^2O^3 6,80 ; FeO 15,20 ; MgO 9,08 ; CaO 12,20 ; Na^2O 0,76 ; K^2O 0,61 ; H^2O 0,20 = 100,64.

Cette analyse conduit à la formule $(Na,K,H)^2\ Ca^8\ (Fe,Mg)^{15}\ (Al,Fe)^{16}\ (Si,Ti)^{21}\ O^{90}$, un peu différente de celle de la rhönite de Platz [*Rhön*] décrite par M. Söllner : $(Na^2,K^2,Ca)^9\ (Fe,Mg)^{18}\ (Al,Fe)^{18}\ (Si,Ti)^{18}\ O^{90}$.

C'est à la rhönite qu'il faut rapporter les lames d'un brun foncé, qui se trouvent fréquemment parmi les produits de la recristallisation après fusion de la hornblende, réalisée dans les basaltes et notamment dans les nodules amphiboliques englobés par les roches volcaniques (voir tome II, p. 669, les cristallites ferrugineux indiqués sur l'explication de la fig. 2, sont constitués par de la rhönite).

LEUCITE (T. II, p. 3).

Madagascar. — L'exploration de Nosy bé n'a pas permis à M. Villiaume de trouver le gisement de leucite, que j'ai signalé page 6 (d'après M. Vélain), mais par contre, cet officier m'a rapporté une série de roches montrant qu'il existe dans cette île des leucitites à olivine, à facies basaltique, associées à des téphrites et à des néphélinites. Les mêmes roches existent aussi sur la côte voisine de la Grande-Ile, à Ambato, au nord-est d'Ankify.

J'ai signalé (*Nouv. Arch. Museum.* V. 206. 1903) l'existence d'une leucophonolite en filon dans les syénites néphéliniques du torrent d'Ampiambisany (massif du mont Bezavona), ainsi que des microsyénites à pseudoleucite. La syénite néphélinique à barkévicite de Nosy komba renferme des enclaves essexitiques à pseudoleucite. Comme dans la plupart des gisements connus, ces pseudoleucites sont des pseudomorphoses de leucite en un mélange de néphéline et d'orthose ou d'anorthose.

Tahiti. — J'ai rencontré la leucite comme élément essentiel d'un des haüynophyres de Vaïrao (*B. S. G.* X. 113. 1910).

BÉRYL (T. 2, page 8).

Bretagne. — *Finistère.* De gros cristaux (20 cm.×6,8) de béryl se trouvent dans la pegmatite de Plouevez-Lochrist dans le canton de Plouescat (Kerforne, *Bul. Soc. sc. méd. Rennes.* XII. 605. 1903).

Loire-Inférieure. Le gisement d'Orvault, décrit page 15, a fourni de jolies pierres incolores et transparentes, susceptibles d'être taillées comme gemmes.

Plateau Central. — *Tarn.* M. Arsandaux a signalé (*B. S. M.* XXIV. 429. 1901) des cristaux pierreux de béryl de 6 cm. dans la pegmatite à tourmaline noire de Castelnau-de-Brassac.

Haute-Vienne. En outre des variétés incolores et bleuâtres transparentes de béryl, décrites page 18, j'ai observé quelques très beaux cristaux, les uns incolores, les autres d'un jaune clair ou d'un jaune d'or très chaud (*béryl d'or*), permettant d'obtenir des pierres taillées de plusieurs grammes qui possèdent une très grande limpidité. Ils proviennent notamment de la Bachelerie en Compreignac, de diverses carrières de Saint-Sylvestre, aux Huréaux en particulier, et de la carrière du Pécout près du pont de Barost. J'ai vu un gros cristal opaque, à faces ternes, provenant de ce dernier gisement, dont la base est couverte par un glaçage transparent, à faces brillantes, de béryl néogène.

A citer encore comme gisements de béryl pierreux, parfois translucide, la carrière de l'étang de Gouillé près Razès et les pegmatites à lépidolite de Chabanne et du Coudier à Larmont en Saint-Sylvestre. Dans la carrière de Chedeville en La Chèze, le contact de la roche à lépidolite et du granite à deux micas se fait localement par une zone de quartz et de béryl blanc ou bleuâtre, dans laquelle les cristaux de ce dernier minéral sont parfois implantés perpendiculairement sur le granite.

Indre. Des cristaux lithoïdes de béryl se trouvent dans la pegmatite entre Cuzion et Châteaubrun.

Puy-de-Dôme et Saône-et-Loire. M. Barbier a publié (*B. S. M.* XXXIII. 76. 1910), les analyses suivantes du béryl : *a* de Biauchaud (*Puy-de-Dôme*), et *b* de Montjeu (*Saône-et-Loire*).

	SiO^2	Al^2O^3	GlO	H^2O		
a	65,87	19,61	12,41	2,12	=	100,01
b	65,83	19,27	13,22	1,57	=	99,89

Rhône. A signaler des cristaux de béryl blanc jaunâtre, rencontrés avec almandin, tourmaline et muscovite, au cours du percement du tunnel de Marand près Lozanne.

Madagascar. — Le béryl est très fréquent dans les pegmatites à grands éléments, où il se présente en cristaux, aux dimensions parfois colossales. Engagés dans les feldspaths et plus souvent dans le quartz, ils sont, d'ordinaire, fendillés en totalité ou en partie, opaques, et plus ou moins kaolinisés, mais ils renferment souvent des portions

intactes, homogènes, qui sont utilisées comme pierres précieuses de prix, à cause de leur limpidité et de leur belle couleur; parfois, ces gemmes sont givrées par suite de l'existence de nombreuses inclusions liquides à bulle.

Aux affleurements kaolinisés des filons, le béryl est souvent extrait en fragments anguleux ; les cristaux nets sont généralement ceux qui sont englobés dans le quartz. Il y a lieu de distinguer deux types.

Béryl aigue-marine. Le béryl incolore, vert ou bleu (*aigue-marine*), ainsi que des variétés opaques, jaunes ou verdâtres, accompagnent la muscovite (parfois palmée), la biotite, la tourmaline noire et plus rarement les tourmalines polychromes dans des pegmatites souvent très quartzeuses d'un grand nombre de régions du massif central; dans les gisements, où il existe à la fois des cipolins, des quartzites et des micaschistes, le béryl paraît être surtout abondant dans les filons traversant ces deux dernières roches.

Les formes sont généralement réduites au prisme hexagonal $m\,(10\bar{1}0)$ basé, avec quelquefois (sources de la Sahatoarendrika), $h^1\,(11\bar{2}0)$ très réduit; j'ai observé cependant la combinaison p (0001), m $(10\bar{1}0)$, b^1 $(10\bar{1}1)$ sur un beau cristal bleu translucide, engagé dans le quartz d'un filon de Maharitra.

Voici les principaux gisements, indiqués en partie déjà par M. Dabren, par MM. Duparc, Wunder et Sabot ou par moi-même ; ce sont ceux qui fournissent ou ont fourni des pierres taillables; je les énumère dans le même ordre que celui qui a été suivi pour la tourmaline.

District de Vakinankaratra. — Un grand nombre de ces gisements peuvent être groupés autour d'Antsirabé. A l'est : région du Vontovorona, du Iankiana, du Mont Vohibé.

A l'ouest d'Antsirabé, sur la route de Betafo, il faut citer Ambohimarina et Antanibé (béryl bleu pâle), la région d'Antanamalaza et divers gisements au sud-ouest du lac Andranobé (béryl vert et bleu verdâtre dans quartz rose), puis près d'Analalava, le plateau d'Ampatsakana (énormes cristaux kaolinisés avec tourmaline noire et muscovite).

Au sud-ouest d'Antsirabé et de Betafo, se trouvent de nombreux gisements : Ambohimanana, Mont Maropapango et non loin de là, le mont Vohitromby, Tongafeno, le Mont Ialamalaza, etc.

Le gisement le plus remarquable de cette région est celui de Tongafeno. La pegmatite à énormes éléments, riche en quartz rose, traverse

une norite, elle-même intrusive dans les micaschistes ; le béryl se rencontre en cristaux de plusieurs kilogrammes, dont sont extraites de jolies pierres, les unes d'un vert jaunâtre ou bleuâtre, les autres d'un bleu magnifique[1], légèrement teinté de noir, qui est très spécial à certains béryls malgaches. Ce sont ces filons, qui ont fourni le béryl et la tourmaline représentés par la fig. 15 de la page 728.

J'ai décrit plus haut, page 673, la remarquable pegmatite du petit Ambohimanjaka du Sud, au Nord-Est de Bétafo, qui renferme, comme élément normal, un béryl d'un bleu de Prusse, associé à de la rubellite.

Au Sud d'Antsirabé, et près de Mandrarivo, se trouvent plusieurs gisements intéressants : Tetehina (cristaux d'un bleu vert pâle avec tourmaline noire), Ambatolampy (énormes cristaux bleu de ciel atteignant 0 m. 60) et surtout Antaboka (béryl vert asperge ou du même bleu que celui de Tongafeno, avec amazonite, tourmalines noires ou violacées). Ce gisement a fourni aussi des cristaux d'un vert de mer, présentant des portions d'un rose pâle.

Plus au sud, certains des filons de Maharitra renferment de beaux cristaux bleus, verts ou incolores, ainsi que du béryl pierreux.

De nombreux gisements se trouvent sur le versant sud-est du mont Bity : à citer Sahanivotry (dans pegmatite très kaolinisée, avec quartz rose et tourmaline) et les gisements voisins de Sakalina et de Marorano ; le Mont Vorondolo (énormes cristaux pierreux jaunes et verdâtres) ; les sources de la rivière Sahatoarendrika (cristaux bleuâtres *pmh*[1]), Ambatoharanana, Amboary (vert bleuâtre) et aussi Lapatorendrika (bleu clair, vert pâle, pierreux).

District d'Ambositra. — Très gros cristaux verts ou bleus entre Ambatolampy et Ambositra ; très belles pierres vert d'eau ou d'un bleu clair de grande taille à Ifempina ; à l'ouest d'Ambositra, le Mont Ambero à 1 km. d'Ambatojirika (cristaux translucides de couleur variable d'un point à un autre, améthystes, verts ou blancs, avec petites tourmalines bleues).

District de Fianarantsoa. — Dans le nord-ouest : Ikalamavony, Anadabomaro sur la rive gauche de la Matsiatra ; Mahasetsa à l'ouest d'Ikalamavony (béryl bleu et vert dans quartz rose) et les rives de la Manambovona (béryl bleu) ; au sud-ouest, le Mont d'Ambatomanga à 25 km. ouest d'Ambalavao.

1. Ce béryl, comme beaucoup de ceux de Madagascar, est très pléochroïque : $\mathbf{n}_g$ = bleuâtre pâle ; = $\mathbf{n}_p$ bleu foncé.

MM. Duparc, Wunder et Sabot ont mesuré sur l'aigue-marine les constantes suivantes (Na), dont les valeurs sont extraites du second des mémoires cités à l'article tourmaline et qui rectifient celles données dans leur mémoire antérieur.

	n_g	n_p	$n_g - n_p$	2E	Densité
Tetehina	1,5818	1,5756	0,0062	9°44′	2,712
Ambatolampy	1,5834	1,5774	0,0060	10°12′	2,719
Tongafeno (vert)	1,5834	1,5778	0,0056	8°42′	2,738
— (bleu)	1,5856	1,5791	0,0065		
Antaboka	1,5899	1,5831	0,0068	5°23′	2,748

Béryl rose. — En décrivant sous le nom de béryl riche en alcalis les premiers béryls roses (rose fleur de pêcher à rose saumon) trouvés en place à Madagascar (à Maharitra), j'ai montré (*B.S.M.* XXXI. 236. 1908 et XXXIII. 44. 1910) qu'il existe deux types, de caractères extérieurs identiques, dont l'un possède une densité et des indices de réfraction très voisins de ceux du béryl normal, alors que l'autre est plus dense et plus réfringent. Des essais qualitatifs m'ayant permis de constater que ce dernier est riche en métaux alcalins et notammeut en césium, j'ai rapproché ce fait de l'existence aux États-Unis de béryls contenant du césium et possédant une densité élevée et j'ai émis l'hypothèse que les propriétés spéciales des béryls de Maharitra sont fonction de l'existence des métaux alcalins et en particulier du césium. Cette hypothèse vient d'être confirmée par M. Ford (*Amer. J.* XXX. 129. 1910) à l'aide de la mesure des indices de réfraction de ces béryls américains et en outre de l'analyse d'un béryl de Madagascar. Cette démonstration de l'influence sur les caractères physiques du remplacement de la glucine à poids atomique faible (25,17) et par suite à énergie réfractive minime, par des alcalis à poids atomique élevé (Li^2O 30,06, Na^2O 62,10, K^2O 94,30, Cs^2O 280,76) peut être faite à l'aide des seuls béryls roses de Madagascar et elle permet en outre de montrer qu'en réalité dans cette région, il n'existe pas deux types distincts de béryl, mais une série continue, dont les termes sont de plus en plus riches en métaux alcalins et particulièrement en césium et en lithium, en même temps que croissent leur densité [1] et leur réfringence. Voici une série de données numériques concernant ces béryls qui proviennent :

1. Dans un lot de fragments, provenant de Vohidahy, les prises de densité ont fourni un grand nombre de valeurs s'échelonnant entre 2,720 et 2,784.

a de Tsilaizina (Duparc, Wunder et Sabot, *op. cit.*, 371)[1].
b Vohidahy (A. Lacroix et Rengade).
c de Madagascar, sans précision de gisement (Ford, *op. cit.*).
d de Maharitra (A. Lacroix et Rengade).

	a	*b*	*c*	*d*
SiO^2	64,76	62,70	62,79	60,39
Al^2O^3	18,14	30,20	17,73	29,05
GlO	13,76		11,43	
FeO	»	1,04	»	0,26
MnO	0,003	tr.	»	tr.
CaO	»	»	»	0,34
Cs^2O	»	1,43	1,70	4,56
K^2O	0,04	»	»	»
Na^2O	0,73	1,03	1,60	0,24
Li^2O	0,15	0,83	1,68	2,00
P. f.	2,24	1,74	2,65	1,65
	99,82	99,04	99,58	98,49
Alcalis =	0,92	3,29	4,98	6,80
Densité =	2,716	2,75	2,79	2,81
n_g =	1,5822	1,5860	1,59500	1,5996
n_p =	1,5760	1,7795	[1,58691 env.	1,5811
$n_g - n_p$ =	0,0062	0,0065	[0,00809 env.	0,0085

Les indices sont donnés pour la lumière du sodium.

Voici en outre quelques constantes concernant *a* le béryl d'Anjanabonoina et des échantillons de Maharitra, qui n'ont pas été analysés : *b* (Lx), *c* (Duparc, Wunder et Sabot).

	a	*b*	*c*
n_g =	1,5957	1,5977	1,6002
n_p =	1,5875	1,5894	1,5921
$n_g - n_p$ =	0,0082	0,0083	0,0081
Densité =	2,805	2,80	2,88

La plupart des gisements de béryls roses se trouvent à l'ouest et au sud-ouest du mont Bity, dans les filons de tourmalines polychromes.

Ceux de Maharitra ont fourni les plus beaux cristaux au point de vue de la forme ; ils peuvent dépasser 20 cm. de plus grande dimension, tout

1. Le béryl rose décrit to me II, page 9, possède des propriétés presque identiques à celui de Tsilaizina et vient probablement de la même région : la localité de Farafatrana (côte orientale), indiquée alors, doit être celle du port d'où le minéral a été envoyé en France.

en restant parfois transparents ou tout au moins translucides dans la plus grande partie de leur masse. Les cristaux de densité voisine de 2,75 sont parfois fissurés et seulement transparents par place ; j'en ai observé de blanc laiteux en partie opaques, avec taches d'un rouge carmin ; ils constituent un élément ancien de la pegmatite. Les cristaux du type dense sont plus rares ; leur couleur est généralement d'un rose vineux ou d'un rose orangé (par oxydation?) ; leurs faces ou certaines de leurs faces sont planes et brillantes ; de profondes figures de corrosion s'observent parfois sur la base, elles ont la forme de pyramides hexagonales (fig. 1), dont les côtés sont parallèles à la direction des arêtes

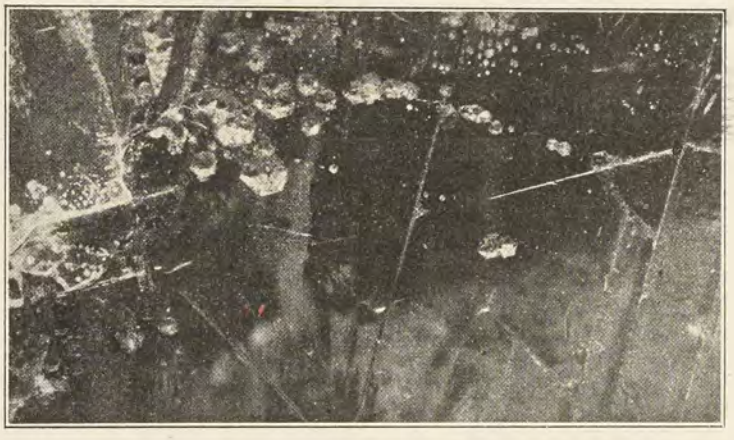


Fig. 1.
Figures de corrosion sur la face a^1 (0001) du béryl (*vorobejvite*) de Maharitra.

pb^1 , elles portent aussi de profondes cannelures, se coupant et dessinant ainsi de grands triangles équilatéraux, dont les côtés sont respectivement parallèles à trois des arêtes de la face hexagonale (fig. 2) ; leur existence semble indiquer une symétrie ternaire. Ces cristaux denses paraissent être drusiques et par suite de formation postérieure aux cristaux plus légers ; ils supportent parfois des buissons d'aiguilles de tourmaline rose très pâle de seconde génération.

A Vohidahy au sud de Maharitra et à Tsilaizina, près des gorges de la Manandona, les cristaux nets sont extrêmement rares et le béryl rose appartenant au type le plus léger est extrait de la gangue kaolinisée sous forme de fragments plus ou moins fissurés. Quelques cristaux (type dense) ont été trouvés à Antandrokomby et le Muséum en possède un entier engagé dans la pegmatite.

En dehors de cette région, le béryl rose a été trouvé en très beaux et très gros échantillons transparents, ou translucides, d'un rose fleur de pêche particulièrement joli à Anjanabonoina, dans le massif du Mont Olotsingy (sud de Betafo), avec rubellite, hambergite, danburite ; je dois à M. Buhan la connaissance des minéraux de ce gisement. Enfin, M. Duparc a décrit une pierre taillée, extraite d'un échantillon provenant de Tsaravovona près Mandrarivo.



Fig. 2
Cristal de béryl (*vorobejvite*) de Maharitra, montrant des stries triangulaires sur a^1. (*Photographie un peu réduite.*)

La forme des béryls roses est en général très différente de celle des béryls aigue-marine. En effet, je n'ai vu que cinq cristaux se présentant sous forme de prismes hexagonaux et encore ceux-ci sont-ils, non pas allongés, mais plus ou moins raccourcis suivant l'axe vertical. Trois proviennent d'Antandrokomby (type dense), le quatrième de Tsilaizina ($p\ m\ a^1$, voir figure 13, page 18 du tome II) ; ce dernier, plus allongé que les précédents, correspond à l'analyse *a* (type le plus léger). Enfin le dernier a été recueilli à Anjanabonoina, il établit un passage à ceux qui vont être décrits plus loin, car le prisme est, non plus *m*, mais $h^1(11\bar{2}0)$ et la pyramide dominante $a^1(11\bar{2}1)$; elle est accompagnée de $a^{1/3}(33\bar{6}4)$, ne formant que de petites facettes (fig. 3).

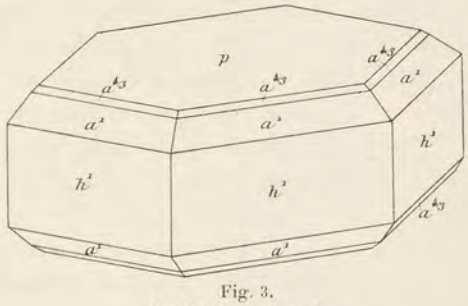


Fig. 3.
Béryl d'Anjanabonoina.

Tous les cristaux de Maharitra, quelle que soit leur densité, sont aplatis suivant *p* (0001) ; ceux que j'ai examinés portent en outre a^1 $(11\bar{2}1)$

comme pyramide dominante, avec parfois $a^{4/3}$ $(33\bar{6}4)$ (à faces généralement ternes), a_3 $(31\bar{4}1)$, m $(10\bar{1}0)$ et plus rarement h^1 $(11\bar{2}0)$. Les figures 4 et 5 représentent les deux principales combinaisons ; c'est

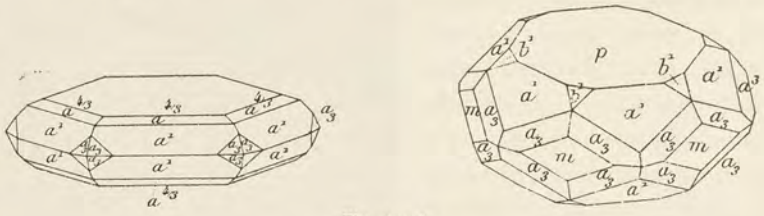


Fig. 4 et 5.
Béryl (*vorobejvite*) de Maharitra.

particulièrement sur les cristaux du type de la figure 4 que j'ai observé de petites facettes h^1 $(11\bar{2}0)$. J'ai mesuré les angles suivants sur un cristal très limpide du type dense, mesurant environ 3 cm.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
b^1a^1	156°44′	156°43′
a^1a_3	156°43′	156°48′
b^1m	104°27′	104°31′
a^1m	127°43′	127°48′
a_1m	151° 0′	151° 0′
a^1a^1 s. m	75°26′	75°18′
a_3a_3 s. m	122° 0′	121°51′
a^1a^1	90° 8′	90° 5′

	Angles calculés.	Angles mesurés.
pa^1	135° 4′	135° 5′
$pa^{4/3}$	143°12′	143°
pb^1	150° 3′	149°58′
a_3a_3	155° 0′	155°

Cette forme la plus habituelle des cristaux de Maharitra rappelle celle du béryl riche en césium de l'Oural, auquel M. Vernadsky a donné récemment le nom de *vorobejvite* (*worobéwite*) (*Trav. Mus. géol. Pierre-le-Grand Acad. Saint-Pétersbourg*. II. 1908) ; il serait commode de le conserver pour désigner le terme le plus riche en césium de la série qui nous occupe.

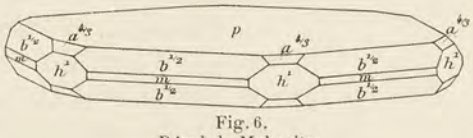


Fig. 6.
Béryl de Maharitra.

Je noterai pour terminer que MM. Duparc, Wunder et Sabot ont décrit de Maharitra un cristal présentant un facies différent du précédent (fig. 6) et que je n'ai pas observé moi-même, $b^{1/2}$ $(20\bar{2}1)$ en est la pyramide prédominante.

Quelques-uns des cristaux de béryl dense que j'ai observés ne pré-

sentent que deux ou trois faces nettes ; ils sont profondément corrodés, à la façon des échantillons de pollux de l'île d'Elbe, sans figures de corrosion ; leurs cavités sont remplies par du kaolin.

Le cristal représenté par la figure 4 mesure 8 cm. de plus grande dimension ; celui de la figure 5 n'a que trois centimètres, mais il est parfaitement limpide.

Les béryls roses de Madagascar constituent une fort belle gemme, qui me paraît n'avoir jusqu'à présent d'équivalent dans aucun autre pays ; au point de vue de la détermination pratique des pierres précieuses, il est nécessaire de tenir compte des valeurs élevées de la réfrigence et de la densité indiquées plus haut, qui pourraient dérouter les minéralogistes, habitués à voir le béryl figurer sur les tables de détermination des gemmes avec des constantes beaucoup plus faibles.

GROUPE DES FELDSPATHS

ORTHOSE ET ANORTHOSE (T. II, p. 64 et 114).

Composition chimique. M. Barbier a donné (*B. S. M.* XXXIII. 81. 1910) les analyses suivantes d'orthoses : *a*) Villeneuve près Saulieu et *b*) Chausseroze près Vic-sur-Theil (*Côte-d'Or*) ; *c*) Limonest et *d*) Francheville-le-Haut ; *e*) Montaudou (enclaves dans basalte), *f*) Irigny, *g*) Beaunan, *h*) Gournay par Authezat-la-Sauvetat (*P.-de-D.*), *i*) Francheville-le-Bas (*Rhône*).

	SiO^2	Al^2O^3	CaO	K^2O	Na^2O	P.f.	
a	65,87	19,38	0,38	12,89	1,26	»	= 99,78
b	66,91	18,52	0,51	5,26	8,16	0,39	= 99,78
c	65,46	19,09	0,62	11,69	2,58	0,45	= 99,89
d	64,74	19,58	0,77	12,13	2,08	0,62	= 99,92
e	66,42	19,63	»	8,95	4,20	0,73	= 99,93
	66,31	20,41	0,83	8,72	3,71	»	= 99,98
f	69,09	19,02	0,46	5,36	7,81	»	= 99,74
g	69,10	19,09	0,54	4,31	8,71	»	= 99,75
h	69,92	19,15	0,48	3,75	9,67	»	= 99,97
i	67,11	19,13	0,39	3,61	9,62	»	= 99,86

Le même auteur, à la suite de l'examen comparatif d'un grand nombre d'orthoses et de microclines (*B. S. M.* XXXI. 160. 1908), a trouvé que, dans les échantillons étudiés par lui, l'orthose renferme d'une façon constante de traces de lithium et parfois de rubidium,

décelables au spectroscope, alors que le microcline n'en contiendrait pas ; il voit là un procédé de distinction des deux minéraux. Peut-être l'explication de cette différence devrait-elle plutôt être cherchée dans la composition du magma d'où proviennent ces roches. C'est ainsi que dans les pegmatites à tourmaline polychrome de Madagascar tous les silicates, y compris le microcline, qui en est le feldspath dominant, sont lithinifères.

Le lithium seul a été trouvé dans l'orthose de Four-la-Brouque et de Royat (*Puy-de-Dôme*), de Clis (*Loire-Inférieure*) ; le rubidium seul dans celui d'Authezat-la-Sauvetat, de Montaudou (*Puy-de-Dôme*), d'Irigny (*Rhône*) ; le lithium et le rubidium dans celui de Francheville, de Saulieu et de Chausseroze (*Côte-d'Or*), de Saint-Clair près Nantes.

Enfin, MM. Barbier et Prost ont déduit des analyses citées plus haut (*Bull. Soc. Chim. France*. II. 894. 1908) l'opinion qu'il doit exister une orthose uniquement sodique, monoclinique. M. Schaller vient de proposer (*Amer. J. of. sc.* XXX. 358. 1910) de l'appeler *barbiérite*.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Les petits cristaux noirs d'orthose des calcaires de la vallée d'Héas, que j'ai cités page 105, sans indication de conditions de gisement, sont dus à l'action métamorphisante du granite ; j'en ai trouvé d'identiques au voisinage de la Piquette déras lids.

Plateau Central. — *Charente*. Les fentes du granite des environs d'Esse renferment de jolis cristaux de quartz enfumé et d'orthose. Les cristaux simples ont la forme de l'adulaire : $m\,p\,a^1$ et g^1 réduit ; la macle de Baveno est fréquente (Pierres fromagères, La Quayre à Esse, Château-Guyon). Les cristaux présentent parfois h^1 (pont de Reims à Brillac).

Haute-Vienne. Des cristaux de 3 à 4 cm. se trouvent dans les microgranites des cristaux de Limoges : Feytrat, Crochat, Pouzel, etc.

Aveyron. Les champs situés au-dessous de la Barre en Montagnol renferment des cristaux d'orthose provenant d'un microgranite et offrant une grande ressemblance avec ceux du moulin de Croux (*Saône-et-Loire*).

Puy-de-Dôme. Aux gisements signalés page 100, dans le massif du Mont-Dore, je joindrai encore un dyke de trachyte à grands cristaux situé au Puy Gros du Sancy, d'où il est possible d'extraire de beaux cristaux isolés ou adhérents à une gangue non ponceuse ; à citer aussi

les couches de cendres trachytiques des hautes parties des ravins du Riveau Grand.

Dans plusieurs notes récentes, M. Gonnard (*B. S. M.* XXXI. 276 et 296 1908 et XXXII 11.1909) et M. Vigier (*B. S. M.* XXXII. 155. 1909 et *Bull. Stat. Limn. Besse*, I. 279. 1909) ont publié la description d'un grand nombre d'associations régulières des cristaux d'orthose du microgranite de Four-la-Brouque (les Moedas).

Elles se rapportent à deux catégories : 1° groupements plus ou moins compliqués des diverses macles (Carlsbad, Baveno, Four-la-Brouque, etc. connues dans ce gisement) entre elles ou avec des cristaux simples, groupements du genre de ceux décrits tome II. D'après ces auteurs, il n'y a pas de symétrie dans leur ensemble.

2° Groupement symétrique de deux cristaux, par rapport à des plans de symboles simples, connus dans l'espèce (m, g^2, $a^{1/2}$) ou plus souvent suivant des plans compliqués ne correspondant pas à des formes connues, tels que $o^{3/2}$ (203), $o^{4/15}$ (15.0.4), $a^{8/15}$ ($\bar{1}5$.0.8), $a^{14/7}$ ($\bar{7}$.0.11), $e^{2/9}$ (092), $g^{11/7}$ (290), etc. Si l'on tient compte de ce que ces groupements, généralement observés une seule fois, n'ont fait l'objet que de mesures approximatives au goniomètre d'application, peut-être est-il nécessaire de faire quelques réserves sur leur véritable signification.

Corse. M. Deprat a signalé (*C. R.* CXXXIII. 755.1906) à Partinello, sur le chemin muletier du col de Melza, dans un microgranite altéré, de gros cristaux d'orthose, appartenant aux deux types communs, avec de grandes macles de Carlsbad et de petites macles de Manebach et de Baveno.

Le même auteur a rencontré dans le granite porphyroïde de la pointe de Cargèse (*B. S. M.* XXXI. 271, 1908) des cristaux d'orthose ($p\ g^1\ m\ a^{1/2}$) toujours maclés suivant la loi de Carlsbad, et atteignant 14 cm. $\times$ 7. Ils ne peuvent être isolés de leur gangue.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Tandis que les feldspahs des syénites néphéliniques à ægyrine de l'île de Rouma sont constitués par des microperthites de microcline et d'albite, les syénites néphéliniques à barkévicite et augite, qui forment le type dominant dans les îles de Foutabar et de Kassa, contiennent soit de l'orthose sodique, soit de l'anorthose dépourvue de macles. Dans les pegmatites à très grands éléments, qui abondent, notamment près du village de Kassa

et au phare de la pointe Topsail (île de Foutabar), les feldspaths, aplatis suivant g^1 et atteignant plusieurs centimètres, sont translucides et chatoyants dans les teintes bleues, comme la *cryptoperthite* de Laurvig, quand ils sont frais ; par altération, ils deviennent d'un blanc laiteux et l'on peut constater alors par l'examen microscopique, qu'ils sont troubles en lames minces et plus ou moins complètement transformés en albite.

Madagascar. — A Nosy komba et dans les gisements de la baie d'Ampasindava, c'est aussi l'orthose ou l'anorthose, qui constituent les feldspaths des syénites néphéliniques à barkévicite et les feldspaths alcalins des monzonites néphéliniques (voir à *néphéline*). Il en est de même pour des roches similaires de *Tahiti*.

J'ai décrit (*B. S. M.* XXXI. 318. 1908) une curieuse syénite à pyroxène provenant de 4 km. sud-ouest de Sabotsy, à l'ouest de Fianarantsoa. Dans une pâte grenue de microcline rose, veiné d'albite, et de diopside (un peu ouralitisé), avec une petite quantité de biotite, de titanomagnétite et de sphène, se remarquent des cristaux d'orthose, aplatis suivant g^1, orientés dans une même direction et atteignant 4 cm. de plus grande dimension ; ils sont maclés suivant la loi de Carlsbad et doivent leur couleur violacée à d'innombrables ponctuations de magnétite, distribuées uniformément, sans orientation géométrique. Çà et là, la production de fines veinules d'albite secondaire a entraîné la disparition de ces inclusions. La collection Baron renferme une roche identique indiquée comme provenant d'Antoby à l'Ouest du Mont Vavavato.

Comores. — Les sables basaltiques d'Anjouan renferment des fragments transparents d'anorthose (densité 2,60) associés à de l'andésine, du zircon, de l'augite, etc.

ISORTHOSE

Sous ce nom, M. Duparc a décrit (*C. R.* CXXXVIII. 714. 1904) une orthose d'un microgranite de l'Oural, présentant comme caractère distinctif d'avoir sa bissectrice aiguë *positive* (perpendiculaire à g^1). J'ai rencontré ce feldspath, sous forme de très grands microlites, dans l'haüynophyre leucitique de Vaïrao (*Tahiti*) ; il englobe pœcilitiquement des microlites filiformes d'augite.

MICROCLINE (T. II, p. 118).

Composition chimique. M. Barbier a constaté par l'étude spectroscopique (*B. S. M.* XXXI. 164. 1908) l'absence du lithium et du rubidium dans le microcline des localités suivantes (voir plus haut) : Auzon, Mesvres (*Saône-et-Loire*) ; la Vilate (*Haute-Vienne*) ; Roguédas (*Morbihan*) ; Couéron, le Pouliguen, Saint-Viaud (*Loire-Inférieure*) ; Brignais (*Rhône*).

Plateau Central. — *Loire.* M. Gonnard a signalé (*B. S. M.* XXVIII. 17. 1905) que les cristaux de microcline de Vizézy sont formés par des lames empilées parallèlement à h^1, face qui est parfois nette.

Madagascar. — Le microcline paraît être le feldspath dominant des roches granitiques de Madagascar ; il est particulièrement fréquent dans les pegmatites, celles-ci renferment parfois des cristaux qui, dans les gisements de tourmaline du massif du Bity, atteignent jusqu'à 20 kg. Ils présentent les macles de Baveno et de Carlsbad (Maharitra).

La variété *amazonite* est fréquente dans les pegmatites à tourmaline des provinces centrales ; on observe toutes les teintes possibles entre le vert le plus vif et le blanc verdâtre ou même le blanc de lait ; il n'est pas rare de trouver des plages de quelques centimètres de plus grande dimension, dans lesquelles il existe ces différences de nuances. Je citerai quelques gisements : la montagne d'Isaka à environ 36 km. au sud d'Ambohimanambola ; Antaboka près Mandrarivo, Antsangambato ; Maharitra, Vohidahy et d'une façon plus générale les pegmatites à tourmaline polychromes de la vallée de la Sahatany ; les environs d'Ambositra (à l'ouest d'Ambatofangehana, au sud d'Ambohimilemaka) et aussi, dans la province de Fianarantsoa, à l'ouest de Mody, sur la Miatsiatra et au mont Vohibarika.

Le microcline de ces pegmatites possède la structure quadrillée très fine ; il est très fréquent à Maharitra de voir l'un des individus constituant la macle, prendre un développement plus grand que les autres et j'ai même observé un échantillon dépourvu de toute macle.

Dans les géodes des pegmatites exploitées pour leur rubellite, il est fréquent de voir le microcline blanc ou noir, progressivement transformé en albite.

MM. Duparc, Wunder et Sabot ont donné les analyses et les constantes suivantes du microcline *a* d'Antsangambato (Densité = 2,5619) et *b* d'Antaboka (amazonite. Densité = 2.5762).

	SiO^2	Al^2	Fe^2O^3	CaO	MgO	K^2O	Na^2O
a	64,36	18,12	0,45	0,33	tr.	13,63	3,05 = 99,94
b	63,55	18,55	0,340,	36	0,10	13,90	3,30 = 100,10

	a	*b*
n_g	= 1,5252	1,5254 (Na)
n_m	= 1,5220	1,5227
n_p	= 1,5248	1,5193

Ardennes. — *Ardennes*. M. J. de Lapparent a étudié récemment (*B. S. M.* XXXII. 249.1909) les porphyroïdes (microgranites) de l'Ardenne et montré qu'ils renferment deux variétés de microcline, l'une quadrillée, l'autre ne présentant que la macle de l'albite, avec bandes épaisses, courtes et discontinues. Ces derniers cristaux, et ceux-là seulement, se transforment plus ou moins totalement en albite (voir page 820). La composition chimique de ces porphyroïdes montre qu'ils sont presque dépourvus de chaux et comparables aux kératophyres allemands.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los*. Les feldspaths des syénites néphéliniques de l'île de Rouma (voir à *néphéline*) sont constitués par du microcline, ne présentant que la macle de l'albite, en bandes très discontinues : ce feldspath est associé en microperthite très fine, à l'albite. Cette microperthite est surtout facile à étudier dans les pegmatites hololeucocrates, qui entourent les ségrégations lujauritiques (voir à *eudialyte*) ; elles sont parfois presque exclusivement constituées par des lames aplaties suivant g^1, ayant jusqu'à 5 ou 6 cm. de plus grande dimension ; elles sont empilées les unes sur les autres en gerbes ou bien sont enchevêtrées.

5° *Dans les calcaires sédimentaires non métamorphiques.*

M. Grandjean a décrit (*B. S. M.* XXXII. 103. 1909 et XXXIII. 81. 1910) les cristaux automorphes de feldspaths, qu'il a rencontrés dans un grand nombre de calcaires sédimentaires : calcaire hettangien du Mont-Dore lyonnais (*Rhône*) ; calcaire bajocien de Port-en-Bessin (*Calvados*) ; bathonien de Saint-Pezene, près de Niort (*Deux-Sèvres*) ;

calcaire oxfordien entre Toul et Saint-Mihiel (*Meurthe-et-Moselle*) ; craie sénonienne, calcaire pisolitique danien de Meudon, calcaire grossier lutétien de Paris. Ces cristaux, généralement limités par les faces p, m, g^1, a^1, présentent des extinctions de $+5$ à $+10°$ sur g^1 ; sur p, l'extinction est généralement sur le bord de 0 par rapport à la trace de g^1, mais atteint jusqu'à 20° dans la partie centrale. Quelquefois on observe de fines stries de la macle de l'albite ou le quadrillage du microcline. Un échantillon a été analysé, provenant de la craie de Meudon : il s'agit d'un feldspath alcalin avec $K^2O > Na^2O$. M. Grandjean le rapporte au microcline.

Ces feldspaths ont la même origine que ceux décrits dans des gisements du même genre, tome II, page 108.

ALBITE (T. II, p. 138).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* J'ai trouvé près de l'auberge du lac d'Aydat, immédiatement au-dessus de la route, des blocs de diorite devenus caverneux à la façon d'une cargneule. L'amphibole a entièrement disparu et le labrador est en voie de transformation en albite rosée, dont les cristaux, assez peu nets ($pmta^1a^{1/2}$), s'isolent dans des cavités miarolitiques.

Ardennes. — Dans le travail sur les porphyroïdes (microgranites alcalins) de cette région, auquel il est fait allusion page 818, M. J. de Lapparent a admis l'existence dans ces roches de deux types d'albite, l'une est produite par substitution graduelle du microcline non quadrillé et de celui-là seulement, cette variété présente les macles de l'albite courtes et interrompues ; l'autre forme des cristaux indépendants, à aspect normal, qui ne sont autres que ceux que j'ai moi-même décrits tome I, p. 145. Ces cristaux viennent parfois constituer une croûte autour des cristaux de microcline ; l'albite de ce dernier type est celle qui se trouve dans la pâte de la roche.

L'albite est le feldspath prédominant, soit en cristaux isolés, soit associé en microperthite avec anorthose ou microcline, dans tous les types de syénites néphéliniques à ægyrine, qui sont énumérés à l'étude de la néphéline (*Pyrénées*, *Iles de Los*, *Madagascar*), alors qu'elle ne constitue qu'un feldspath accessoire dans les types à barkévicite (voir à *microcline* et *anorthose*).

Alpes. — *Savoie.* J'ai observé de cristaux jolis d'albite (type de

ceux de l'Oisans), associés à de la stibine dans un filon de quartz de Sainte-Marie-de-Servoz. C'est un gisement à comparer à celui de Pesey, cité page 158.

Madagascar. — L'albite est très fréquente dans les pegmatites à tourmaline du centre de l'île (notamment à Maharitra, Antandrokomby). Les cristaux de microcline faisant saillie dans les géodes sont souvent partiellement ou totalement transformés en albite, qui présente des formes nettes ; ce dernier feldspath est contemporain d'une nouvelle génération de rubellite ; j'ai vu notamment des échantillons de Maharitra, dans lesquels de grands cristaux de microcline, devenus cloisonnés par altération, sont transformés en albite blanche, qui supporte de petites aiguilles rose pâle de rubellite, des lamelles de lépidolite et de bityite.

Enfin, à Maharitra, les géodes sont quelquefois remplies par un agrégat lâchement uni de lépidolite rose, de bityite, de rubellite, renfermant de grands cristaux d'albite aplatis suivant g^1 ; ceux-ci, d'un blanc laiteux, sont associés à du quartz et atteignent plusieurs centimètres.

Du même gisement, j'ai vu des agrégats de gros cristaux aplatis d'albite jaune, dont le facies est déterminé par la prédominance de p (001) et de a^1 (101) ; ils englobent de gros cristaux de quartz hyalin.

FELDSPATHS CALCOSODIQUES

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les fumerolles, qui ont métamorphisé les scories basaltiques des environs de Royat (voir dans ce volume page 769), ont développé à la surface de celles-ci de petites paillettes extrêmement minces de labrador, quelquefois cerclées d'andésine ; elles sont généralement très aplaties suivant g^1 et limitées par les faces p, a^1, m, t .

Comores. — De jolis fragments transparents d'andésine (densité 2,65 à 2,68) accompagnent l'anorthose, le zircon, la hornblende, l'augite, l'olivine, etc. dans les sables basaltiques d'Anjouan.

Antilles. — *Martinique et Guadeloupe.* La caractéristique des roches volcaniques de ces îles, comme aussi de celles de toutes les petites Antilles, réside essentiellement dans l'existence de plagioclases extrêmement zonés, dans lesquels sont associés des types de basicité

très différente; les plus basiques en particulier (bytownite et anorthite) ne sont pas rares. J'ai étudié en détail de nombreux exemples de ces feldspaths à l'occasion de l'éruption de 1902 de la Montagne Pelée (*Montagne Pelée et ses éruptions* 1904, voir planche XXVIII).

A la Martinique, une roche est spécialement remarquable, au point de vue de ses feldspaths, c'est l'andésilabradorite à cordiérite, quartz, olivine, hypersthène, augite, hornblende, etc., du Diamant. Des cristaux de bytownite-anorthite, atteignant plusieurs centimètres peuvent en être extraits. Ils présentent toutes les formes, simples ou maclées, habituelles aux feldspaths des roches volcaniques ; ils doivent leur couleur grise à l'abondance d'inclusions vitreuses.

MASKELYNITE [1]

Ce nom a été donné à une substance incolore, transparente, dépourvue de formes géométriques et d'action sur la lumière polarisée, qui se rencontre dans quelques météorites pierreuses. Sa dureté est de 6,5 ; sa densité de 2,65.

Au point de vue chimique, c'est un silicate d'aluminium, de calcium et de sodium, voisin du labrador, correspondant à environ 48,25 % d'An et 51,75 d'Ab.

La maskelynite a été signalée dans la météorite de Château-Renard. Je l'ai observée dans celle de Saint-Christophe-la-Chartreuse (*Bull. Soc. sc. nat. Ouest.* VI. 104. 1906). J'ai pu constater que ce produit, riche en bulles, est concentré dans la croûte fondue ; il renferme souvent des sortes de glaçons de feldspaths et paraît provenir de leur fusion ; il est moins réfringent qu'eux. Cette observation vient donc à l'appui de l'opinion de Tschermak, qui suppose que la maskelinite est le résultat de la fusion du labrador.

SPHÈNE (T. II, p. 235).

Altérations. Depuis la publication du tome II, j'ai montré que les pseudomorphoses de sphène de Sainte-Marie-aux-Mines, décrites par Miller comme *brookite* (voir pages 227 et 252), sont en réalité consti-

1. A placer dans la systématique à la suite des *feldspaths* (t. II, p. 202).

tuées par de l'anatase, dont on trouvera la description tome III, page 187.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* J'ai rencontré (*B. C. F.* XI. 1900 n° 71. 36) du sphène sous une forme inusitée ; dans un granite surmicacé de l'émissaire du lac Caillaouas, cette roche, très riche en paillettes de biotite, présente des taches de 0 cm. 5 à 1 cm. de diamètre, dépourvues de mica et constituées par un mélange de plagioclases et de sphène jaune de miel ; dans chaque tache, il existe un seul cristal de sphène, englobant ophitiquement le plagioclase aplati. Je considère ce sphène comme d'origine primaire. J'ai observé une structure du même genre dans les monzonites intrusives du Cantal. M. Geijer a signalé récemment l'existence à Stockholm (*Upsala. Bull. geol. Inst.* VII. 1900. 1908) d'un semblable granite tacheté.

Dans le même mémoire, sur le granite des Pyrénées, j'ai décrit page 48, une roche magnifique, formant des enclaves au milieu du granite de la rive droite de la Neste, sur le bord sud du massif granitique de Bordères. Elle est constituée par du diopside vert foncé, un peu d'anorthite et beaucoup de sphène, dont il existe des milliers de cristaux dans un bloc de la grosseur de la tête ; ils sont d'un jaune de miel et présentent $d^{1/2}$ (111) dominant, avec h^1, p, et souvent m et o^2.

Plateau Central. — *Cantal.* J'ai recueilli de jolis cristaux de sphène jaune dans des blocs de phonolite à haüyne se trouvant dans le glaciaire d'Apchon et dont je n'ai pu trouver le gisement en place.

Puy-de-Dôme. Les cristaux de néphéline d'origine pneumatolitique du trachyte phonolitique de la Tuilière (voir dans le volume page 754) renferment en très grande abondance des inclusions de cristaux de sphène, filiformes suivant l'axe vertical ; des cristaux identiques se trouvent quelquefois dans les druses de la même roche au Puy Cordé.

J'ai pu examiner les cristaux jaunes, signalés page 248, à la surface de l'hématite du Puy de la Tache et donnés comme sphène, d'après M. Gonnard ; ils sont constitués par de l'augite jaune d'or.

Alpes. — *Isère.* De jolis cristaux blancs ou jaunes, très minces, de sphène du type VII se trouvent à Muratouse, avec épidote, quartz, albite et ripidolite.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Presque complètement absent des syénites néphéliniques à ægyrine, le sphène est constant et

abondant dans les syénites néphéliniques à barkévicite ; dans celles de l'île de Foutabar, notamment à la pointe de Topsail, il forme des cristaux de 0 cm. 5 du type de la figure 17, page 247, dans lesquels $d^{1/2}$ et m sont à peu près également développés.

EUDIALYTE[1]

$$Na^{13}(Ca\ Fe)^{6}Cl\ (Si, Zr)^{20}O^{52}$$

Rhomboédrique : $pp = 73°30'$.

Angle plan de $p = 77°12'$

[$a : b = 1 : 2,1116$ (Miller).]

Formes et faciès. L'eudialyte se présente en rhomboèdres, généralement basés et en prismes allongés suivant c ou aplatis. Fréquemment aussi, elle n'a pas de formes géométriques, et constitue des plages xénomorphes ou des masses grenues,

La variété *eucolite* résulte peut-être de l'altération de l'eudialyte.

Clivages. Clivages p $(10\bar{1}1)$, plus (*eudialyte*) ou moins (*eucolite*) distincts ; imparfaits suivant h^1 $(11\bar{2}0)$, m $(10\bar{1}0)$ et a^2 $(10\bar{1}4)$.

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 2,9 à 3,1.

Coloration et éclat. Rose carmin, brun rouge, brun-chocolat ; la structure zonaire est fréquente. Poussière incolore ou jaunâtre. Transparente ou translucide. Éclat vitreux.

Propiétés optiques. Uniaxe et *positive* ($\mathbf{n}_g$) (eudialyte) ou *négative* ($\mathbf{n}_p$) (eucolite).

Ces deux types coexistent souvent dans un même cristal ; ils sont alors réunis par une zone de compensation isotrope (Ile de Rouma) :

	Eudialyte (Wülfing)	Eucolite (Brögger)
$\mathbf{n}_g =$	1,6102	1,6205
$\mathbf{n}_p =$	1,6084	1,6178
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p =$	0,0018	0,0027

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est très variable avec la nature et l'intensité de la couleur et même dans un même cristal.

1. A placer dans la systématique à la suite du *sphène* (tome II, p. 233).

Parallèlement à l'axe $c = \mathbf{n}_g$ ou $\mathbf{n}_p$ = rose carminé, à jaune vif.
Perpendiculairement à $= \mathbf{n}_p$ ou $\mathbf{n}_g$ = jaune à incolore.

Composition chimique. La composition chimique est complexe, au lieu de la formule brute donnée plus haut, M. Brögger a proposé la suivante : $(Na,K,H)^4\,[Ca,Fe,Mn,Ce(OH)]^3\,Zr\,(SiO^3)^7$, avec $(ZrOCl^2)$, remplaçant une partie de SiO^2. Il existe aussi parfois un peu de niobium et de tantale. En moyenne, ce minéral comprend de 45 à 55 % de SiO^2, 12 à 16 de ZrO^2, de 10 à 12 % de chaux, autant de soude, et un peu de manganèse.

Essais pyrognostiques. Fond en un verre vert clair, opaque et en colorant la flamme en jaune. Fait gelée avec les acides ; la solution étendue colore en orange foncé le papier de curcuma (ZrO^2).

Altérations. L'eudialyte se transforme très fréquemment en catapléite, et plus rarement en zircon, etc., accompagnés de mésotype, d'ægyrine, de fluorine, etc.

Diagnostic. Les propriétés optiques, et notamment le pléochroïsme, les réactions pyrognostiques sont caractéristiques. Le minéral se distingue aisément des grenats biréfringents, par sa réfringence beaucoup plus faible.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'eudialyte est un minéral caractéristique des syénites néphéliniques très alcalines.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* M. Rosenbusch a indiqué (*Microsk.* Pfgr. II. 212. 1907) l'existence d'un minéral du groupe eudialyte-eucolite dans la syénite néphélinique de Pouzac. Bien que j'aie étudié un nombre considérable d'échantillons de cette roche, je n'ai jamais trouvé ce minéral, alors qu'au contraire, j'ai rencontré en très grande abondance du grossulaire, dont les propriétés sont décrites tome I. L'existence de l'eudialyte dans cette roche serait intéressante, car ce serait le seul cas, à ma connaissance, de la présence de ce minéral dans une syénite néphélinique non ægyrinique.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* L'île de Rouma mérite de devenir classique comme gisement d'eudialyte. Ce minéral, assez rare dans le type normal de la syénite néphélinique (il y joue le rôle de minéral intersertal), est presque constant dans de gros nodules, généralement entourés par une zone de pegmatite de syénite néphélinique très leucocrate. J'ai décrit sommairement toutes ces roches

(*C. R.* CLII. 681. 1906) et rapproché le type constituant ces ségrégations de la *lujaurite* de Kola et du Groënland ; elle est caractérisée par l'association d'une grande quantité d'ægyrine aciculaire, à de l'astrophyllite, de l'eudialyte, de la néphéline, de l'albite, etc.

A l'inverse de ce qui se passe cependant dans les lujaurites normales, l'eudialyte est d'ordinaire l'élément le dernier consolidé ; elle englobe pœcilitiquement l'ægyrine et l'albite et forme quelquefois la trame de la roche. Quand elle n'est pas régulièrement distribuée, elle y constitue des taches de plusieurs centimètres, ou s'isole en petits grains d'un beau rouge grenat. En lames minces, on constate une grande inégalité de biréfringence, de coloration et par suite de pléochroïsme ; parfois d'une biréfringence uniforme, elle présente plus souvent dans un même individu, non pas des zones concentriques, mais des alvéoles irrégulières. La biréfringence est souvent plus faible le long des cassures ; on constate fréquemment dans un même cristal des portions optiquement différentes, séparées par des zones (de compensation) monoréfringentes. Quelquefois des lambeaux biréfringents apparaissent sans transition au milieu de parties monoréfringentes ; je n'ai pu constater aucune différence de réfringence entre ces diverses variétés. Les variations de couleur ne sont pas moins grandes ; des plages jaunes sont dépourvues de pléochroïsme ; des portions roses ont quelquefois une teinte uniforme et alors pâle, mais la coloration et le pléchroïsme augmentent fréquemment le long de cassures ou de clivages. J'ai observé des auréoles pléochroïques roses autour d'inclusions d'ægyrine.

Les altérations en catapléite sont fréquentes. Les lamelles hexagonales de ce minéral sont quelquefois orientées parallèlement à la base de l'eudialyte, plus souvent, elles sont disposées sans ordre ; elles sont mélangées à de la fluorine violette, de l'ægyrine, du grossulaire, etc.

Madagascar. — J'ai rencontré (*Nouv. Arch. Muséum.* V. 185, 1903) l'eudialyte d'un beau rose, en voie de transformation en catapléite, dans une syénite néphélinique à ægyrine de la rive droite de la Berondra, à la base orientale du mont Andevenanaomby (massif du Bezavona).

Dans les syénites néphéliniques à ægyrine d'Ampangarinana (Nosy komba), j'ai observé (*op. cit.* IV. 41. 1902) un minéral se rapprochant beaucoup du précédent, comme lui rose suivant $\mathbf{n}_p$ et opti-

quement négatif, mais en différant par une biréfrigence cinq fois plus grande ($\mathbf{n}_g$—$\mathbf{n}_p$=0,01), biréfringence qui n'a été signalée jusqu'à présent dans aucun minéral de ce groupe.

CATAPLÉITE

$$\mathbf{H^2(Na^2,Ca)[Zr(OH)^2](SiO^3)^3}$$

Pseudohexagonale [1].

$$b : h : = 1000 : 1735{,}6$$

$$[a : c = 1 : 1{,}7356 \text{ (Sjögren)}]$$

Macles. Macles polysynthétiques intimes suivant m $(10\bar{1}0)$ et macles macroscopiques suivant b^4 $(10\bar{1}1)$, $b^{2/3}$ $(30\bar{3}2)$ et $a^{2/6}$ $(33\bar{6}2)$.

Formes et facies. La catapléite se présente en lames hexagonales, aplaties suivant la base et parfois plus ou moins modifiées.

Clivages. Clivages, parfaits suivant m $(10\bar{1}0)$, distincts suivant b^4 $(10\bar{1}1)$ et b^2 $(10\bar{1}2)$. Cassure conchoïde.

Dureté. 6.

Densité. 2,8.

Coloration et éclat. Jaune, jaune brun, gris bleu, violacé. Poussière jaune pâle. Transparente ou translucide. Éclat vitreux.

Propriétes optiques. Le minéral n'est en réalité que pseudohexagonal et monoclinique d'après M. Brögger[1].

La bissectrice aiguë, *positive* ($\mathbf{n}_g$), est sensiblement perpendiculaire à p (0001) ; dans la catapléite des roches, on peut seulement constater que la croix noire est parfois disloquée, mais dans les grands cristaux de Norvège, étudiés par M. Brögger, apparaissent des macles intimes, comparables à celles de la tridymite ; le plan des axes optiques est perpendiculaire à l'une des arêtes de la section hexagonale. A 140° C., le minéral devient rigoureusement uniaxe. Dans la catapléite de l'île de Rouma, ces macles ne se manifestent que par de très fines lamelles polysynthétiques, parallèles à la base.

1. M. Brögger admet les paramètres suivants $a : b : c : = 1{,}7356 : 1 : 1{,}3636$; $zx = 89°48'30''$; $mm = 119°57'$. Les relations avec la forme hexagonale sont à comparer à celles admise pour la tridymite.

	Natroncatapléite	Catapléite
n_g	= 1,6272	1,6270 (Rosenbusch)
n_p	= 1,5917	1,5920
$n_g - n_p$	= 0,0355	0,0350

Composition chimique. Il existe deux types, l'un exclusivement sodique (*natroncatapléite*), l'autre, qui est la catapléite normale, est calcosodique. La formule donnée plus haut correspond à la composition théorique suivante pour la natroncatapléite.

SiO^2.....	46,1
ZrO^2.....	28,8
Na^2O.....	15,9
H^2O	9,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau. Facilement fusible en émail blanc. Attaquable par les acides sans faire gelée. La solution étendue donne les réactions de la zircone (Voir à *eudialyte*).

Diagnostic. Les propriétés optiques sont caractéristiques, ainsi que le gisement et la fréquence de l'association avec l'eudialyte, aux dépens de laquelle elle se produit.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La catapléite ne se rencontre que dans les syénites néphéliniques les plus sodiques, dans celles qui contiennent de l'ægyrine.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* La catapléite est extrêmement abondante dans les facies de variation lujauritiques de la syénite néphélinique à ægyrine de l'île de Rouma. Elle épigénise partiellement ou complètement l'eudialyte ; elle s'oriente souvent sur elle, les faces a^1 des deux minéraux coïncidant en direction. Bien qu'elle ne puisse pas être distinguée sûrement de cette dernière sans examen optique, on est certain de la trouver surtout dans les échantillons où l'eudialyte est de couleur jaune très clair.

Dans les lames minces, on peut constater que la catapléite, toujours automorphe, forme des cristaux pouvant atteindre 0 mm. 5. Ils sont englobés dans la fluorine, dans la mésotype, etc. ; les plus gros sont ceux qui ne se sont pas formés sur le cadavre de l'eudialyte. Leur réfringence, inférieure à celle de ce dernier minéral, est supérieure à celle de tous les éléments blancs de la roche.

J'ai observé des groupements étoilés de lames hexagonales de catapléite rappelant ceux de la neige et de la pseudowollastonite. Enfin, les inclusions liquides à bulle mobile sont fréquentes.

Madagascar. — On a vu plus haut que j'ai rencontré dans les syénites néphéliniques du massif de Bezavona, au Mont Andevenanaomby, des pseudomorphoses d'eudialyte en catapléite.

GROUPE DES WERNÉRITES

DIPYRE (T. II, p. 204).

Pyrénées. — *Ariège*. On a vu page 714 de ce volume la descrip-

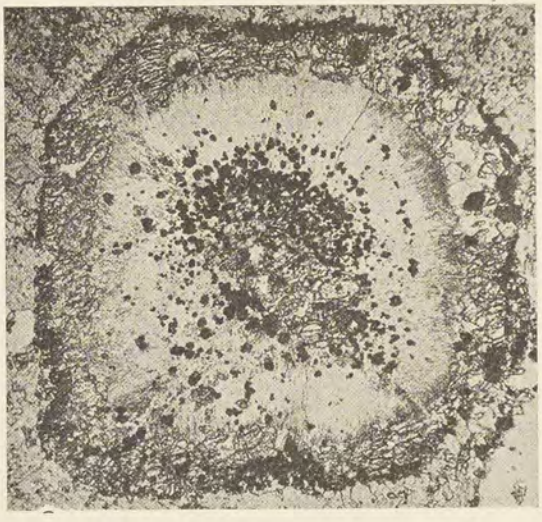


Fig. 1.
Pseudomorphose de dipyre du col d'Eret. (*Photographie en lumière polarisée parallèle.*)

tion de singulières pseudomorphoses de dipyre en un mélange de forstérite, de spinelle et de mica, que j'ai observées dans des calcaires secondaires du col d'Eret près Ercé, qui ont subi le double métamorphisme d'une ophite et d'une hornblendite.

La fig. 1 représente la section basique d'une semblable pseudomorphose ; le minéral noir et opaque est le spinelle.

Ce genre de pseudomorphose n'a pas été observé en dehors de ce gisement ; les cristaux transformés peuvent être isolés par l'action d'un acide ; ils sont colorés extérieurement en vert pàr le spinelle et mesurent plusieurs centimètres de longueur.

SCAPOLITE (T. II, p. 232).

Pyrénées. — *Ariège*. Le seul exemple à citer d'un minéral du groupe de la wernérite dans les contacts granitiques des Pyrénées consiste dans un échantillon, que j'ai recueilli à la Cascade de Gnoles près d'Ax. Les cristaux de scapolite, mesurant 2 cm. ($m\ h^1\ b^{1/2}$), sont implantés sur des prismes translucides de diopside gris, dont ils se distinguent par leur aspect blanc laiteux.

Afrique Occidentale. — *Dahomey*. M. Hubert a signalé (*C. R.* CILVI. 242. 1908) la scapolite comme élément essentiel des gneiss amphiboliques provenant de la traversée de la rivière Zompa, sur la route de Savalou à Djaloucou ; ces roches rappellent celles du Waldviertel.

Madagascar. — De nombreux gisements de scapolite dans les cipolins sont à ajouter à celui que j'ai cité page 232, tome II ; je signalerai en particulier les suivants : dans la région de Fort-Dauphin, des cristaux de scapolite de plusieurs centimètres, accompagnent le diopside vert foncé à plans de séparation faciles suivant p ; les alentours d'Ampanihy (pays Mahafaly) ; les environs de Tananarive sous l'observatoire ; Beraoka (avec analcime secondaire) ; Tetezantany sur la Mandrina, puis, dans le cercle d'Analalava, Ankangafohy (Beheny) (avec wollastonite, diopside, quartz, etc.), Ambohitsora à l'Est d'Andranosamonta et la route de Bejoro à Bealanana, etc.

GROUPE DE ZÉOLITES

THOMSONITE (Tome II, p. 259).

Archipel des Gambiers. — J'ai examiné de belles concrétions fibreuses de mésole provenant des falaises d'Atituiti.

Tahiti. — Les basaltes de la vallée de Papenoo renferment parfois des géodes, tapissées de concrétions de *mésole*, supportant des cristaux d'analcime et mésolite.

Madagascar. — J'ai vu également un échantillon de mésole associé à la christianite et provenant de la baie des Amis sur la côte nord-est de l'île.

HYDRONÉPHÉLITE (Tome II, p. 261).

Afrique Occidentale. — *Iles de Los*. Les pegmatites de syénites néphéliniques à barkévicite de l'île de Foutabar (pointe de Topsail) renferment des prismes hexagonaux de néphéline et aussi des cristaux de sodalite de plusieurs centimètres, transformés en hydronéphélite d'un gris noirâtre, qui rappelle la ranite du Langesundfjord. L'examen microscopique y montre fréquemment de petits cristaux maclés d'hydrargillite. Des pseudomorphoses du même genre se rencontrent dans les pegmatites de l'île de Rouma.

MÉSOTYPE (T. II, p. 267).

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Des concrétions fibreuses

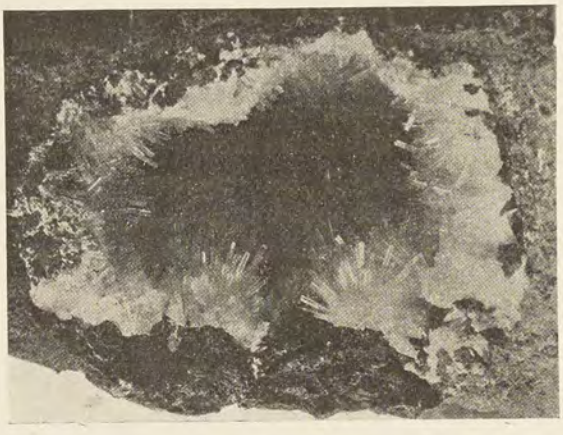


Fig. 1.
Géode de mésotype du Puy de Marman.

de mésotype se trouvent au Chambon de Tense.

Puy-de-Dôme. Masses fibreuses dans le basalte du puy de la Garde,

près de Billom. La fig. 1 représente un peu réduite, une géode de mésotype du Puy de Marman, rencontrée dans un bloc de basalte intact (collection du Muséum).

Algérie. — La mésotype du Cap Djinet près Dellys avait été signalée déjà par Vatonne (*A. M.* XII. 684. 1857), qui en a donné l'analyse suivante :

SiO^2	Al^2O^3	Na^2O	CaO	H^2O		
46,50	26,30	15,20	0,73	11,00	=	99,73

Antilles. — *Martinique.* J'ai montré (*B. S. M.* XXVI. 150. 1903) que la mésotype acccompagne l'analcime, la stilbite, la heulandite et la calcédoine dans les labradorites altérées du Morne des Pétrifications au voisinage du village de Sainte-Anne. La mésotype est la plus abondante ; elle forme de gros rognons fibreux, dans lesquels se voient parfois des pointements distincts ($mh^1\ g^1\ b^{1/2}$, avec développement dissymétrique de cette pyramide).

Guadeloupe. La collection du Muséum renferme un gros rognon fibreux de mésotype, provenant de cette île, sans indication plus précise. Il a été très certainement recueilli dans les roches volcaniques basiques et dans des conditions analogues à celles du gisement précédent.

Madagascar. — J'ai sommairement décrit (*Bull. Muséum.* 1898. 291) un très remarquable gisement de zéolites, dont je dois la connaissance à M. Prince. Il s'agit d'un basalte altéré, formant un mamelon peu élevé, à environ 800 mètres à l'est de la rive droite du Bekiady, et à environ une demi-journée de marche de Tamoeritra, près du lac Kinkony. Ce gisement renferme de la mésotype, de l'analcime, de la gmélinite, de la heulandite, du cuivre natif, de la cuprite et du chrysocole.

La mésotype forme des groupes de cristaux, très analogues comme aspect et comme dimensions, à ceux du Puy-de-Marman. Ils sont particulièrement associés à l'analcime, sur laquelle ils sont implantés ou qu'ils recouvrent.

La mésotype accompagne la heulandite et l'analcime, ainsi que l'améthyste, dans les tufs basaltiques de l'îlot d'Ankazoberavina, vis-à-vis la baie d'Ambavatoby.

MÉSOLITE (T. II, p. 279).

Réunion. — Les basaltes de divers points de l'île et notamment ceux de la rivière Saint-Denis renferment des nodules fibreux de mésolite d'un blanc laiteux : j'ai trouvé dans l'ancien musée des colonies un échantillon géodique se terminant par des cristaux libres avec des pointements semblables à ceux de la mésolite des Feroe ; ils possèdent les mêmes propriétés optiques.

Tahiti. — La mésolite fibreuse est assez fréquente dans les amygdales des basaltes de cette île (vallées de Papenoo, de Punaruu en particulier) ; elle y est associée à la christianite, à la chabasie, à l'analcime, etc.

ANALCIME (T. II, p. 281).

Dans les roches volcaniques.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Dans le massif du Mont-Dore, j'ai recueilli de fort beaux cristaux transparents d'analcime p (dominant) a^2 ; ou a^2 seul, dans le dyke de basalte, que longe le sentier du Sancy, près de la cascade de la Craie. Des cristaux également transparents (a^2) se trouvent dans la labradorite du ravin du Chapial, au fond de la vallée de Chaudefour.

Des cristaux plus petits du même minéral ne sont pas rares dans les pépérites du Puy Long, près Clermont.

J'ai signalé page 286 du tome II, d'après Constant Prévot, l'existence de l'analcime dans le trachyte phonolitique de la Roche Tuilière au Mont-Dore ; depuis lors, j'ai rencontré moi-même ce minéral en abondance dans ce gisement ; les cristaux a^2 présentent la particularité d'être parfois formés par un très grand nombre de cristaux de même forme, groupés par interprétation à axes parallèles. Le trachyte phonolitique est quelquefois très tacheté ; les taches sont dues à de l'analcime, se développant souvent autour de la néphéline pneumatolitique. J'ai rencontré sous la même forme l'analcime dans le trachyte phonolitique du Puy Cordé et du plateau de Bozat.

Tahiti. — L'analcime est l'une des zéolites les plus fréquentes dans les basaltes de cette île, notamment dans la vallée de Papenoo et dans celle de Punaruu.

Réunion. — De beaux cristaux transparents abondent dans les basaltes de la rivière Dumas et d'autres points de cette île.

Antilles. — *Martinique*. L'analcime en petits cristaux, a^2, tapisse certaines cavités de la labradorite de la Savane des Pétrifications.

Madagascar. — L'analcime est une des zéolites les plus fréquentes de Bekiady. Elle y est particulièrement associée à la mésotype ; elle forme des groupes de trapézoèdres, a^2, qui atteignent parfois individuellement 2 cm. de diamètre.

3° *Dans les syénites néphéliniques et dans les roches associées.*

L'analcime est d'une extrême abondance dans toutes les roches grenues à néphéline ; dans les syénites, il semble que dans bien des cas, elle soit due à des actions pneumatolitiques contemporaines de la fin de la consolidation de la roche ; elle remplit, en effet, des cavités miarolitiques dans lesquelles elle est associée à des cristaux intacts de néphéline et à des cristaux nets de beaucoup d'autres minéraux : ægyrine, astrophyllite, etc., qu'elle englobe ou qui lui sont parfois postérieurs. Elle entre dans la constitution des *monchiquites* des *îles de Los*, de *Madagascar*, de *Tahiti*.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los*. Toutes les syénites néphéliniques à ægyrine ou à barkévicite contiennent de l'analcime, mais ce minéral est particulièrement abondant dans leurs pegmatites. Celles à barkévicite se trouvent notamment sous le phare de l'île de Foutabar à la pointe de Topsail, et près du village de Kassa ; celles à ægyrine surtout à l'île de Rouma et dans le nord de l'île de Kassa.

L'analcime, rarement en cristaux nets, a^2, forme le plus souvent des masses limpides et incolores qui, à Rouma, atteignent parfois la grosseur du poing et sont translucides, parfois même presque transparentes. Elles possèdent des clivages nets et englobent des cristaux d'ægyrine et d'astrophyllite. $\mathbf{n} = 1{,}4868$ (Na).

Madagascar. — Je l'ai particulièrement rencontrée (*Nouv. Archiv. Mus.* I. 1902 et V. 1903) en beaux échantillons macroscopiques dans les syénites néphéliniques à ægyrine de Nosy komba, du massif du

Bezavona et, d'une façon plus générale, dans toutes les roches à néphéline de la province pétrographique d'Ampasindava.

Une mention spéciale est due à de grandes géodes de trapézoèdres a^2, blancs laiteux, creusées dans la monchiquite qui traverse la syénite néphélinique du ravin d'Antsohanina (massif du Bezavona). Des cristaux nets de prehnite et d'épidote recouvrent parfois cette analcime.

4° *Dans les calcaires métamorphiques.*

Pyrénées. — *Ariège*. J'ai rencontré dans les carrières de gypse d'Arnave un bloc de calcaire à dipyre, contenant, comme élément essentiel, un trapézoèdre blanc d'analcime. C'est le seul exemple, que je connaisse, de la production de ce minéral dans de semblables conditions.

HEULANDITE (T. II, p. 287).

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. De petits cristaux de heulandite tapissent les fentes d'une diabase de l'ancien Moulin du Vau-Lambert en Corseul, à 11 kilomètres au nord-ouest de Dinan.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. J'ai rencontré en abondance la heulandite en cristaux variant de quelques millimètres à 1 cm. dans les fissures des schistes et des calcaires métamorphiques de la route de Barèges au col du Tourmalet (en particulier à partir du ravin d'Escoubous).

Alpes. — *Isère*. De petites lamelles de heulandite, associées à de la stilbite, se trouvent dans les fentes de la granulite du torrent d'En Bas (rive droite du Vénéon) près des Etages.

Guyane. — J'ai observé de jolis cristaux de heulandite sur la stilbite, qui tapisse les fentes du gneiss amphibolique de Cayenne ; par leur forme et par leur mode de gisement, ces cristaux rappellent la *beaumontite* de Baltimore.

Antilles. — *Martinique*. J'ai constaté la grande abondance de la heulandite ($g^1po^1a^1m$) à quelques centaines de mètres du gisement décrit plus haut de mésotype du Morne des pétrifications (sur le sentier venant de Sainte-Anne). Elle y forme de très petits cristaux dans une labradorite riche en géodes de calcédoine, et n'est accompagnée d'aucune autre zéolite.

Madagascar. — On a vu plus haut que la heulandite se rencontre dans le basalte altéré de Bekiady ; ses cristaux sont beaucoup plus petits que ceux des autres zéolites ; elle est soit seule, soit associée à des minéraux cuprifères (cuivre natif, cuprite, chrysocole), comme aux îles Feroë.

De beaux échantillons (cristaux de 3 cm.) de heulandite, associés à de l'analcime, de la mésotype et de l'améthyste, se trouvent dans les tufs basaltiques de l'îlot d'Ankazoberavina, vis-à-vis la baie d'Ambavatoby.

CHRISTIANITE (T. II, p. 296).

Plateau Central. — *Loire*. M. Gonnard a donné (*B. S. M.* XXX. 269. 1908) l'analyse suivante, faite par M. Barbier, de la christianite du mont Simiouse (tome II, p. 307).

SiO^2	Al^2O^3	CaO	K^2O	Na^2O	H^2O
52,10	18,33	4,96	6,88	1,10	16,55=99,92

Puy-de-Dôme. M. Vigier a signalé (*B. S. M.* XXXI. 142. 1908) dans la christianite de Perrier (le gisement exact s'appelle Roche Noire), en outre des formes que j'y ai indiquées (tome II, p. 306), la macle de Marburg (combinaison g^1 $b^{1/2}$) et peut-être celle de Bowling : cette description est basée sur l'examen morphologique.

J'ai observé de petits cristaux de christianite clairsemés dans de larges vacuoles du basalte du Puy-de-Mur ; ils sont associés à des scalénoèdres de calcite.

Madagascar. — Des géodes de cristaux blancs laiteux de christianite se trouvent dans le basalte de la baie des Amis (côte nord-est) et dans les néphélinites de Nosybé.

Tahiti. — La christianite est l'un des minéraux drusiques les plus fréquents des cavités des basaltes de l'île et en particulier de ceux de la vallée de Papenoo.

STILBITE (T. II, p. 312).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Le minéral fibrolamellaire du Pic Gourdon (ou pic Noir), au nord du port d'Oo et du pic des Gourgs Blancs, décrit par M. Gourdon (*Bull. Soc. Nat. Ouest*. XVII. 145. 1907) comme mésotype, est en réalité constitué par de la stilbite.

Pyrénées-Orientales. J'ai recueilli de jolis cristaux de stilbite dans les fentes des schistes métamorphiques des environs de Mosset.

Guyane. — De belles croûtes de stilbite, formées par des globules à structure fibrolamellaire, recouverts de petits cristaux de heulandite, tapissent les fentes des gneiss amphiboliques de Cayenne,

Antilles. — *Martinique.* La stilbite fibrolamellaire, présentant les formes $p\ g^1\ m\ a^{\frac{1}{2}}o^1$, avec les macles habituelles, est exceptionnelle dans le gisement de mésotype du Morne des Pétrifications.

Madagascar. — L'analcime et la mésotype de Bekiady sont parfois recouvertes de beaux cristaux translucides de stilbite, atteignant 1 cm. de plus grande dimension.

CHABASIE (T. II, p. 324).

Tahiti. — La chabasie se trouve dans les basaltes de l'île et en particulier dans ceux de la vallée de Papenoo ; je l'ai signalée dans une note sur les minéraux de cette île (*B. S. M.* XXXVII. 278. 1904).

Je dois à M. Brouard de jolis rhomboèdres de chabasie provenant des basaltes vacuolaires de l'île Moréa.

Archipel des Gambiers. — Les basaltes vacuolaires de cet archipel fournissent des géodes magnifiques de cristaux (p) de chabasie transparente, pouvant atteindre 0 cm.5 ; à citer en particulier Mangareva, Tepuka, Atituiti.

Madagascar. — De bons cristaux de chabasie (p) tapissent les géodes du basalte de la vallée de la Betahitra, sur la côte nord-est.

GISMONDITE (T. II, p. 323).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Le trachyte phonolitique de la Sanadoire renferme très exceptionnellement des géodes de petits cristaux de gismondite d'un blanc laiteux.

Tahiti. — J'ai rencontré de petits cristaux de gismondite d'un blanc mat sur l'analcime des cavités d'un basalte de la vallée de Papenoo.

LAUMONTITE (T. II, p. 328).

Antilles. — *Saint-Barthélemy.* La collection géologique du Muséum renferme un échantillon de laumontite fibrolamellaire, provenant de cette le ; il recouvre une roche basaltique.

GMÉLINITE

$$(Na^2,Ca)Al^2Si^4O^{12} + 6H^2O$$

Rhomboédrique. $pp = 111°52'$

Angle plan de $p = 105°44'40''$

$[a : c := 1 : 0{,}7345$ (Pirsson)$]$ [1]

Formes observées. e^2 $(10\bar{1}0)$; p $(10\bar{1}1)$, $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$.

Macles. 1° Macle suivant e^8 $(30\bar{3}2)$, correspondant à la macle suivant p $(10\bar{1}1)$ de la chabasie[1].

2° Macle par pénétration avec rotation autour de l'axe vertical comparable à celle de la chabasie.

	Angles calculés.		Angles calculés.
a^1p	139°42′	pp	111°52′
$a^1\ e^{1/2}$		$e^{1/2}\ e^{1/2}$	
pe^2	130°18′	$pe^{1/2}$	142°16′

Facies. Les cristaux mettent d'ordinaire en évidence la symétrie pseudohexagonale, par suite de l'égal développement de p $(10\bar{1}1)$ et de $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$; quelquefois cependant ils ont un aspect rhomboédrique par suite de la prédominance de p ; e^2 $(10\bar{1}0)$ est souvent strié horizontalement.

Clivages. Clivages, faciles suivant e^2 $(10\bar{1}0)$, parfois distinct suivant a^1 (0001).

Dureté. 4,5. Fragile.

Densité. 2,04 à 2,17.

1. On peut mettre en évidence l'analogie de forme existant entre ce minéral et la chabasie en multipliant par $^3/_2$ la valeur de l'axe vertical adoptée ici. On obtient ainsi la correspondance suivante :

p $(10\bar{1}1) = a^7$ $(10\bar{2}3)$ (chabasie) ; e^8 $(30\bar{3}2) = p$ $(10\bar{1}1)$ (chabasie) ; $e^{1/2}$ $(0111) = e^{1/5}$ $(02\bar{2}3)$ (chabasie).

Coloration et éclat. Incolore. Blanc jaunâtre, jaune, rose chair. Transparente ou translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. La biréfringence est extrêmement faible. La double réfraction est tantôt *positive*, tantôt *négative*. L'examen de lames basiques montre une division en secteurs, faisant voir que le minéral est en réalité biaxe.

$$\begin{aligned} n_g &= 1{,}4764 \text{ Na (Pirsson)} \\ n_p &= 1{,}4760 \\ n_g - n_p &= 0{,}0004 \end{aligned}$$

Composition chimique. La composition chimique est celle d'une chabasie exclusivement ou surtout sodique. La formule donnée plus haut correspond à la composition suivante, dans le cas où il n'y a que du sodium.

SiO^2	46,9
Al^2O^3	19,9
Na^2O	12,1
H^2O	21,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Comme chabasie.

Diagnostic. Parmi les zéolites, la forme géométrique est caractéristique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — Le gisement basaltique de Bekiady renferme en abondance des cristaux de gmélinite, qui ne sont que rarement accompagnés par de gros cristaux (postérieurs) d'analcime : ce sont les plus beaux cristaux de ce minéral que j'ai eu l'occasion d'étudier. Quelques-uns d'entre eux sont groupés et atteignent individuellement 5 cm. de diamètre, mais il en est d'autres, qui sont complets et isolés de toute gangue ; ils mesurent 1 cm. 5 à 2 cm. de diamètre.

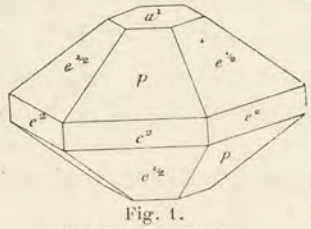


Fig. 1.
Gmélinite de Bekiady.

Ils sont d'un jaune rosé, parfois un peu caverneux, et uniformément constitués par p $(10\bar{1}1)$ et $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$, également développés, avec souvent a^1 (0001) et e^2 $(10\bar{1}0)$ (fig. 1).

CORPS SIMPLES

GRAPHITE (T. II, p. 355).

Pyrénées. — (Tome II, p. 360). *Ariège*. L'épidotite de Cancenès, près de Cabre, est parcourue de petites veinules de graphite très pur.

Madagascar. — Le graphite abonde dans les schistes cristallins de Madagascar, aussi bien dans les types acides, tels que les leptynites, que dans les basiques, comme les cipolins ; il s'y présente en lamelles, qui accompagnent ou remplacent les micas.

Tel est le cas de beaucoup de roches du pays Mahafaly (environs d'Ampanihy), où le graphite se rencontre aussi en rognons assez volumineux ; il en est de même à Bedodoka, entre Tsivory et la rivière d'Onilahy, à Ialasora 5 km. sud-ouest de Tananarive, etc. Quelques tentatives d'exploitation ont été faites sur plusieurs de ces gisements, notamment au nord-ouest de la capitale, à la montagne d'Ambohimasina, sur la rive gauche de l'Andromba, près de son confluent avec l'Ikopa, etc.

A signaler aussi le graphite dans le quartzite d'Andriamalandy (Betainaomby) à l'est d'Andranosamonta.

Tonkin. — Le graphite est abondant comme élément des schistes cristallins du Fleuve Rouge, des micaschistes de la vallée de Song-Cau (provinces de Thaï-Nguyen et de Bac-Kan). M. Dupouy en a signalé (*op. cit.* 32) des filonnets dans une roche éruptive du canton de Co-Phu, Huyen de Tran-Yen (province de Yen-Bay).

SOUFRE (T. II, p. 363).

Antilles. — *Guadeloupe*. J'ai visité en 1902 et en 1903 la Soufrière de la Guadeloupe et donné des détails sur les conditions dans lesquelles le soufre s'y forme, aussi bien que dans les fumerolles de l'Echelle (*La Montagne Pelée et ses éruptions*. 1908. 56).

Martinique. Le soufre s'est produit en faible abondance à l'orifice des fumerolles secondaires s'élevant des matériaux accumulés par les nuées ardentes de la Montagne Pelée (1902-1905) (*op. cit.* 400) ; il se forme encore en cristaux, identiques à ceux de la Guadeloupe, dans les fumerolles du dôme récent.

Bassin du Rhône. — *Vaucluse* (p. 374). M. Dollot m'a remis de jolis cristaux de soufre, d'un jaune clair ou d'un jaune orangé, provenant de la mine des Tapets ; ils sont accompagnés de cristaux de calcite ou de célestite ; ils se rapportent au type de la figure 7.

Alpes. — *Basses-Alpes*. Les gisements du bassin de Manosque ont été trouvés au cours de l'exploitation des lignites (Liabaux près Lincel-Saint-Martin). Les calcaires marneux de La Mort d'Imbert renferment des nodules de soufre gris, dans lesquels sont concentrés des cristaux de quartz transparents, qui n'existent pas dans le calcaire.

Mauritanie. — Le soufre abonde comme produit de réduction du gypse dans les sebkhas de la côte et notamment dans celle de Timardine. Des coquilles sont parfois transformées en soufre.

ARSÉNOLAMPRITE [1]

As

Ce nom a été donné à un minéral, considéré comme dimorphe de l'arsenic. Il forme des agrégats fibrolamellaires, possédant un seul clivage ; sa couleur est le gris bleu, avec des reflets bleuâtres. Il est plus tendre (2), moins dense (5, 3 à 5, 5) que l'arsenic rhomboédrique.

L'arsénolamprite a été signalée à Sainte-Marie-aux-Mines [*Alsace*] par Breithaupt (Frenzel. *N. J.* 1874. 678) et n'y a plus été retrouvée.

BISMUTH NATIF, BISMUTHINITE, BISMITE (T. II, p. 380, etc.)

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. Les filons de quartz de Villeray, près de Montbelleux, renferment du wolfram, comme ceux de cette dernière

1. A placer dans la systématique après *arsenic*, t. II, p. 382.

localité, mais pas de cassitérite. Par contre, ils contiennent en petite quantité du bismuth natif, de la bismuthinite et un peu de bismite produite par l'altération des deux minéraux précédents.

PLATINE (T. II, p. 389).

Madagascar. — D'après des renseignements que m'a fournis M. Mouneyres, le platine a été trouvé en petite quantité dans les sables aurifères de quelques rivières de l'Est et notamment dans l'Isongo, affluent de la Manambia, et dans les districts de Fenerive et de Marolambo. M. Dabren m'en a montré de petites paillettes.

ARGENT (T. II, p. 405).

Congo. — A Mindouli, l'argent n'est pas seulement englobé par la calcite ou la dioptase ; j'ai montré (*B. S. M.* XXXI. 255. 1908) qu'on le trouve aussi en lames minces dans les fentes de la chalcosite, des calcaires et des grès (parfois avec barytine); enfin, il est souvent associé à la malachite qu'il moule. La forme des cristaux est a^1 (111) ou b^1 (110), à faces brillantes, mais creuses. J'ai observé aussi des lamelles, formées par le groupement à axes parallèles d'octaèdres, aplatis suivant a^1. Enfin, des géodes de dioptase sont remplies par des cristaux dendritiques (à faces courbes) d'argent, lâchement unis.

Madagascar. — L'argent natif ramuleux se trouve disséminé dans la barytine laminaire de filons distincts de ceux qui renferment l'or, dans les mines de l'Andavakoera.

MERCURE (T. II, p. 418).

Algérie. — *Constantine*. Un peu de mercure natif a été trouvé dans le gisement de cinabre du Ferdjioua (Dussert, *A. M.* XVII. 41. 1910).

OR (T. II, p. 418).

Des filons quartzeux (voir à mispickel) sont actuellement prospectés pour leur or : les suivants renferment de l'or visible.

Maine. — *Mayenne.* Des mouches d'or accompagnent le mispickel et la stibine dans le filon exploité de la Lucette en le Genest.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* M. Kerforne a décrit (*C. R.* CL. 224. 1910), un filon de quartz en relation avec les pegmatites de Beslé renfermant, avec mispickel et pyrite, de l'or visible englobé dans le quartz et dans la muscovite.

Plateau Central. — *Cantal.* L'or a été signalé dans les alluvions de la Jordanne (vallée de Mandailles). Cet or a sans doute pour origine les trachytes miocènes pyriteux du fond de la vallée.

Ardèche. Lecoq a indiqué (*Époques géol.* I. 145) l'existence de l'or dans l'Erieux près de Beauchâtel.

Alpes. — *Haute-Savoie.* Le gisement, cité p. 433, au détroit de Banges, s'écrit des Beauges ; en 1833, Héricart de Thury a vu (*B. S. G.* III. 229) cinq familles orpaillant en aval des grottes de Cusy.

Afrique Occidentale. — *Guinée.* Des alluvions aurifères sont exploitées par dragage dans le Tinkisso, affluent du Niger, qui limite le Bouré au sud. De nombreux gisements sont prospectés dans le cercle de Siguiri ; le Bouré et le Siéké, sur la rive gauche du fleuve, sont les mieux connus. D'après M. Villiaume, les alluvions aurifères remplissent les dépressions de Miniadala (rive droite du Bakoy) ; dans la vallée du Nankoby, près de Kentinian, Sanoubougou et Balato ; dans la vallée de la Kéréta, près de Fatoya; dans la vallée du Kobako (près de Kofoulani et de Famaya). On rencontre de petites pépites de quelques grammes peu roulées, mais l'or est d'ordinaire plus fin. Il est très fin dans les gisements en place, latérites schisteuses (voir plus haut, page 740) associées à des granites et à des diabases, parfois aurifères. Des filons aurifères auraient été trouvés à l'ouest à Sidikila.

Haut-Sénégal et Niger. Ce dernier gisement est voisin de ceux du Ouassoulou, se prolongeant au nord à la façon de ceux du Bouré et du Siéké, qui se poursuivent sur la rive gauche du Niger.

Fort loin à l'est (frontière de la *Gold Coast*), dans le Lobi, des filons de quartz et des alluvions aurifères ont été signalés (Kampti, Iridiaka, OuléOula, Linka), sans qu'on soit fixé sur leur valeur. Binger a cité à Limono, Samata, Doussi, Bangassi, Baparo et Poura des gisements aurifères, aujourd'hui abandonnés.

M. Arsandaux a décrit (*B. S. M.* XXVII. 81. 1904) les gisements du Bambouk ; les exploitations indigènes sont localisées entre les monts Tambaoura et la Falémé (Sadiola et Solla près du Khakhadian). Les schistes amphiboliques sont traversés par des microgranites à pyrite aurifère ; le tout est latéritisé. L'or, ainsi mis en liberté, a été entraîné jusqu'au niveau hydrostatique, zone d'enrichissement constante. Il est très fin, et renferme de 10 à 20 °/₀ d'argent (*électrum*).

Côte d'Ivoire. Des gisements sont prospectés dans l'Indénié, dans le Sanwi (Akrizy, Aboisso où l'or est accompagné de sylvanite, Ahinta, Maféré), dans le Comoë (N'Basso, Bébou, Aropo, Malassué, Congouessué, etc.), et dans le bas Baoulé (N'Zaakro près Toumodi, Kokumbo), [P. Combes (B. S. G. IX, 346. 1909) et renseignements de MM. Braly et Warinsky]. L'or se trouve dans les latérites, les alluvions, les filons ou amandes de quartz (avec pyrite, magnétite, galène, mispickel, etc.), et dans les schistes cristallins près du quartz.

A Takoua, dans la [*Gold Coast*] anglaise, il existe des conglomérats aurifères rappelant ceux du Witwatersrand, au Transvaal.

Laos. — Le Muséum a reçu de M. Hunebelle de l'or alluvionnaire provenant du Nam-Sang, affluent du Mékong.

Tonkin. — Certaines alluvions du Tonkin sont aurifères, notamment celles de Kim-Hi, de Ban-Vaï sur le Song-Bang-Giang, les alluvions stannifères de Tinh Tuc. Un quartz aurifère a été trouvé à Pac-Boc et Cao-Phon, au sud de Cao-Bang (Dupouy, *op. cit.*).

Guyane. — M. Levat considère (*A. M.* XIII. 386. 1898) les filons de quartz aurifère, qui traversent les gneiss, comme en relation avec des diabases, contenant parfois elles-mêmes de l'or libre et de la pyrite aurifère. Les filons renferment souvent beaucoup de pyrite, du mispickel, de la stibine (Adieu-Vat), peut-être des tellurures.

Madagascar. — J'ai réuni divers documents permettant de montrer la généralité (page 425), de la présence de l'or comme élément des schistes cristallins et des granites (*B.S.M.* XXIII. 243. 1900).

Dans le bassin de la Sahadinta (Haut Nosivolo), affluent du Mangoro, à 65 kilomètres N. E. d'Ambositra, l'or en grains ou en cristaux atteignant 0 gr. 5, est distribué irrégulièrement, avec pyrite, dans un gneiss à pyroxène, hornblende et biotite ; il se concentre à sa limite avec des veines parallèles, elles-mêmes aurifères, constituées par du

quartz et des feldspaths (échantillons réunis par MM. Mouneyres et Dabren). Dans la rivière Ravoravo, affluent de la Saka (province de Mananjary), l'or se rencontre dans des amandes de quartz et de feldspaths au milieu du gneiss. Fort curieux sont des micaschistes et des roches du ruisseau Beranozano au sud-ouest du village de Tsimivolovolo (50 km. N. E. d'Ankavandra), constituées par du disthène et de l'almandin et imprégnées d'or natif; on ne voit pas de pyrite, mais il est probable qu'il en a existé, car la roche est jaunie par de la limonite. Plus intéressants encore sont des cipolins à pyroxène, etc. dans lesquels l'or joue le rôle disséminé des silicates métamorphiques ; ils proviennent des environs d'Ikalamavony dans la région de l'Imaina (60 km. au N. E. de Fianarantsoa).

D'autre part, voici, comme exemples, quelques nouvelles régions dans lesquelles des filons de quartz aurifère ont été observés, sans qu'aucun d'eux ait fait jusqu'ici l'objet de fructueuses exploitations.

Je dois à M. Élié un fragment mélangé à de la chalcosite; il provient d'un bloc (non en place) de quartz, renfermant de l'or visible, trouvé dans le Beando (district de Nosy Varika, province de Mananjary). Dans l'est encore, les bassins de l'Ampasary, du Sakaleony et des points situés plus au nord et plus au sud sont à signaler : des filons avec pyrite et chalcopyrite se trouvent dans le district de Beforona près du chemin de fer de Tamatave à Tananarive (bassin du Sakaleony) [1].

Une région aurifère remarquable qui, d'octobre 1906 au 30 avril 1910, a fourni 3044 kgm. d'or, a été découverte dans le nord. Elle se présente dans des conditions fort différentes de celles des gisements précédents. Les renseignements suivants m'ont été fournis par les exploitants, MM. Grignon et Mortages; ils ont été complétés par l'étude des échantillons que je dois à leur obligeance. La région aurifère constituerait d'après M. Merle (*A. M.* XVII. 478. 1910) une bande de 100 km. de long, de 5 à 6 de large, allant de l'embouchure de la

1. D'après des renseignements qui me sont fournis par le Ministère des colonies au moment du tirage de cette feuille, les principaux filons signalés sont actuellement, dans la province de Mananjary, ceux de Beando, Bebasy, Mahavoky, Sahafandraona, Andravoravo, Ambakoana, Tsaramiadana, Sahamatrana, Anjaridaina, puis dans l'ouest ceux de Antsaily, Kiranomena, Andomaka, Analabé, Takodara, Ampitambé, Rafiatokana, et dans le centre, ceux d'Andranofito, Soavinarivo, Vahinambo, Antanifotsy, Arivonimamo, Itea, Tsinjavona.

Loky jusqu'au delà d'Ambakirano sur la rive droite de la Mahavavy, à partir de laquelle elle s'infléchit vers le sud, mais tous les gisements exploités (mines de l'Andavakoera) se trouvent dans la partie moyenne de cette bande sur environ 20 km. entre Ranomafana et le col d'Antangaina près Ambararata. Dans toutes les formations de cette région, constituée par des grès et des schistes triasiques plus ou moins métamorphisés, reposant vers le sud sur des schistes cristallins, se trouvent des filonnets réticulés [1], ayant de quelques millimètres à 0 m. 50 d'épaisseur ; au lieu d'être constitués par du quartz compact, comme les autres filons de la Grande île, ils sont formés par des cristaux (terminés par $pe^{1/2}$) de quartz stérile, en groupes bacillaires, implantés sur les épontes et laissant entre eux des cavités : celles-ci sont parfois remplies par un agrégat miarolitique de petits cristaux de quartz moulé par de l'or libre, c'est là le minerai exploité : en certains points, ces cavités renferment un peu de blende aurifère, de chalcopyrite, de galène argentifère et souvent dépourvue d'or. Dans certains filonnets et particulièrement dans ceux traversant les grès, il existe de la pyrite (de richesse variable, allant de quelques grammes à près d'un kgm. à la tonne). Enfin de la barytine lamellaire abonde aux affleurements et constitue peut-être une venue distincte : elle ne renferme de l'or que lorsqu'elle est accolée à la paroi des filons quartzeux. L'or est très inégalement réparti ; il forme des concentrations remarquables ; on a cité un bloc de 17 kgm., qui contenait 13 kgm. d'or.

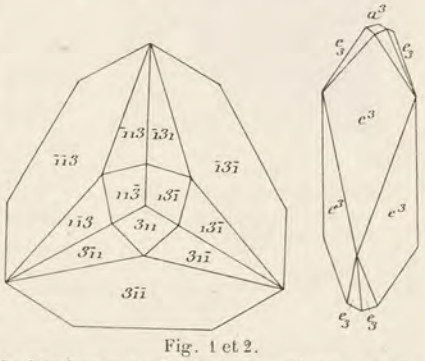


Fig. 1 et 2.
Or d'Andavakoera. Projection sur a^1, avec notation cubique d'un trapézoèdre a^3 (311) (fig. 1), allongé suivant un axe ternaire et représenté par la figure 2 avec la notation rhomboédrique rapportée à un cube de 90°.

Cet or, qui renferme de 25 à 27 % d'argent et qui est par suite un *électrum*, [2] est toujours cristallisé et forme parfois des cristaux déterminables, des trapézoèdres a^3 (311), allongés suivant un axe ter-

1. M. de Launay a émis dans une note présentée récemment à la Société géologique de France la possibilité de la liaison de cette venue filonienne avec des roches éruptives alcalines observées par M. Bordeaux. En outre, M. Chabert a vu à Andranomafana des filonnets aurifères traversant un filon basaltique.

2. Le rapport Au : Ag = 1 : 1 = 36 % ; 1, 5 : 1 = 26 % ; 2 : 1 = 21 %.

naire et identiques à ceux de l'Orégon décrits par M. Edw. G. Dana (*Am. J. of sc.* XXXII. 132. 1886. La figure 1 représente la projection de ces cristaux avec la notation cubique en symbole de Miller et la figure 2 leur aspect en perspective, avec la notation rapportée à un rhomboèdre de 90°). Trois faces correspondent au rhomboèdre a^4 ($20\bar{2}5$), dont l'angle culminant est de 129°31′ (130° obs.), les 6 faces adjacentes à l'isoscéloèdre e_3 ($22\bar{4}3$), dont les angles sont de 129°31′ (129°10′ obs.) et de 117° 2′ et enfin les 6 faces restantes au rhomboèdre aigu e^3 ($40\bar{4}1$) qui est la forme dominante, son angle est de 62°58′ (62°15′ obs.). Ces cristaux aux faces brillantes, et creuses, sont souvent squelettiformes. Les cavités miarolitiques du quartz renferment des fils d'or, chapelets de petits cristaux, allongés suivant un axe ternaire et se terminant par des faces a^3 (fig. 3); à signaler aussi des plaques formées par la réunion de petits cristaux.



Fig. 3.
Cristallites d'or allongés suivant un axe ternaire dans géode quartzeuse d'Andavakoera.

La forme autant que la composition de l'or de cette région diffère donc de celles de l'or des autres gisements de l'île.

Enfin, de nombreux gisements d'or alluvionnaire, exploités dans les restes de la colonie [1], sont à ajouter à ceux cités page 436. Cet or est généralement à haut titre. Du *Betsiriry*, j'ai des échantillons peu roulés (Dabolava, Ankanongana) et de petits cristaux (p a^1 b^1).

1. A citer d'après des documents officiels : dans le nord, les bassins de la Loky et du Sambirano ; dans l'est, ceux du Sakaleony, du Fanantara, de la Saka, du Mananjary, de l'Iaraony, du Mangoro, de l'Iaroka, de l'Ivondrona et du Maningory. Dans le nord-ouest, la Mahajamba, la Betsiboka et l'Ikopa (région de Mevatanana) ; dans l'ouest (Betsiriry) les bassins de la Dabolava, de l'Ankotrofotsy, de l'Antsaily, du Moratehety, de la Kiranomena, de l'Ambohimihofa, de l'Androtrakely, de l'Andimaka, de l'Itondy, du Mahajilo, de la Sakeny et du Mankoky. Enfin dans le centre, la Sisaony, l'Onivé, la Sakay, le Kitsamby, la Mania, la Manandona, l'Andratsay, le haut Mananjara et le haut Mangoky, etc.

SULFURES ARSÉNIURES, ANTIMONIURES

RÉALGAR (T. II, p. 439).

Plateau Central. — *Loire*, *Aveyron*, Les houillères embrasées du Puy Neuf à la Chazotte (*Loire*) et des mines de Lasalle à Decazeville (*Aveyron*) ont fourni de magnifiques cristaux de réalgar. Dans ce dernier gisement, ils sont associés à des enduits vernissés du même minéral et parfois à de beaux octaèdres cristallitiques d'arsénolite.

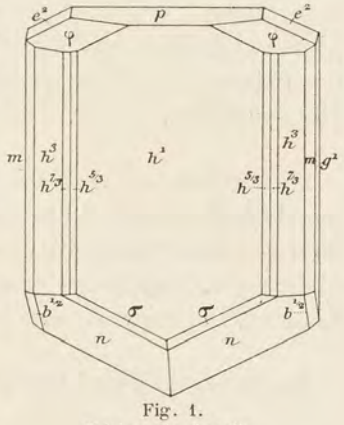


Fig. 1.
Réalgar de Lasalle.

La caractéristique de ces cristaux, produits à haute température, est la même que celle des cristaux formés pendant l'éruption du Vésuve de 1906, cristaux étudiés par M. Zambonini et par moi-même : elle consiste dans le grand développement de h^1 (100) parallèlement auquel ils sont aplatis ; ils présentent en outre les formes suivantes : $h^{5/3}$ (410), $h^{7/3}$ (520), h^3 (210), m (110), g^1 (010), p (010), e^2 (012), $n = (b^1\ b^{1/3}\ h^1)$ (212) et exceptionnellement a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{1}02$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) et $\sigma =$ (40.7.14).

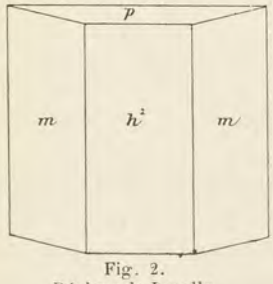


Fig. 2.
Réalgar de Lasalle.

La figure 1 représente leur facies le plus habituel ; ils sont parfois également développés suivant les axes b et c et dans d'autres cas, plus allongés suivant c que dans la figure.

Les cristaux qui viennent d'être décrits sont d'un rouge rubis et transparents ; il en existe d'autres (fig. 2) réduits à p, m et h^1 (face d'aplatissement), qui sont opaques et d'un rouge orangé : j'ai mesuré les angles suivants :

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
$h^1h^{5/3}$	161°47′	161°48′	$h^1\varphi$	136°46′	136°49′
$h^1h^{7/3}$	117°46′	152°14′	h^1e^2	111°45′	111°40′
h^1h^3	146°39′	146°43′	h^1n	104°53′	105° 7′
h^1m	127°13′	127°23′	$h^1\sigma$	146°23′	146°42′
mg^1	142°47′	142°45′			
ph^1	113°55′	113°50′			

Nièvre. La mine de houille de la Machine fournit du réalgar fondu.

Alpes. — *Alpes-Maritimes.* Un fort beau gisement de réalgar fait actuellement l'objet de recherches à Duranus ; ses conditions géologiques rappellent celles de l'orpiment de Luceram. Le réalgar y forme des masses grenues et quelquefois de longs cristaux dans de la calcite spathique.

Pyrénées. — *Ariège.* Au cours de l'exploitation de la mine de panabase de Lina, à 2 km. à l'est de la Chapelle Sainte-Croix en Alzen, on a rencontré un petit croiseur, renfermant des masses grenues de réalgar qui, d'après les renseignements que je dois à MM. Caltaux et Laurent, imprègnent aussi les schistes dévoniens voisins.

Algérie. — Voir à *orpiment.*

Tunisie. — M. Odon m'a communiqué des croûtes de réalgar recouvrant un grès du Djebel Tabett-ben-Ksouri, à 3 km. sud de Ghardimaou.

ORPIMENT (T. II, p. 444).

Alpes. — *Alpes-Maritimes.* Je dois à M. Dollot des renseignements sur le gisement de Luceram, dont il est question page 445 ; il se trouve dans le ravin de la Rocanière et consiste en veines de calcite et d'orpiment de moins de 2 m. d'épaisseur, au contact du crétacé inférieur marneux et du sénonien : la collection du Muséum a acquis un bloc d'orpiment lamellaire de cette localité pesant une cinquantaine de kilogrammes.

Algérie. — *Constantine*. M. Mathieu m'a communiqué des échantillons d'orpiment lamellaire, concrétionné, formant une lentille de quelques milliers de tonnes au milieu des marnes éocènes du Douar Sfali, à 35 km. sud de Guelma, entre la route de Sedrata et l'oued Hamman Roumia ; cet orpiment est accompagné d'enduits de réalgar.

STIBINE (T. II, p. 447).

Maine. — *Mayenne*. Un filon important est exploité à la Lucette en Genest ; il traverse le silurien ; sa gangue est quartzeuse, le remplissage est constitué par de la stibine et du mispickel dominants, avec accessoirement de la blende mielleuse, de la pyrite et de l'or natif.

La stibine forme des masses lamelleuses et des groupes de cristaux de plusieurs décimètres de longueur, plus beaux encore que ceux de la Haute-Loire et rappelant ceux du Japon.

Normandie. — *Calvados*. Je dois à M. Guinchand la connaissance de filonnets de quelques centimètres d'épaisseur de stibine fibrolamellaire, trouvés au milieu des schistes précambriens de Trois-Monts ; ils sont riches en pyrite.

Plateau Central. — *Cantal*. Quelques gisements sont à ajouter à ceux que j'ai déjà cités page 452 : Mine du Cheylat près Talizat (jolis cristaux drusiques), Rézentières, Luzer en Sainte-Marie-le-Plain, Le Mérial en La Chapelle-Saint-Laurent, Chalès et Vazerac en Massiac, etc.

Haute-Loire. Le filon Saint-Charles à Meysonnial en Mercœur a fourni aux affleurements une colonne riche (12 m. $\times$ 0 m. 80) formée de stibine et de stibiconite. En profondeur, il est devenu stérile (quartz et barytine) et c'est dans cette partie qu'ont été trouvées, d'après les renseignements que je dois à M. Genton, la lassallite, la termiérite et la kaolinite décrites plus haut.

Certains filons de la mine d'Ally (voir à *boulangérite*) contiennent de la stibine.

Guyane. — La stibine lamellaire accompagne l'or natif dans la mine d'Adieu-Vat.

Tonkin. — La stibine est assez répandue dans cette colonie. Voici les gisements signalés par M. Dupouy (*op. cit.* 52), qui m'a communiqué une série d'échantillons : Lang-Huy (province de Quang-Yen) et Ha-Khoï (filons à gangue de quartz) ; près de Nguyen-Binh, avec calcite ; dans la province de Lang-Son, puis au nord-ouest de That-Khé. Cette stibine est fibrolamellaire.

Le même minéral est associé à la galène dans de nombreux gisements des provinces de Quang-Yen et de Lang-Son ; ainsi qu'à Dien-Bien-Phu ; à des minerais de cuivre dans la province de Bac-Giang ; à la blende près de An-Chau.

KERMÉSITE (T. II, p. 739).

Tonkin. — M. Dupouy a trouvé (*op. cit.*) la kermésite associée à la stibine aux environs de Tinh-Tuc (cercle de Nguyen-Binh).

MOLYBDÉNITE[1] (T. II, p. 61).

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* La stibine se rencontre dans le filon wolframifère de Montbelleux en Luitré.

Morbihan. Elle existe aussi, mais en très petite quantité, dans celui de la Villeder (M. Tronquoy).

Plateau Central. — *Charente.* Les filons de quartz traversant le granite de Chèz-Pauli, à Esse, contiennent le même minéral, d'après les échantillons que m'a communiqués M. Boreau.

Corrèze. La molybdénite a été trouvée en assez grande abondance dans une recherche récente effectuée sur le greisen stannifère de Meymac.

Alpes. — *Hautes-Alpes.* La collection du Muséum a acquis un échantillon de granite de la Meije recouvert par de la molybdénite sur une surface de plus d'un décimètre de côté.

Nouvelle-Calédonie. — La molybdénite, dont il est question page 464, sans indication précise de gisement, provient de la Coulée ; le minéral se trouve dans un filon de quartz et dans le granite que traverse celui-ci.

1. Pour *bismuthinite*, voir plus haut, page 840.

Tonkin. — Dans le granite de la région stannifère de Tinh-Tuc.

3° *Dans des roches de contact.*

Vosges. — *Vosges*. Je citerai un type de gisement, que je n'ai pas étudié antérieurement. Il s'agit du contact d'un calcaire paléozoïque et d'un lamprophyre, à Raon-l'Étape ; la molybdénite est associée à du grenat, du pyroxène, etc.

RHABDITE (T. II, p. 467).

Plateau Central. — *Allier*. M. Oswald a montré (*B. S. M.* XXXIII. 88. 1910) par l'examen métallographique et chimique de la rhabdite de Commentry, décrite à la page 467 du tome II, l'hétérogénéité de ce produit, dont la composition est la suivante :

Fe^3P 45,35 ; P 0,90 ; Fe 52,60 ; FeS 1,15 = 100,00.

Le FeS est très attaquable par les acides dilués, le fer libre ou l'eutectique de fer et de P est très attaquable, mais moins rapidement que le FeS ; enfin le Fe^3P l'est peu à froid, davantage à chaud ; sa couleur est plus sombre que celle du fer et il est moins malléable que celui-ci.

GALÈNE (T. II, p. 471).

Pyrénées. — Le gisement de l'échantillon de galène indiqué page 505, comme provenant de Bielsa, est peut-être l'ancienne mine de Bielle d'Ustou (*Ariège*) (versant droit de la vallée de Conflens), où Mussy a signalé un gîte de galène) (*Bull. Soc. ind. minér. Saint-Étienne*, X. 1864). A citer la mine de Sentein (avec blende).

Plateau Central. — *Aveyron*. Des cristaux cubiques de galène sublimée se trouvent dans les déblais des houillères embrasées au-dessus de Montet près Aubin et à Decazeville.

Plateau Central. — *Lozère*. De beaux cristaux (a^1 p), avec quartz et blende, se trouvent dans les mines de Flaviac.

Cévennes. — *Gard*. Des bélemnites du lias sont transformées en galène au voisinage du filon de Saint-Sauveur (quartier de Terre-Rouge).

Alpes. — *Isère.* La galène du filon de la Gardette, dont il est question page 494, constitue de beaux cristaux ($a^1 p$), quelquefois englobés dans la panabase, souvent elle-même en voie de transformation en cérusite.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Très intéressante au point de vue théorique est la galène, que j'ai rencontrée en mouches dans les syénites néphéliniques à ægyrine de l'île de Rouma.

Madagascar. — Un gisement du même intérêt que le précédent se trouve dans les granites à riebeckite, riches en zircon d'Ampasibitika-Dans ces gisements, le sulfure de plomb est d'origine pneumatolitique ; il remplit des vides miarolitiques.

La galène à grands clivages de 2 à 3 cm. de côté, peu argentifère et en général pas aurifère, se trouve dans les filons aurifères de l'Andavakoera.

Des calcaires gris jurassiques de Nosy bé renferment des veines de calcite spathique, contenant quelquefois des cristaux (pa^1) et des lames déformées de galène, associés à de la blende et à de la kaolinite.

Le gisement cité page 497, sans indication précise, se trouve aux environs d'Ambatofangehana (voir à panabase).

Algérie. — Pour les gisements de galène en général, voir Dussert *A. M. op. cit.*, 1910).

Constantine. Je dois à M. Sergère de beaux cristaux ($a^1 b^1$) de galène provenant de l'Oued-bou-Doucka près Collo.

Congo. — Des petites quantités de galène et de blende s'observent dans la chalcosite de Mindouli : la présence de ces minéraux explique celle de minéraux oxydés de plomb (cérusite, pyromorphite, wulfénite) et de zinc (willémite, etc.), associés à la dioptase dans les parties superficielles de cet intéressant gisement.

Tonkin. — M. Dupouy a décrit (*op. cit.* 138) un certain nombre de gisements plombifères contenant de la galène argentifère : Ngan-Son, Tong-Tinh, Ha-Quan, au nord de la province de Bac-Kan ; la gangue quartzeuse contient en outre de la pyrite et de la blende. Lang-Met dans la même province ; Chiem Hoa (province de Tuyen-Quang) ; Than-Moï (province de Lang-Son) ; Mo-Trang et Lang-Hit (province de Thaï-Nguyen) ; Lang-Chea près An-Chau (province de Quang-Yen) ; Lao-Kay ; Yen-Luong (province de Hoa-Binh), etc.

CHALCOSITE (T. II, p. 512).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. J'ai signalé (*B.S.M.* XXXII. 334. 1909) l'existence de monnaies romaines transformées en chalcosite dans la source thermale de Grisy en Saint-Symphorien-de-Marmagne.

Corbières. — *Hérault*. Des blocs roulés de chalcosite, imprégnés de malachite, ont été trouvés dans le ruisseau de Notre-Dame-de-Congras, à Carlincas près Pézenas.

Tunisie. — Voir à *covellite*.

Corse. — M. de Romeu m'a communiqué une chalcosite compacte trouvée dans des grès de l'île sans indication plus précise.

Algérie. — *Oran*. La chalcosite, parfois accompagnée de cuprite, de malachite et de chessylite, imprègne des grès aptiens dans les monts de Ksour, à l'ouest d'Aïn Sefra.

Congo. — Le principal minéral non oxydé des mines du bassin du Niari et particulièrement de Mindouli (voir dans ce volume, page 730) est une chalcosite compacte, dépourvue de cristaux, souvent homogène en très grandes masses; sa richesse en argent atteint 2 kg. 8 à la tonne, avec une teneur notable en or. Elle se transforme localement en covellite; elle est accompagnée d'un peu de chalcopyrite, de galène et de blende.

Elle ne se trouve pas simplement en grandes masses, elle forme aussi des veinules, parfois extrêmement fines, dans des calcaires compacts ou bien elle les imprègne plus ou moins complètement.

Madagascar. — Je dois à M. Elié une belle chalcosite lamellaire enduite de covellite, associée à l'or natif dans un bloc de quartz d'une dizaine de mètres cubes, trouvé dans le lit du Beando, dans le district de Nosy Varika.

Tonkin. — Dans les gisements cuprifères de la Rivière Noire, la chalcosite se rencontre, seule ou associée à l'érubescite.

OLDHAMITE[1]

CaS

Cubique.

Facies. Forme des grains sans contours géométriquement définis.

Clivages. Clivages faciles suivant p (100).

Dureté. 4.

Densité. 2,58.

Coloration et éclat. Brun, brun rosâtre en lames minces.

Propriétés optiques. Isotrope.

Composition chimique. La formule CaS correspond à la composition suivante :

Ca.....	55,5
S.....	44,5
	100,0

Essais pyrognostiques. Soluble dans les acides, avec dégagement d'hydrogène sulfuré et dépôt de soufre.

Altérations. Ce minéral très altérable se transforme en gypse par hydratation.

Diagnostic. Dans les lames minces, l'oldhamite rappelle la pérowskite, mais elle est moins réfringente, toujours monoréfringente et se dissout dans les acides avec dégagement de H^2S.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'oldhamite n'est connue que dans les météorites essentiellement constituées par des pyroxènes rhombiques. Son extrême altérabilité explique pourquoi elle n'a jamais été rencontrée dans les roches terrestres.

Je l'ai observée en grains microscopiques dans la météorite des Aubres (*Drôme*) (14 septembre 1836), qui est uniquement constituée par de l'enstatite grenue à structure cataclastique. L'échantillon, que j'ai examiné, m'a été obligeamment communiqué par M. Fletcher, directeur du British Museum.

1. A placer dans la systématique, avant la *blende*, t. II, p. 521.

BLENDE (T. II, p. 520).

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* La mine de la Touche renferme de la blende, formant avec galène des associations du type de la figure 13.

Ardenne. — *Ardennes.* Des cristaux noirs de blende se trouvent dans les septarias des marnes charmouthiennes de Wadelincourt.

Jura. — *Doubs.* Des cristaux de blende accompagnent la pyrite, la calcite, et la dolomite dans les géodes du calcaire à polypiers des carrières des Montboucons près Besançon.

Plateau Central. — *Ardèche.* Les marnes irisées de Seyres près les Vans renferment des nodules de quartz ou de calcédoine, parfois remplis de blende.

Lozère. De beaux cristaux bruns accompagnent la galène dans les géodes de quartz des mines de Flaviac.

Cévennes. — *Gard.* De la blende fibreuse se trouve dans les gisements calaminaires des environs de Durfort.

Puy-de-Dôme. J'ai observé des cristaux jaunes, transparents, de blende, associés à la barytine et au quartz de Saint-Gervais d'Auvergne.

Alpes. — De beaux cristaux transparents de blende, d'un rouge rubis, tapissent parfois, avec quartz et dolomite, les fentes des schistes houillers de Peychagnard.

Hautes-Alpes. Des recherches récentes ont fait trouver à Bréziers des filonnets de blende blonde lamellaire à gangue calcaire.

Algérie. — *Constantine.* Je dois à M. Sergère de fort beaux cristaux, atteignant 5 cm., de blende noire associés à des cristaux de quartz, à de la pyrite et à de la chalcopyrite, et provenant de l'Oued-bou-Doucka près Collo, a^1 et b^1 dominent ; ces cristaux peuvent rivaliser avec ceux de Hongrie.

M. Braly vient de me remettre de magnifiques cristaux (plus de 1 cm.) de blende noire (10,6 % de fer), très éclatants, du type de ceux représentés par la fig. 20 de la page 537 du tome II, avec en outre de petites facettes a^1 : les deux tétraèdres sont également brillants. Ces cristaux sont recouverts de cristaux de quartz hyalin.

Congo. — La blende, mélangée à la galène, se trouve en petite quantité mélangée à la chalcosite de Mindouli (voir plus haut, page 840).

Madagascar. — Les calcaires jurassiques de la côte nord-ouest renferment de petits nids, des cristaux et des veinules à gangue calcaire de blende jaune de miel ou brunâtre. Je dois à M. Villiaume des cristaux (b^1 dominant) de 3 cm., recueillis dans les mêmes conditions à Maromandia (rive droite de l'Aranomalaza) près du Port Radama, puis d'autres provenant des environs d'Ankaramy. Le gisement d'Ankalampobé, au nord-est de Nosy bé, est à signaler, à cause de l'association de la blende à la galène et à la kaolinite.

De la blende jaune de miel à grands clivages, renfermant jusqu'à 2 kg. d'or à la tonne, se rencontre dans les filons aurifères de l'Andavakoera.

Tonkin. — La blende est abondante au Tonkin, où elle se présente très souvent sous forme de masses clivables, quelquefois d'un jaune-paille, M. Dupouy l'a signalée (*op. cit.* 76) en particulier dans les gisements suivants, où elle est toujours plus ou moins accompagnée de smithsonite : Lang-Chea (province de Quang-Yen), avec panabase, dans une gangue de quartz, les macles polysynthétiques suivant b^1 sont fréquentes ; Than-Moï (province de Lang-Son), belles variétés translucides d'un jaune de miel, avec galène, calamine, sidérite, smithsonite ; Lang-Nath (province de Bac-Giang), quelquefois cristaux d'un jaune verdâtre dans dolomie ; Lang-Hit et divers autres gisements de la province de Thaï-Nguyen ; Phong-To (territoire de Lao-Kay), belle blende d'un brun clair à grandes lames, avec pyrite, panabase, etc. ; Nguyen-Binh (mine Ganymède) dans le territoire de Cao-Bang ; la blende est mélangée à de la galène, de la pyrite, du mispickel ; ce gisement contient aussi de la cassitérite et du wolfram.

GREENOCKITE (T. II, p. 545).

Voici quelques nouveaux gisements de greenockite pulvérulente, provenant de la décomposition de la blende cadmifère.

Plateau Central. — *Lozère*. Saint-Sauveur près les Moulins et filon des Trois-Chemins à Meyrueis.

Bourgogne. — *Yonne*. Dans rognons de galène et de blende des calcaires à gryphées de Saint-André en Terre-Pleine près Avallon

Pyrénées. — *Ariège*. Sentein.

Tonkin. — Dans smithsonite épigénisant blende à Than-Moï.

CINABRE (T. II, p. 547).

Corse. — J'ai cité page 550, d'après Nöggerath, un gisement de cinabre à Balagna en Occhia, c'est Occhiatana qu'il faut lire.

Algérie. — De nombreux gisements pourraient être ajoutés à ceux énumérés page 552. Le cinabre est toujours associé à des minerais de plomb et de zinc, sans jamais se trouver en cristaux distincts, ni en masses à elles seules exploitables d'une façon rémunératrice.

Je citerai seulement les gisements de Ras-el-Ma (veinules à gangue calcaire dans grès éocènes, avec mouches de galène et de stibine) et l'Est de Souala au N.-O. de Clairfontaine (veinules à ciment de calcite avec beaucoup de blende et de smithsonite, de la galène, etc).

Tonkin. — M. Dupouy a donné au Muséum (*op. cit.*) un bel échantillon de cinabre en lames cristallines translucides, provenant de la région ouest de Ha-Giang près de Kao-Loc, dans le secteur de Quang-Ba. Le cinabre est mélangé de quartz dans un calcaire dolomitique. Un autre gisement voisin se trouve à Na-Cho-Caï.

COVELLITE (T. II, p. 552).

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. La covellite est un produit d'altération fréquent de la chalcopyrite du filon de wolfram de Montbelleux en Luitré.

Plateau Central. — *Aveyron*. Les mines de Corbières ont fourni de petites masses clivables d'un beau bleu de covellite.

Saône-et-Loire. Ce minéral se trouve en masses, épigénisant sans doute de la chalcopyrite dans la roche à diaspore et svanbergite du filon de pyrite de Chizeuil près Chalmoux.

Madagascar. — Je dois à M. Odon de jolies lames hexagonales enchevêtrées de covellite bleue, englobées dans du gypse et provenant

du Djebel Chouchia, où ce minéral est accompagné de chalcopyrite, de pyrite, de cuivre natif et de chessylite.

2° *Dans les produits cuivreux immergés.*

Tunisie. — Dans des sondages effectués à Madhia pour la fouille d'un antique navire romain, immergé par 40 mètres de fond, dont il sera question à l'article *cotunnite*, on a trouvé encore adhérents à des débris de bois de longs clous, jadis constitués par du cuivre et aujourd'hui entièrement sulfurés.

Dans tous les échantillons que j'ai étudiés (*C. R.* CLI. 276. 1910) grâce à l'obligeance de M. Merlin, la transformation est totale. Les objets ont une structure zonaire, indiquant que l'épigénie a été progressive, allant de l'extérieur à l'intérieur ; par places, la covellite enveloppe du bois. Le minéral est d'un bleu-indigo, à éclat métallique, il possède un clivage facile, un aspect gras. Dans le tube fermé, il donne un sublimé de soufre.

M. Arsandaux a bien voulu faire l'analyse suivante : S 25,6 ; Cu 72,8 ; insol. 2,4. Cette composition montre que la covellite est mélangée de chalcosite ; ce dernier minéral est celui qui se forme d'ordinaire, dans des conditions analogues.

Cette observation est très intéressante, en ce qu'elle prouve d'une façon indubitable que les transformations d'objets de cuivre en sulfures, observées si souvent dans les sources thermales, se sont produites sans intervention d'hydrogène sulfuré d'origine profonde.

MILLÉRITE (T. II, p. 554).

Vosges. — *Alsace*. Des bouquets d'aiguilles de millérite accompagnent la linnéite des filons de la mine Saint-Sylvestre, à Urbeis, décrite plus loin page 870.

PYRRHOTITE (T. II, p. 551).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. La pyrrhotite se trouve dans des veinules de calcite traversant le calcaire de la carrière de Rioumaou.

Val d'Aran. — Le pyrrhotite grenue se trouve à la mine de Beausin près le Pont-du-Roi.

Ariège. J'ai recueilli des nodules de pyrrhotite pesant plusieurs kilogrammes dans le talc de Trimounts en Lordat.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les mines de galène de Tauves ont fourni des prismes hexagonaux aplatis de pyrrhotite, atteignant 1 cm. de diamètre ; ils sont transformés en pyrite grenue ou en marcasite associées à de la galène, disposée en lits parallèles à la base de la pyrrhotite et présentant parfois un clivage *p*, parallèle à celle-ci.

Alpes. — *Isère.* M. Hoh m'a communiqué un prisme hexagonal de pyrrhotite, mesurant 0,cm. 5 suivant l'axe vertical, engagé dans le quartz d'un filonnet, qui traverse une aplite du Puy en Saint-Christophe en Oisans.

Madagascar. — La pyrrhotite abonde dans les gneiss, dans les cipolins de l'île ; elle forme notamment des masses assez grosses englobant des cristaux de pyrite dans le gneiss du tunnel de Koma (voir à *pyrite*).

PYRITE (T. II, p. 572 [1]).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Beaux cristaux, $^1/_2$ b^2, avec dolomite, à Aspeigt près Bielle.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* Petits cristaux cubiques dans les schistes paléozoïques près du filon aurifère de Beslé.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Cristaux, pa^1, dans le filon de mispickel de Taillefer près Tortebesse.

Saône-et-Loire. Le filon de mispickel de Saint-Prix renferme en profondeur de grandes masses de pyrite, contenant des cristaux (pa^1) de 1 cm., remarquables par l'éclat de leurs faces.

Le filon de Chizeuil, près Chalmoux, est formé en profondeur par de la pyrite à gangue quartzeuse : elle est transformée aux affleurements en limonite, qui renferme les beaux cristaux de barytine décrits plus haut. Cette pyrite est grenue : elle renferme çà et là de gros cristaux cubiques enchevêtrés, d'un jaune verdâtre, des mouches ou des nodules d'érubescite, de chalcopyrite, de panabase, souvent transformées en covellite. Les roches riches en pyrophyllite, diaspore,

1. A ajouter à cette page après : Cubique, parahémiédrique.

chizeuilite, svanbergite, contiennent la pyrite sous une autre forme, en cristaux striés $^{1/2}\ b^2$ d'un jaune éclatant.

Vosges.— *Haute-Saône.* Un filon puissant de pyrite a été observé au Haut du Thème, près Servance, il renferme des cristaux cubiques, striés, enchevêtrés, supportant des cristaux lenticulaires d'hématite. M. Haag m'a remis, comme ayant été trouvé dans un champ voisin, un cristal isolé de 3 cm. 5 de diamètre présentant la combinaison $^{1/2}\ b^2\ a^1\ ^{1/2}\ s$, qui rappelle celle de certains cristaux de l'île d'Elbe.

Alpes. — *Savoie.* Les calcaires de Giez près Faverges renferment des globules de pyrite, à surface lisse, simulant des cailloux roulés.

M. Struever, dans une note (*Att. Acc. Torino* VI. 1871), qui m'a échappé autrefois, a décrit de petits cristaux de pyrite de Pesey, présentant la combinaison p, a^1, $^{1/2}\ b^2$, $^{1/2}\ b^{4/3}$, $^{1/2}\ b^{12/7}$ [π (12.7.0)], $^{1/2}\ s$, $a^2\ a^{1/2}$ [$^{1/2}\ b^2\ ^{1/2}\ b^{12/7} = 176°19'$].

J'ai observé des cristaux, $^{1/2}\ b^2$, englobés dans un calcschiste des environs du Bourg-d'Oisans.

De gros cristaux, $^{1/2}\ b^2$, sont associés à la galène géodique de la mine de la Gardette (galerie Héricart de Thury).

Maures. — *Var.* Beaux cristaux $^{1/2}\ b^2$, dans le gypse de Cogolin.

Algérie. — *Oran.* Je dois à M. Trapet des cristaux, $^{1/2}\ b^2$, avec macle de Lurdé (fig. 43), de la grosseur d'un pois, provenant du trias de Djelfa (Rang-el-Melah) et d'Aïn Ourka près Aïn Sefra.

Constantine. Cristaux du même genre au Djebel-Amar-Kadou. Le gisement ferrifère (hématite) du Djebel Filfila, près Philippeville, contient de magnifiques cristaux de pyrite, parfois englobés dans du quartz et atteignant quelques centimètres ; ils sont généralement transformés en limonite. Les formes dominantes sont soit a^1, soit $^{1/2}\ b^2$; j'ai observé un cristal du type de la figure 57 (p. 625).

Madagascar. — Des cubes de pyrite se trouvent dans les nodules calcaires argileux des lignites de la baie d'Ampasindava; des échantillons du même genre abondent dans les formations sédimentaires du bassin de la Betahitra (côte nord-est). Des cubes de plusieurs centimètres d'arête, entourés de pyrrhotite, ont été rencontrés dans le gneiss, traversé par le tunnel de Koma, sur la ligne de Tananarive à Tamatave.

M. Dabren m'a remis un cube isolé de 4 cm. d'arête, provenant des environs de Mevatanana, sans indication de nature de gisement.

La pyrite très aurifère se trouve dans les filons d'Andavakoera.

Nouvelle-Calédonie. — Gros cristaux, pa^1 enchevêtrés dans des schistes noirs.

Tonkin. — M. Dupouy a rapporté de nombreux cristaux (*op. cit.* p. 97) de pyrite provenant de schistes anciens ; $^1/_2$ b^2 est très rare (Nguyen-Binh) ; le cube est presque constant, variant de quelques fractions de millimètre à 2 cm., mais avec généralement les mêmes dimensions dans un gisement donné (Cho-Moi, Lao-Kay, An-Chau, Vinh-Yen). Ces cristaux sont souvent hydroxydés et parfois déformés (Vinh-Yen) : ils se concentrent dans des alluvions.

Guyane. — Des amas de pyrite aurifère souvent importants se trouvent dans les filons quartzeux, notamment au placer Eldorado (Bassin du Sinnamary).

MARCASITE (T. II, p. 641).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* L'échantillon représenté par la figure 14 de la page 650 provient non pas des Thélots, mais de Margenne près Autun.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* Des rognons de marcasite à fibres très serrées ont été trouvés à la mine de la Touche en Vieux-Vy.

SMALTITE (T. II, p. 629).

Congo. — J'ai signalé (*B. S. M.* XXXI. 249. 1908) que M. Lucas m'a remis un bloc de smaltite, à gangue de calcite, de Mindouli.

CHLOANTHITE (T. II, p. 632).

Alpes. — *Hautes-Alpes.* M. Thénaud vient de me remettre une petite masse de chloanthite englobée dans du quartz, et provenant du filon de Bréziers qui a fourni de l'annabergite aux affleurements.

MISPICKEL (T. II, p. 663).

On a vu plus haut que depuis peu des recherches très actives sont faites en France pour la recherche de gisements aurifères, et le plus généralement sur des affleurements de filons de mispickel. Je citerai

ceux dont j'ai vu des échantillons; la liste de ces gisements pourrait être beaucoup augmentée, mais cela serait sans intérêt, ce mispickel étant en général dépourvu de formes géométriques.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*, Des mouches et de petits amas de mispickel ont été signalés par M. Kerforne dans les filons de quartz de la butte de Couësme près Rennes (*Bull. soc. sc. méd. ouest* XII. 200. 1903). Ce minéral abonde aussi dans le filon de wolfram de Montbelleux en Luitré, et au Tertre en Dompierre-du-Chemin.

Loire-Inférieure. De petits cristaux de mispickel de 1 à 2 mm. (*m p*, ou un dôme extrêmement obtus), très aplatis suivant la base, se rencontrent dans le filon de quartz à or visible de Beslé.

Le cristal représenté par la figure 1 de la page 665 provient non de Barbin, mais des bords du ruisseau de Gesvres près La Jonnalière.

Maine et Anjou. — *Mayenne*. Les filons aurifères, à gangue quartzeuse, exploités à la Lucette en le Genest ont un remplissage de stibine, de mispickel, avec quelquefois or libre et mouches de blende. Les cristaux de mispickel sont petits, mais fort nets ; ils présentent les formes $m\,e^1\,e^2$, avec grand allongement suivant l'axe vertical (Michel, *B. S. M.* XXVII. 79. 1904) ; ils sont très aurifères.

Maine-et-Loire. Les filons de Saint-Pierre-Montlimart, dont il est question page 667, sont actuellement exploités pour or à la mine de la Bellière.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Un filon de mispickel se trouve près des contacts granitiques du pic d'Arbizon.

Corbières — *Aude*. Des filons sont exploités à Terrisse près Mas-Cabardès : cette mine a fourni de beaux échantillons d'allophane.

Je dois à M. Braly de magnifiques échantillons de mispickel provenant de Villardonnel. Des cristaux atteignant 2 cm. (*m p*, à faces striées par suite de l'existence d'un clinodôme très obtus) sont distribués dans un schiste micacé, au voisinage d'un filon, qui fournit des masses caverneuses constituées par un mélange de quartz, de pyrite et de mispickel très altérable du type de la figure 7, page 670.

Cévennes. — *Gard et Ardèche*. Les conglomérats du bassin de Grand Combe renferment des blocs de mispickel (avec un peu de panabase) ; c'est dans la présence de ce minéral qu'il faut rechercher l'origine

de l'or de ces conglomérats ; je dois à M. Villiaume un échantillon venant de Bulidor (*Ardèche*).

Haute-Loire. A citer un filon à Espeluche.

Plateau Central. — *Cantal*. Un filon de mispickel aurifère se trouve sur le revers S. E. du Cézalier à Molèdes et Vèze. Un autre est exploité près de Chaudesaigues.

Creuse. Une exploitation aurifère est ouverte au Châtelet, près Evaux, sur du quartz, coloré en noir par des cristaux microscopiques de mispickel aurifère.

Corrèze. Un filon de mispickel affleure dans le cimetière de Cornil.

Puy-de-Dôme. A citer les filons de la Bessette près Larodde, de Boutaresse en Saint-Alyre-ès-Montagne, de Vins-Haut, de Parrot, etc.

Un filon de microgranite de Cher en Echandelys renferme à l'état disséminé des cristaux de pyrite et de mispickel, qui disparaissent par altération et sont remplacés par de petits cristaux de pharmacosidérite.

Vosges. — [*Alsace*.] La rammelsbergite et l'arsenic natif de Sainte-Marie-aux-Mines sont associés à un mispickel un peu cobaltifère, en petits cristaux peu distincts (sans doute $m\ e^1$).

Alpes. — *Isère*. Des cristaux, allongés suivant l'axe *c*, accompagnent la blende et la galène à la mine de la Poype près Vienne.

Hautes-Alpes. De petits cristaux de mispickel se trouvent dans l'aplite du Peyroux d'Amont près La Grave.

Corse. — La collection du Muséum possède un échantillon de mispickel grenu, accompagné de quartz et provenant de Belgodere.

Tonkin. — Le mispickel se rencontre assez fréquemment en petites quantités dans divers minerais métalliques de cette colonie.

M. Dupouy l'a cité notamment (*op. cit.* 98) dans un filon quartzeux du nord de Bac-Kan ; dans le gîte Ganymède au pied du Pia-Ouac, près des gisements stannifères de Tinh-Tuc, dont le greisen en renferme aussi, enfin dans un micaschiste de la Rivière Noire.

Nouvelle-Calédonie. — J'ai rencontré de jolis cristaux (*pm*) de mispickel de 2 mm., associés à la pyrrhotite, à la chalcopyrite, à la blende et à la galène de Kalaa (Gomen).

Guyane. — Du mispickel a été observé dans les filons quartzeux aurifères. (Levat, *A. M.* XIII. 386. 1898).

RAMMELSBERGITE [1]

Ni As [2]

Orthorhombique : $mm = 123$ à $124°$.

Formes et facies. La rammelsbergite se trouve en cristaux peu distincts, rappelant ceux du mispickel ; plus souvent, elle constitue des masses grenues, concrétionnées ou fibreuses.

Clivages. Clivages *m* (110). Cassure inégale.

Dureté. 5,5 à 6. Fragile.

Densité. 6,9 à 7,2.

Coloration et éclat. Blanc d'étain, avec teinte rougeâtre. Poussière d'un gris noir. Éclat métallique.

Composition chimique. Comme chloantite, page 633 du tome II. Une partie du nickel peut être aussi remplacée par du fer. M. Dürr a décrit (*Die Miner. der Markircher Erzgänge*, *Strassburg*, 1907) un minéral ayant la composition suivante : As 66,84 ; Fe 19,48 ; Ni 11,09 ; Co 1,72 = 99,13 ; cette substance est par conséquent qualitativement intermédiaire entre la rammelsbergite et la löllingite, mais sa formule $Fe^{11}\ Ni^{6}CoAs^{31}$, présente un déficit en arsenic sur la formule théorique (Ni,Fe) As^2. Le minéral ne formant pas de cristaux distincts, peut-être s'agit-il là d'un mélange de rammelsbergite et de leucopyrite (Fe^3As^4) ou d'une combinaison nickélifère analogue. Dans cette hypothèse, la composition donnée plus haut se rapproche de la formule $9\ RAs^2 + 3R^3As^4$.

Essais pyrognostiques. Comme chloanthite.

Diagnostic. Se distingue de la chloanthite par sa forme, ses clivages, et par sa densité plus grande.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Vosges. — [*Alsace*]. M. Dürr a publié l'analyse donnée plus haut, faite sur de curieux échantillons, trouvés récemment à la mine Gabe Gottes, à Sainte-Marie-aux-Mines. Ils forment, au milieu de l'arsenic natif, des dendrites et des agrégats de petits nodules fibreux, ayant individuellement 1 cm. de diamètre. Ce minéral est associé au mis-

1. A placer dans la systématique après *mispickel*, t. II, page 672. La *safflorite* est le type cobaltifère correspondant à la rammelsbergite.

pickel dans un filon de quartz et de dolomite. J'ai pu en examiner quelques bons échantillons, grâce à l'obligeance de MM. Bourgeois et Dürr.

LAUTITE

CuAsS

Monoclinique ?

Facies. Masses compactes ou fibreuses. Si le minéral est monoclinique, l'allongement a lieu suivant l'axe *b*.

Clivages. Il existe trois clivages, compris dans la même zone ; d'après M. Dürr, l'un est parfait (*a*), les deux autres, (*b*) et (*c*), sont inégalement faciles. $a\ b = 63°39'$; $b\ c = 162°20'$; $c\ a = 134°2'$.

Dureté. 3 à 3,5. Fragile.

Densité. 4,53 (Sainte-Marie-aux-Mines).

Coloration et éclat. Gris d'acier avec teinte rougeâtre. Poussière noire. Éclat métallique.

Composition chimique. La formule CuAsS correspond à la composition *a*.

b) analyse de la lautite de Sainte-Marie-aux-Mines, par M. L. Dürr. (*op. cit.*).

	a	*b*
As.....	44,01	44,53
S.....	18,78	18,30
Cu.....	37,21	37,07
	100,00	99,90

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, décrépite, donne un sublimé d'arsenic et de sulfure d'arsenic. Par grillage, se transforme en une masse cristalline à éclat métallique. Soluble dans les acides.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Vosges. — [*Alsace.*] La lautite n'était connue jusqu'à présent qu'à Marienberg en Saxe. M. L. Dürr l'a trouvée (*Mitt. geol. Landessanst. Elsass-Lothr.* VI. 249. 1906) parmi des minéraux provenant d'une récente exploitation de la mine de Gabe Gottes dans le Rauenthal, près Sainte-Marie-aux-Mines. Elle se rencontre dans un

filon riche en arsenic natif, panabase, smaltite, rammelsbergite, proustite, etc.

Elle forme dans l'arsenic des agrégats cristallitiques fibreux, atteignant 5 cm. de longueur, dont le clivage le plus facile rappelle celui de l'énargite.

SYLVANITE [1]

(Au, Ag)Te^2

Monoclinique : $mm = 62°56'$.

$p : h := 1000 : 660,50$ D $= 522,01$ d $= 852,93$

Angle plan de $p = 62°56'$

— $m = 90°21'$

$[a : b : c = 1,63394 : 1 : 1,12653$ (Schrauf). $zx = 89°35']$

Macles. Macle suivant o^1 (101), parfois polysynthétique, formant souvent des arborisations compliquées (*tellure graphique*).

Formes et facies. Les cristaux de sylvanite sont aplatis suivant g^1 (010) ou suivant o^1 (101) ; fréquemment allongés parallélement à b ou suivant une arête $o^1\ g^1$, ils sont plus souvent cristallitiques.

Ce minéral forme aussi des masses lamelleuses ou grenues ; c'est sous cette forme seulement qu'il se rencontre dans les gisements étudiés plus loin.

Clivages. Clivage parfait suivant g^1 (010) ; cassure inégale.

Dureté. 1,5 à 2. Fragile.

Densité. 7,9 à 8,3.

Coloration et éclat. Gris d'acier à blanc d'argent, tirant sur le jaune. Éclat métallique très brillant.

Composition chimique Dans la formule (Au,Ag) Te^2, le rapport Au : Ag est variable ; dans le cas où il est 1 : 1, la composition est la suivante ; il existe parfois de très petites quantités de plomb ou d'antimoine.

Te	62,1
Au	24,5
Ag	13,4
	100,0

1. A placer dans la systématique à la suite du *cinabre*, t. II, p. 552.

Essais pyrognostiques. Dans le tube ouvert, donne un sublimé d'acide tellureux, fusible au chalumeau en gouttes transparentes.

Au chalumeau, sur le charbon, fond en un globule gris, entouré d'un enduit blanc, qui se volatilise en colorant la flamme en vert bleu.

Soluble dans l'eau régale ; la solution, évaporée à sec et reprise par l'eau, laisse du chlorure d'argent insoluble et donne, par addition de chlorure de sodium, des octaèdres d'un jaune d'or de chlorotellurite de césium, ayant l'aspect du chloroplatinate de potassium.

Diagnostic. Par sa couleur et par sa structure lamelleuse, la sylvanite pourrait être confondue avec la bismuthinite ou la stibine, bien que sa teinte un peu jaunâtre soit assez caractéristique ; elle se distingue aisément de ces minéraux par ses réactions pyrognostiques et microchimiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La sylvanite est un minéral caractéristique de certains gisements aurifères.

Afrique Occidentale. — *Côte d'Ivoire.* La sylvanite paraît assez répandue dans les filons aurifères de la Côte d'Ivoire ; elle ne s'y trouve qu'en petite quantité et généralement très enchevêtrée avec l'or natif.

J'en ai vu provenant du Sanwi ; le meilleur échantillon examiné et sur lequel le clivage facile est très net, provient d'Aboisso et m'a été remis par M. Braly.

Gisement incertain.

Guyane. — L'existence de tellurures d'or dans cette colonie a été signalée par divers ingénieurs, et notamment par M. Levat (*A. M.* XIII. 386. 1898), mais sans aucune précision sur l'espèce minérale rencontrée.

J'ai reçu comme tels d'assez nombreux échantillons, notamment de la mine Adieu-Vat. Le minéral blanc d'argent examiné a toujours été de la stibine lamelleuse. Elle est intimement mélangée avec l'or natif.

SULFOSELS

ÉRUBESCITE (T. II, p. 674).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Des recherches, faites près d'Accous, ont fait découvrir un petit gîte d'érubescite, qui contient des masses fibreuses de trémolite.

Plateau Central. — *Tarn*. J'ai examiné récemment un échantillon d'érubescite compacte, provenant d'Alban-le-Fraisse.

Saône-et-Loire. Des nodules d'érubescite très fragiles se trouvent dans des filons de pyrite de Chizeuil près Chalmoux.

Tonkin. — L'érubescite est le minerai principal de cuivre du bassin de la Rivière Noire, où elle paraît accompagner des roches vertes. Elle est associée à de la chalcosite et parfois à un peu de chalcopyrite, à de la malachite, etc. Le gisement le plus important se trouve près de Van-Saï entre Van-Bu et Van Yen (Dupouy, *op. cit.*, 124).

Madagascar. — Un gisement important d'érubescite se trouve à Ambatofangehana; il a fourni de très beaux échantillons (voir à *malachite*).

CHALCOPYRITE (T. II, p. 678).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Des nodules de chalcopyrite se trouvent comme accident minéralogique au milieu du marbre campan de la carrière de Payolle.

Alpes. — *Basses-Alpes*. Des cristaux magnifiques de chalcopyrite ont été rencontrés dans le filon de quartz aurifère de la Gardette; ce sont des sphénoèdres, très striés (fig. 1), atteignant 8 cm. de plus grande dimension. Ils sont implantés sur le quartz ou englobent celui-ci.

Isère. Le filon de la Bréole renferme de la chalcopyrite à gangue quartzeuse; j'ai décrit (*B.S.M.* XXXI. 353. 1908) de curieux échantillons, que je dois à M. Thénaud; ils consistent en *rhombododécaèdres*,

atteignant 3 cm. ; leur composition est celle de la chalcopyrite : 34 % de Cu et 30 de Fe. La densité est de 4,1. Il ne s'agit donc pas de *cubanite* ; est-ce une pseudomorphose ou un cas de dimorphisme de la chalcopyrite ?



Fig. 1.
Sphénoèdres de chalcopyrite de la Gardette (*Photographie un peu réduite.*)

Vosges. — [*Alsace*]. La chalcopyrite se rencontre à la mine de Saint-Sylvestre à Urbeis, accompagnant la galène, la blende et la panabase argentifère ; les gros cristaux, atteignant 1 cm., doivent à une structure polysynthétique l'imperfection de leurs formes, parmi lesquelles domine $a^{1/2}$ (201). De petits cristaux ne dépassant pas 2 mm. 5, implantés sur dolomite, sont très riches en formes, parmi lesquelles M. Ungemach a observé (voir à *panabase*) les suivantes $+\,{}^{1/2}b^{1/2}$, h^1, $+^{1/2}b^{1/4}$ [χ (221)], $+^{1/2}b^{1/5}$ [χ (558)], $+\,{}^{1/2}b^{9/4}$ [χ(229)] ; $a^{3/11}$ (11.0.3), $a^{1/2}$ (201), $a^{1/7}$ (704), $a^{2/3}$ (302), $a^{20/31}$ (31.0.20), $a^{7/9}$ (907), $a^{1/5}$ (504), a^1 (101), $a^{3/2}$ (203); les cristaux présentent des facies variés, suivant que ce sont $b^{1/2}$, $a^{1/2}$ ou $a^{1/5}$ qui dominent.

M. Dürr a signalé (*op. cit.* 29) à Sainte-Marie-aux-Mines quelques formes, que je n'ai pas indiquées page 685; ce sont : p (001), $a^{1/2}$ (201), $a^{2/3}$ (302), associées à $\pm\ b^{1/2}$ dans des cristaux riches en macles polysynthétiques.

Tonkin. — La chalcopyrite est assez fréquente au Tonkin (Dupouy *op. cit.* 125) ; elle accompagne l'érubescite à Van-Saï, la panabase dans des gîtes de la province de Bac-Giang et de Quang-Yen, etc. Elle se trouve en outre comme minéral accessoire dans quelques gîtes de galène (Bac-Kan), de blende (Lang-Chea), etc.

LINNÉITE[1]

$CoS.Co^2S^3$

Cubique.

Formes observées et macles. La forme dominante consiste en octaèdres a^1 (111), présentant parfois la macle du spinelle.

Clivages. Clivages cubiques imparfaits.

Dureté. 5,5.

Densité. 4,8 à 5.

Coloration et éclat. Gris d'acier; se ternissant à l'air en devenant rougeâtre. Poussière gris noir. Éclat métallique.

Composition chimique. La formule $CoS.Co^2S^3$ correspond à la composition suivante, une partie du cobalt étant toujours remplacée par du fer et surtout du nickel (*siegénite*).

S.....	42,1
Co.....	57,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, donne un sublimé de soufre; dans le tube ouvert, des vapeurs sulfureuses; celles-ci se dégagent au chalumeau et laissent un globule magnétique, qui fournit les réactions du cobalt et généralement celles du nickel et du fer. Soluble dans l'acide azotique avec dépôt de soufre.

Diagnostic. La forme pourrait faire confondre la linnéite avec la smaltite et la cobaltite, mais elle s'en distingue par l'absence des réactions de l'arsenic.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Vosges. — [*Alsace.*] M. Ungemach a trouvé des octaèdres de linnéite avec de petites facettes p (100) et des traces de a^4 (411) (*B. S. M.* XXXII. 22. 1909) dans les géodes de dolomite de certains filons de la mine de Saint-Sylvestre à Urbeis ; ils sont associés à la calcite, à la chalcopyrite, à la blende, à la millérite et enfin à de la whewellite.

1. A placer dans la systématique après la *chalcopyrite*, t. II, p. 690.

BERTHIÉRITE (T. II, p. 692).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. J'ai cité page 694, d'après Berthier, la berthiérite à la mine de Martouret; je n'ai pu trouver avec certitude la position de cette mine; dans sa *Topographie minéralogique du Puy-de-Dôme* (page 90), Bouillet indique la stibine à Montaigut (arrondissement de Riom), il existe près de cette localité un Marthuret (en Pionsat), d'où provient peut-être le minéral en question. Il en est de même pour le gisement de Chazelles; plusieurs localités de ce département portent ce nom ; celle qui a fourni la berthiérite est probablement située en Chapdes-Beaufort, au nord-est de Pontgibaud.

M. P. Gautier m'a remis une berthiérite provenant de Mérinchal; elle est associée à de la stibine dans du quartz.

Haute-Loire. La berthiérite fibreuse se trouve à Pressac en Saint-Étienne-sur-Blesle.

Cantal. Je dois à M. Lauby un échantillon provenant de la mine d'Espezolles en Saint-Marie-le-Plain.

Vosges. — [*Alsace*]. M. Ungemach a étudié à nouveau (*B.S. M.* XIX. 1906) la berthiérite des environs de Charbes (filons de Honilgoutte et du Trou-du-Loup), dont il a été question page 694; il en a donné l'analyse suivante, abstraction faite de 5,29 de quartz : S 29,56; Sb 57,02; Fe13,42. Densité : 4,21 à 4,23. Ce minéral se présente en cristaux cylindroïdes, en aiguilles capillaires, et enfin en masses fibro-bacillaires.

JAMESONITE (T. II, p. 697).

Cévennes. — *Gard*. Je dois à M. Mingaud la communication de pinceaux d'aiguilles libres de jamesonite atteignant 8 cm. de longueur et provenant de Bordezac.

Plateau Central. — *Cantal*. Le filon de stibine de Leyvaux renferme sur ses bords des houppes de jamesonite enveloppées dans le quartz.

PLAGIONITE [1]

$5PbS.4Sb^2S^3$

Monoclinique : $mm = 85°27'$

$b : h = 1000 : 279{,}76 \quad D = 661{,}70 \quad d = 749{,}77$

angle plan de $p = 82°51'$

— $m = 102°48'$

$a : b : c = 1{,}1331 : 1 : 0{,}4228$

$zx = 72°49'30''$ (Luedecke).

Formes observées. p (001) ; $d^{1/4}$ (221) ; $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) (?).

	Angles calculés.		Angles calculés.
$pd^{1/4}$	138°33'30''	$d^{1/4}d^{1/4}$ av.	120°30'
$pb^{1/2}$	148°48'	$b^{1/2}b^{1/2}$	130°18'

Formes et facies. La plagionite se rencontre soit en cristaux nets, soit en masses cristallines.

Clivages. Clivages assez faciles suivant $d^{1/4}$ (221). Cassure conchoïdale à inégale.

Dureté. 2, 5. Fragile.

Densité. 5, 4.

Coloration et éclat. La couleur et la poussière sont d'un gris de plomb noirâtre. Opaque.

Éclat métallique très vif, se ternissant par exposition à l'air.

Composition chimique. La formule $5PbS.4Sb^2S^3$ correspond à la composition *a*).

b) Analyse de la plagionite de la Bouzole par Berthier (*A.M.* XV. 613. 1839). Le minéral contient en outre une petite quantité d'argent.

	a	*b*
S.....	21,5	21,2
Sb.....	37,8	37,0
Pb.....	40,7	41,0
Cu.....	»	0,4
Fe.....	»	0,4
	100,0	100,0

Essais pyrognostiques. Comme *zinkénite*.

1. A placer dans la systématique après *zinkénite*, t. II, p. 697.

Diagnostic. Les formes géométriques et les clivages permettent facilement de reconnaître ce minéral, mais l'analyse quantitative est nécessaire pour le distinguer des autres sulfoantimoniures de plomb, quand il se présente en masses compactes.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Corbières. — *Aude.* J'ai trouvé dans un mémoire de Berthier, consacré à l'étude des minerais plombifères antimoniés, l'analyse donnée plus haut ; le minéral, à éclat métallique, à structure fibreuse, forme dans les calcaires paléozoïques de la mine de la Bouzole, près Quillan, un filon à gangue de barytine, sur lequel des recherches ont été faites en 1839 ; il n'est guère douteux qu'il ne se rapporte à la plagionite. C'est peut-être de ce gisement que provient l'échantillon de la collection de Strasbourg avec la seule indication « Corbières », dont il est question tome II, p. 692.

Plateau Central. — *Cantal.* J'ai rencontré parmi les échantillons de la mine de stibine de Leyvaux, que m'a communiqués M. de Brun, de petits cristaux (3 à 4 mm.) de plagionite, implantés avec blende brune, sur une gangue quartzeuse. Ces cristaux, dont la forme générale est représentée par la fig. 1, ne sont pas mesurables. Ils sont en effet extrêmement ternes. L'angle des clivages est un peu trop faible (118° à 119°, au lieu de la valeur théorique de 120°30′ donnée plus haut pour $d^{1/4}\ d^{1/4}$), mais les mesures sont mauvaises par suite de l'imperfection de ces clivages et il n'y a pas lieu de s'arrêter à cet écart. Par analogie avec les cristaux de Wolfsberg, décrits par Luedecke, il est probable que la pyramide postérieure est $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), mais elle n'a pu être mesurée.

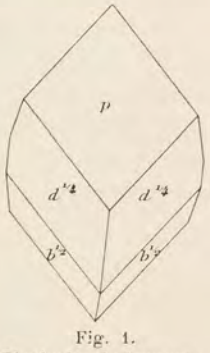


Fig. 1.
Plagionite de Leyvaux.

BOULANGÉRITE (T. II, p. 695).

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Un sulfoantimoniure gris d'acier a été exploité à la mine d'Ally (concession de Freycenet-La Rodde), il doit sans doute être rapporté à de la boulangérite ; il est

souvent en partie épigénisé en bleiniérite et en massicot (voir tome III, page 312).

Je dois à M. Bouhard un échantillon du même minéral provenant d'Aubazaguet en Aubazat. Baudin l'a aussi signalé (*Ann. sc. Auvergne*, IX. 242. 1836) à Chazelle-Haut en Brioude.

Algérie. — *Alger*. Des masses compactes grenues ou fibreuses de boulangérite ont été rencontrées à Guerrouma et à l'Ouarsenis (Kef-Sidi-Abd-el-Kader) avec blende ; elles n'ont pas été analysées.

BOURNONITE (T. II, p. 699).

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Je dois à M. Bouhard de très curieux cristaux isolés, obtenus par lavage d'un micaschiste décomposé d'Aubazaguet en Aubazat ; ils sont souvent complets, atteignent jusqu'à près d'un centimètre et ont souvent beaucoup moins ; leur forme est celle représentée par les figures 1 à 3 de la page 702 du tome II. Les macles suivant m sont fréquentes.

De très beaux cristaux, ayant quelquefois l'éclat de ceux du Cornwall, ont été trouvés accessoirement dans le filon (boulangérite) Sainte-Cécile à Ally (voir plus haut). Ils atteignent près d'un centimètre et ont été décrits par M. Ad. Richard (*B. S. M.* XXVII. 219. 1904), qui y a signalé les formes suivantes : $h^1, h^3, a^2, a^3, a^4, e^1, b^1, a_3$ (211). Les cristaux, que j'ai moi-même étudiés, sont plus petits ; les macles répétées y sont fréquentes.

Puy-de-Dôme. Je dois à M. Demarty des cristaux isolés de bournonite, qui ont été isolés par le même procédé que ceux d'Aubazaguet des micaschistes des mines de la Bessette, se poursuivant sur les communes de Trémouille Saint-Loup et de Larodde. Ils n'ont guère plus de 2 mm. et se trouvent dans l'argile formant les salbandes d'un filon de mispickel. Ils sont un peu allongés suivant l'axe vertical, très maclés ; j'y ai rencontré un groupement à 60° par rapport à l'axe vertical, rappelant celui de la staurotide.

Presque immédiatement après l'apparition du tome II, M. Gonnard a publié (*B. S. M.* XX. 312. 1897) la description des cristaux de Pontgibaud, dont il avait bien voulu me donner le résumé que j'ai reproduit page 706. Plus récemment, ce savant est revenu sur cette question et a fait quelques rectifications. De nouveaux cristaux

présentent les combinaisons $p\ m\ h^1\ h^3\ g^1\ e^1\ a^1\ b^1\ b^{1/2}$; $p m\ h^1\ g^1\ e^1\ a^1\ b^1\ b^{1/2}\ a_3$.

Un autre cristal porte le prisme $h^{12/7}$ (19.5.0), qui doit être substitué à $h^{23/13}$ indiqué page 706. De même, les formes données comme nouvelles, avec les symboles e_6, a_1 et V^1, ne sont autre chose que b^1, a^1 et $b^{1/2}$ d'un second individu, maclé suivant la loi ordinaire avec le cristal précédent.

Alpes. — *Haute-Savoie*. J'ai visité (*B. S. M.* XXIII. 54. 1909) le gisement de Sainte-Marie-aux-Fouilly, dont il est question page 706. La mine de cuivre est située sur la rive gauche de l'Arve, immédiatement en amont du pont de Sainte-Marie, et non loin du village des Houches ; il est possible de recueillir encore sur les haldes des blocs de bournonite, renfermant des cristaux, qui se rapportent au type des figures 1 à 3 de la page 702.

Il me paraît aujourd'hui vraisemblable que les cristaux de bournonite, que j'ai décrits page 706, comme provenant de Servoz, sans indication plus précise, ont été fournis par les anciennes mines de la Montagne de Pormenaz, situées au-dessus de ce village.

Hautes-Alpes. J'ai décrit (*B. S. M.* XXXII. 54. 1909) de très jolis cristaux de bournonite, à faces éclatantes, mesurant de 5 à 6 mm., qui ont été trouvés par M. Thénaud dans une recherche, malheureusement aussitôt abandonnée, et qui a été effectuée sur un filon à gangue de calcite et de célestite, traversant les calcaires secondaires de Bréziers. Les cristaux appartiennent d'ordinaire au type de la figure 1 ; les formes dominantes sont p, h^1, g^1 (également développées), toujours accompagnées de m, a^1, a^2, b^1, parfois de h^5 (320) et d'autres prismes très cannelés. Quelques cristaux, très aplatis suivant p, se rapportent au type de la figure 11, page 707. M. Thénaud a trouvé aussi des cristaux de même forme, mais de couleur foncée dans un autre filon voisin du précédent, filon qui a fourni de la chloanthite et de l'annabergite.

Algérie. — *Constantine*. La bournonite a été rencontrée dans le gisement plombifère et zincifère de Kef-oum-Theboul.

Tonkin. — M. Dupouy a trouvé (*op. cit.* 136) de la bournonite en masses grenues, associées à la galène et à la panabase dans le gîte de Lang-Chea.

PANABASE (T. II, p. 721).

Alpes. — *Isère*. La panabase se rencontre parfois dans le filon de quartz de la Gardette ; elle englobe des cristaux nets de galène.

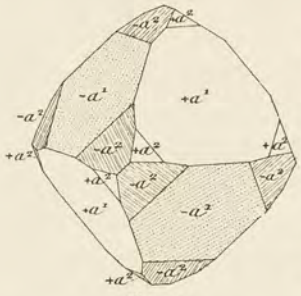


Fig. 1.
Panabase de Fresney-d'Oisans.

MM. Prior et Spencer ont décrit (*Min. Magaz.* XII. 196. 1899) un gros cristal de panabase de Fresney-d'Oisans mesurant 4 cm. suivant une arête octaédrique ; les faces dominantes sont — a^1 (terne) et + a^1 également développées, donnant au cristal une apparence holoèdre (fig. 1) ; de même, les deux formes conjuguées de a^2 sont présentes, + a^2 est brillant et finement strié *parallèlement* à son intersection avec + a^1, tandis que — a^2 est strié *perpendiculairement* à son intersection avec — a^1, c'est-à-dire parallèlement à l'intersection avec b^1, qui n'est représenté que par de très fines facettes. Cette panabase, d'un gris d'acier, a une densité de 4,921 ; elle repose sur de la sidérite transformée en limonite ; elle est recouverte par du quartz et associée à de la malachite et de la chessylite. L'analyse a fourni les résultats suivants : S 24,48 ; Sb 28,85 ; As tr. ; Cu 45,39 ; Fe 1,32 ; Pb 0,11 = 100,15, correspondant presque exactement à la formule $3\,Cu^2S\,Sb^2S^3$.

Pyrénées. — *Ariège*. Un filon de panabase à gangue de quartz et de sidérite a été exploité à la mine de Lina, à 1 km. est de la Chapelle Sainte-Croix à Alzen. La panabase est massive, mais se trouve quelquefois en très jolis cristaux $^1/_2\,a^1$, associés à de la dolomite dans des géodes de quartz. On a vu plus haut qu'un filon croiseur est riche en réalgar.

Corbières. — *Hérault*. La collection de Marcel de Serre renfermait un bel échantillon de panabase provenant de Campagne Giraud, près Lodève.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. Le filon de pyrite de Chizeuil renferme quelques tétraèdres de panabase, souvent en partie transformés en covellite.

Vosges. — [*Alsace.*] Au moment où je préparais la description de la panabase de Framont (page 78), un mémoire de M. J. Schweitzer (*Kryst. Beschreib. Eisenglanz und Fahlerzes von Framont.* Strassburg. 1892) m'a échappé ; cet auteur y a signalé quelques faces acces-

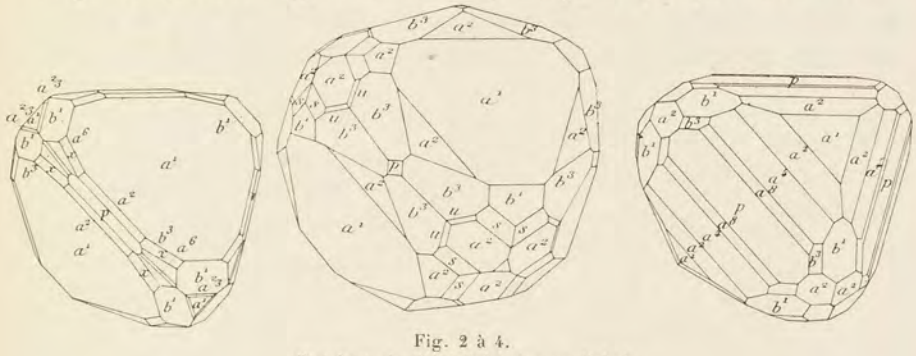


Fig. 2 à 4.
Panabase de Saint-Sylvestre en Urbeis.

soires, que je n'ai pas observées moi-même : $+ a^{1/2}$ (322), $- a^{1/7}$ ($1\bar{7}7$), $- a^{2/11}$ ($2.\bar{1}\bar{1}.11$), $+ a^{21/20}$ (21.20.20), $+ a^{40/41}$ (40.41.41).

M. Ungemach, dans sa thèse sur les gîtes métallifères du Val de Villé (*B. S. M.* XIX. 1906. 194), a fait connaître un gisement de panabase remarquable, à la fois par l'abondance, par la beauté, et

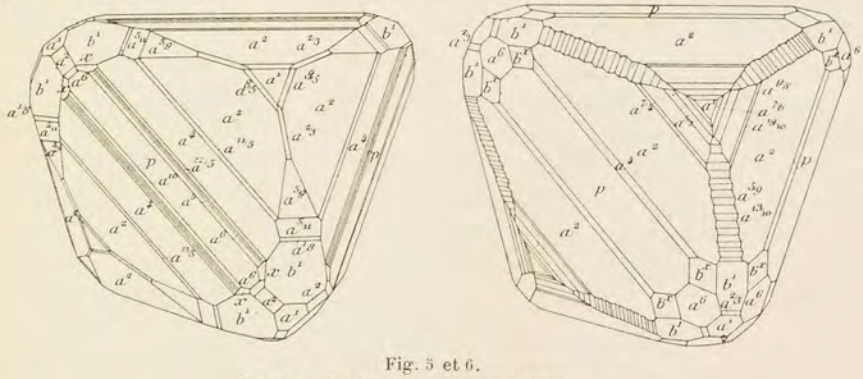


Fig. 5 et 6.
Panabase de Saint-Sylvestre en Urbeis.

par la richesse en formes et en combinaisons de ses cristaux. Il s'agit de la mine de Saint-Sylvestre à Urbeis.

Voici le résultat de ses observations, en tenant compte de rectifications, qu'il a apportées à ses premières observations dans un second mémoire (*B. S. M.* XXXII. 368. 1909). Les figures reproduites ci-contre sont empruntées à ces deux travaux.

Au point de vue chimique, il existe deux variétés, l'une plus arsénifère, de densité 4,82 ; l'autre, plus argentifère, de densité 5,10.

Leur composition est la suivante : pour la variété arsénifère : S 25,58 ; Bi 1,63 ; Sb 17,47 ; As 6,75 ; Zn 5,05 ; Fe 3,77 ; Pb 0,53 ; Ag tr ; Cu 38,15 = 98,93 ; pour la variété argentifère : S 25, 52 ; Sb 25,24 ; As 1,21 ; Zn 4,86 ; Fe 3,79 ; Ag 5,94 ; Cu 34,15 = 100,41. Peut-être

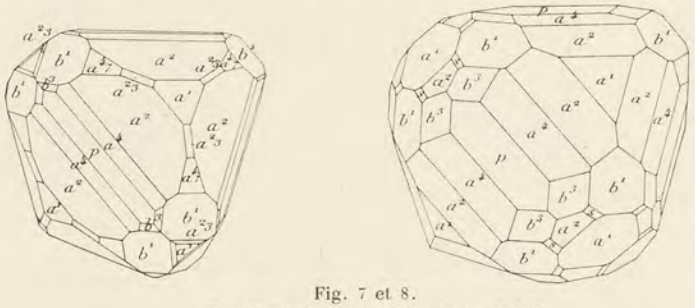


Fig. 7 et 8.
Panabase de Saint-Sylvestre en Urbeis.

les échantillons analysés n'étaient-ils pas très homogènes (inclusions de blende, de bismuth ?) La variété argentifère (filons Paul et Robert) possède jusqu'à 9,75 % d'argent.

Le type arsénifère se trouve dans une gangue de calcite et de quartz : ses cristaux, d'un gris d'acier un peu jaunâtre, atteignent jusqu'à

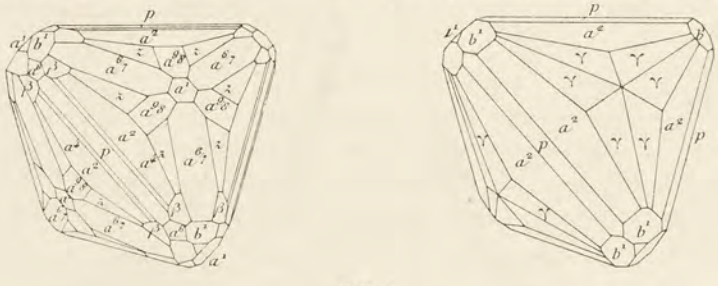


Fig. 9.
Panabase de Saint-Sylvestre en Urbeis.

5 cm. d'arête ; la variété argentifère, d'un gris d'acier foncé, parfois un peu bleuâtre, est associée à de la sidérite, de la dolomite, de l'ankérite, de la chalcopyrite, de la galène, de la blende, du quartz et de la calcite ; elle forme des cristaux souvent très petits, en tous cas, ne dépassant que rarement 1 cm. d'arête.

Tous ces cristaux ont un facies tétraédrique, mais, dans les uns c'est

la forme $+ {}^{1/2}\, a^1$ (111) qui domine, tandis que dans les autres, c'est l'hémitrapézoèdre $+ {}^{1/2}\, a^2$ (211), auquel est généralement associé $+ {}^{1/2}\, a^4$ (411). M. Ungemach a tout d'abord pensé que cette différence de facies était en relation constante avec la composition chimique, le premier type ($^{1/2}\, a^1$ dominant) étant l'arsénifère, et le second le plus argentifère. Dans son second mémoire, il est revenu sur cette opinion, tout en faisant remarquer que cette première règle est fréquemment réalisée. Voici la liste des nombreuses formes observées, en commençant par celles qui sont importantes comme développement ou fréquence [1].

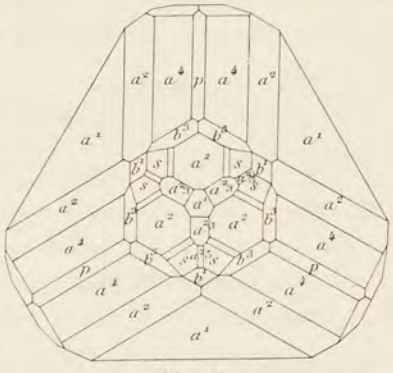


Fig. 10.
Panabase de Saint-Sylvestre (projection sur a^1).

$+ a^1$; $- a^1$; p ; b^1 ; b^3 (310) ; $+ a^{5/3}$ (533), [1] $+ a^{7/4}$ (744), $+ a^2$ (211), $+ a^4$ (411), $+ a^{9/2}$ (922), $+ a^5$ (511), $+ a^6$ (611), $+ a^8$ (811), $- a^2$ ($2\bar{1}1$), $- a^6$ ($6\bar{1}1$) ; $+ a^{2/3}$ (332), $+ a^{4/7}$ (774), $+ a^{1/2}$ (221), $+ a^{2/5}$ (552), $- a^{2/3}$ ($3\bar{3}2$) ; $- s$ ($b^1\, b^{1/2}\, b^{1/3}$) ($3\bar{2}1$).

Il faut ajouter à cette liste un grand nombre de formes, peu importantes, rares, incomplètes ou très réduites, se trouvant surtout dans les zones très striées : $b^{5/3}$ (530), b^4 (410) ; $+ a^{9/8}$ (988), $+ a^{7/6}$ (766), $+ a^{13/10}$ (13.10.10), $+ a^{3/2}$ (322), $+ a^{13/7}$ (13.7.7), $+ a^{9/4}$ (944), $+ a^{7/2}$ (722), $+ a^{11/2}$ (11.2.2), $+ a^{13/2}$ (13.2.2), $+ a^{10}$ (10.1.1), $+ a^{12}$ (12.1.1), $- a^4$ ($4\bar{1}1$), $+ a^{17/18}$ (18.18.17), $+ a^{6/7}$ (776), $+ a^{10/3}$ (13.13.10), $+ a^{3/4}$ (443), $+ a^{4/9}$ (994), $+ a^{1/3}$ (331), $+ a^{1/9}$ (991), $+ a^{1/12}$ (12.12.1) ; $- a^{5/6}$ ($6\bar{6}5$), $- a^{2/5}$ ($5\bar{5}2$), $- a^{1/8}$ ($8\bar{8}1$), $+ s = (b^1\, b^{1/2}\, b^{1/3})$ (321), $+ x\, (b^{1/2}\, b^{1/3}\, b^{1/5})$ (532), $+ \gamma = (b^{1/8}\, b^{1/9}\, b^{1/10})$ (10.9.8), $+ (b^{1/3}\, b^{1/4}\, b^{1/6})$ (643) ; $+ (b^{1/15}\, b^{1/17}\, b^{1/18})$ (18.17.15) ? ; $- u = (b^1\, b^{1/2}\, b^{1/5})$ ($5\bar{2}1$), etc.

Dans sa monographie de Sainte-Marie-aux-Mines (voir plus loin p. 880), M. Dürr a étudié la panabase de ce gisement et complété les indications que j'ai données page 430 ; il y distingue deux types, d'âge différent : 1° des cristaux anciens, atteignant 2 cm. ; ils sont noirs, caverneux, souvent encroûtés par des produits d'altération et ont une densité de 4,61. Leur caractéristique réside dans la prédominance de $+ a^2$ existant parfois seul, dans d'autres cas, associé à b^1, $- a^2$, b^3 ;

1. Pour simplifier, j'écris $+ a^{5/3}$ (533) au lieu de $+ {}^{1/2}\, a^{5/3}$ [x (533)].

ils sont accompagnés de quartz, de galène, de dolomite, de calcite. Le second type est constitué par des cristaux blanc d'acier ou blanc d'argent plus durs, moins denses (4,57), plus brillants et moins altérés que les précédents. Ils sont caractérisés par la prédominance de + a^1, quelquefois associé à + a^2, b^1, p, b^3. La composition chimique d'un échantillon du type I est la suivante S 27,00 ; Sb 12, 44 ; As 9,74 ; Cu 42,1 ; Zn 4,40 ; Fe 3,48 ; Ag tr. = 99,19.

Vosges. M. Ungemach a signalé (*op. cit.* 1906. 240) la combinaison + a^1, + a^2, + $a^{7/4}$, b^1 sur des cristaux de la Croix-aux-Mines, implantés sur barytine.

Tonkin. — La panabase, surtout antimonieuse, mais généralement un peu arsénicale et zincifère, a été rencontrée par M. Dupouy (*op. cit.* 125) à Lang Chea près An-Chau, à Phong-To, à Giao-Hiem et à Bien-Dong.

Madagascar. — M. Geay a rapporté d'un voyage dans le Nord de l'île un échantillon formé par un mélange de panabase, de galène et de blende ; la mort de ce naturaliste ne m'a pas permis d'avoir de précision sur le gisement, d'où provient cet échantillon, peut-être vient-il d'Ambatobé, Antsiasia.

PROUSTITE (T. II, p. 711).

Vosges. — [*Alsace.*] M. Dürr a signalé (*Die Miner. Markircher Erzgänge*. Strassburg. 1907) dans la proustite de Sainte-Marie-aux-Mines, une série de formes, que je n'ai pas indiquées page 714 ; ce sont les suivantes : a^2 $(10\bar{1}4)$, e^1 $(02\bar{2}1)$, b^3 $(21\bar{3}4)$; les scalénoèdres $(d^{1/4}\,d^{1/2}\,b^{1/3})$ $(25\bar{7}3)$, $d^{19/13}$ $(19.13.\bar{3}\bar{2}.6)$, $b^{8/3}$ $(8.3.\bar{1}\bar{1}.2)$, $e_{2/3} = (d^{1/3}d^{1/2}\,b^{1/3})$ $(15\bar{6}2)$ et une série de prismes $(b^{1/11}\,d^{1/4}\,d^{1/7})$ $(51\bar{6}0)$, $(b^{1/4}\,d^1\,d^{1/3})$ $(52\bar{7}0)$, $(b^{1/5}\,d^1\,d^{1/4})$ $(21\bar{3}0)$, $(b^{1/8}\,d^1\,d^{1/7})$ $(32\bar{5}0)$, $(b^{1/11}\,d^1\,d^{1/10})$ $(43\bar{7}0)$, $(b^{1/14}\,d^1\,d^{1/13})$ $(54\bar{9}0)$.

XANTHOCONITE (T. II, p. 717).

Vosges. — [*Alsace.*] Dans ce même mémoire, M. Dürr signale qu'il a trouvé de petits cristaux de xanthoconite, avec panabase, sur argent natif à la mine Gabe Gottes et que M. Bücking a rencontré

le même minéral dans les filons de galène de Saint-Kreuz. Les cristaux décrits par M. Miers, dont il est question page 718, ont été trouvés dans une collection et par suite leur gisement précis était incertain.

VILLIAUMITE [1]

NaF

Quadratique ; pseudocubique.

Facies. La villiaumite se rencontre uniquement sous forme de plages xénomorphes à trois clivages rectangulaires.

Clivages. Clivages, extrêmement facile suivant p (001), très faciles suivant h^1 (100).

Dureté. 2 à 2,5. Fragile.

Densité. 2,79.

Propriétés optiques. La biréfringence est à peine sensible ; les clivages p sont monoréfringents et ne donnent aucune image en lumière convergente, les lames étudiées étant trop minces. De l'examen des clivages h^1, il semble résulter que le minéral est optiquement *négatif*.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est extrêmement intense et rappelle celui de la piémontite. Les lames de clivage p sont d'un carmin foncé.

On obtient suivant l'axe c = jaune pâle

a = carmin foncé.

L'indice de réfraction $n = 1{,}328$, est plus petit que celui de l'eau. De tous les minéraux actuellement connus, la villiaumite est donc celui qui possède la plus faible réfringence.

Composition chimique. La formule NaF correspond à la composition *a*). *b*) analyse de la villiaumite par M. Pisani. La quantité de matière isolée étant très faible, il n'a pas été possible de préciser la nature exacte du produit précipitable par l'ammoniaque, indiqué comme ZrO^2 et qui, en tous cas, n'est pas de l'alumine. Il en a été de même pour la matière colorante.

	a	*b*
F	45,4	44,2
Na	54,6	53,4
K	»	tr.
Ca	»	1,2
Mg	»	tr.
ZrO^2	»	1,5
	100,0	100,3

1. A placer dans la systématique avant *halite*, p. 744.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, ne dégage aucun produit volatil. Au rouge naissant, se décolore et devient hyalin. Au rouge blanc, fond brusquement en un liquide très fluide, incolore et transparent, qui devient blanc et opaque par refroidissement. Additionnée d'acide sulfurique, dégage de l'acide fluorhydrique, qui corrode le verre.

Soluble dans l'eau, surtout à chaud ; cristallise par refroidissement en cubes et en octaèdres incolores. La solution précipite par addition de chlorure de calcium.

Diagnostic. La couleur et les autres propriétés physiques, notamment la faiblesse de l'indice de réfraction, jointes aux réactions chimiques, ne permettent de confondre la villiaumite avec aucune autre espèce.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Guinée. — *Iles de Los.* J'ai découvert ce minéral (*C. R.* CXLVI. 213. 1908), que j'ai dédié à M. Villiaume, dans une collection de syénites néphéliniques recueillies par cet explorateur à l'île de Rouma. Cette syénite, de couleur très claire, renferme, en fait d'éléments colorés, de l'ægyrine, de la låvénite et de l'astrophyllite en très petite quantité. La villiaumite remplit les intervalles miarolitiques des feldspaths, en plages ne dépassant guère 4mm. Elle frappe l'attention par sa couleur d'un violet sombre, rappelant celle de certains cristaux d'érythrite de Schneeberg. Dans d'autres syénites à grain fin, elle est disséminée d'une façon confuse, tachant de carmin clair certaines parties de la roche : elle y forme avec les feldspaths une sorte de structure ophitique.

En traitant un kilogramme de roche par l'eau distillée bouillante, j'en ai extrait environ 3 gr. 2 de sels solubles, en grande partie constitués par du NaF, qui cristallise de la dissolution en octaèdres, portant de petites faces du cube et possédant des clivages cubiques. La villiaumite constitue une forme différente du fluorure cubique, qui possède une densité un peu plus faible (2,76) et un indice de réfraction très voisin $n = 1{,}3270$ (sel cristallisé par fusion). Le pléochroïsme montre d'une façon évidente que la villiaumite n'est pas cubique. Il existe aussi dans la solution un peu de NaCl.

Dans cette roche, dont les éléments sont remarquablement frais, la villiaumite joue le rôle d'un élément essentiel, groupé avec les feldspaths, à la façon de l'astrophyllite et de l'arfvedsonite qu'elle accompagne. Il est probable qu'elle représente le dernier

témoin des minéralisateurs énergiques, qui ont joué un rôle important dans la genèse de cette syénite ; celle-ci d'ailleurs renferme parfois aussi de la fluorine, mais dans d'autres échantillons. Il n'est pas sans intérêt de rappeler qu'au Groenland et au Colorado, la cryolite et ses satellites sont des produits de fumerolles de magmas alcalins, granitiques ou syénitiques. A tous égards, la villiaumite a donc un grand intérêt.

En raison de sa solubilité dans l'eau, elle a disparu aux affleurements, aussi est-ce à son départ qu'il faut attribuer certaines des cavités miarolitiques, qui s'observent dans les syénites de l'île de Rouma et qui sont identiques à celles, dont on détermine la production en traitant par l'eau bouillante les roches contenant de la villiaumite. J'ai rencontré ce minéral au centre de blocs éclatés à l'aide de la dynamite.

HALITE (SEL GEMME) (T. II, p. 743).

Vosges. — *Haute-Saône*. Des croûtes épaisses, finement grenues, de halite se trouvent dans la houille de Ronchamp (Puits Magny).

Mauritanie. — J'ai pu examiner de nombreux échantillons de sel, recueillis par MM. Chudeau et Gruvel. Des variétés grenues proviennent de salines voisines de la côte (Mondjeran et Tin-Djemara).

Sur tout le littoral, surtout de Boguent à Marsa, dans le sud de l'Agneitir et aussi dans l'Azoufal, se trouvent des sebkas à fond salé, isolées de la côte par des cordons de dunes ; la sécheresse du climat explique leur richesse en sel et en gypse, minéraux parfois accompagnés de soufre (Timardine).

Soudan. — De récentes explorations ont permis d'étudier le gisement salifère de Taodeni (22° 40'19" lat. nord) ; le sel y est exploité en carrières, à 3 km. sud du village, dans des argiles rouges, riches en cristaux de gypse. Le sel est découpé en barres de 30 kg. chacune. En 1905-1906, il en a été extrait 32000 de 100 à 150 petites fosses d'exploitation (Cortier. *La Géographie*. XIV. 328. 1906). Ces indications rectifient celles données page 571.

Borkou. D'après les renseignements que m'a communiqués le lieutenant Ferrandi, en outre des mares salées, qui fournissent du sel aux indigènes, il existe des carrières de sel rouge riches en sable à Demi, chez les Trahouïas près de Gouro.

Bilma. J'ai montré (*B. S. M.* XXXI. 40. 1908) que les salines de

Bilma (évaporation des mares salées), qui alimentent l'ouest du Tchad, le pays de Zinder, le Sokoto, etc. (environ 25000 charges de chameau par an) fournissent un sel renfermant en moyenne 82 % de NaCl, 9,8 de thénardite, 2,6 de trona. Ces derniers minéraux se trouvent en partie à l'état d'inclusions dans le sel gemme ; celui-ci ne se présente jamais en trémies, mais en cubes, à faces planes (atteignant exceptionnellement 2 cm.), ils sont presque toujours accompagnés de a^1 (111). Les déformations sont très fréquentes, par allongement suivant un axe binaire ou quaternaire ou par la prédominance d'une quelconque des faces. Ces formes anormales sont dues à l'influence des sels, qui accompagnent le chlorure de sodium dans l'eau des mares salées.

Le sel de l'Oasis de Fachi, au sud-ouest de Bilma, est identique au précédent.

Antilles. — *Martinique*. Au cours de l'éruption de la Montagne Pelée, j'ai assisté (*B. S. M.* XXVIII. 68. 1905) à un curieux mode de cristallisation du chlorure de sodium. Les matériaux andésitiques, accumulés au voisinage du volcan par les nuées ardentes à haute température jusque dans la mer, étaient, sur le bord de celle-ci, imbibés par l'eau salée, qui, montant par capillarité, s'évaporait rapidement dans les portions encore chaudes ; il se produisait ainsi une abondante cristallisation de chlorure de sodium, cimentant un conglomérat très résistant, qui n'a eu d'ailleurs qu'une existence éphémère.

CÉRARGYRITE (T. II, p. 771).

Madagascar. — J'ai observé de petites masses cristallines de ce minéral, recueillies par M. Villiaume dans un filon de galène des bords de la Manandona, à mi-chemin entre Ambatofangehana et les contreforts sud du mont Bity.

SALMIAC (T. II, p. 767).

2° *Dans les fumerolles volcaniques.*

Plateau Central. — *Nièvre*. Les portions embrasées des houillères de la Machine renferment un salmiac fibreux, mélangé d'epsomite.

Antilles. — *Martinique*. Au cours de l'éruption de la Montagne Pelée en 1902, j'ai suivi la production active du salmiac, non pas à l'ori-

fice des fumerolles sortant des fissures de la lave qui constitue le dôme récent, alors inaccessible, mais dans des brèches accumulées par les nuées ardentes dans la vallée de la Rivière Blanche. Peut-être ce salmiac devait-il son origine à la grande quantité de bois enseveli dans ces brèches sur l'emplacement d'usines détruites ; une odeur empyreumatique très forte se dégageait en effet des fumerolles. Il formait des groupements cristallitiques, souvent fibreux, à l'orifice de bouches de sortie, dont les gaz étaient à une température voisine de 400°C. Au delà du salmiac, se produisait une petite quantité de soufre sublimé.

FLUORINE (T. II, p. 775).

Il faut ajouter page 776 deux indications oubliées dans la mise en pages :

Dureté. 4.

Densité. 3,1 à 3,18.

Maine. — *Sarthe.* De petits nids de fluorine violette se rencontrent dans les calcaires dinantiens de Port-Étroit près Sablé.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* De beaux cristaux de fluorine (1 cm.) ont été trouvés avec quartz, feldspath, muscovite et tourmaline polychrome dans une géode de la pegmatite de la carrière de Chardonneret au sud du bourg du Pertre (Bézier. *Bull. Soc. sc. méd. Ouest.* XVII. 89. 1908).

Vendée. — *Vendée.* Des cristaux jaunes (*p*) ont été recueillis dans les fentes du granite d'Avrillé, dans celles du gneiss de la côte des Sables-d'Olonne (avec barytine).

Cévennes. — *Gard.* La collection Frossard, donnée au Muséum, renferme une *Gryphea arcuata* de Durfort, englobée dans de la fluorine laminaire d'un blanc verdâtre ; cet échantillon vient certainement du voisinage d'un gisement zincifère.

Plateau Central. — *Lozère.* M. Ungemach a signalé (*B. S. M.* XXXII. 312. 1909) dans le tunnel d'Albespeyres, des cristaux de fluorine d'un bleu pâle $p\ a^3\ a^{12}$ (12.1.1), accompagnant de la chalcopyrite.

Tarn. Le gisement de Peyrebrune a fourni des cristaux encore plus gros que ceux signalés page 787 ; la collection du Muséum possède un groupe de cubes, ayant individuellement 0 cm. 50 d'arête : ils sont çà et là couverts de petits cristaux de quartz.

Puy-de-Dôme. De magnifiques cubes de fluorine bleue, quelquefois recouverts de petits cristaux violets, ont été fournis récemment par des filons de Sauvagnat près Herment.

Rhône. La fluorine, d'un violet presque noir, à fluor libre, dont il est parlé page 778, provient, non pas de Quincié, mais de Lantignié. Le gisement exact consiste en un filon Nord-Nord-Ouest, situé sur une ligne passant au sud par la tour du Château de Thulon et le clocher du village de Cercié.

Des cubes de fluorine, transformés en quartz, se trouvent entre Saint-Laurent, Chamousset et Sainte-Foy-l'Argentière.

Allier. M. Vésigné m'a communiqué un échantillon de quartz à empreintes cubiques, provenant du gisement de kaolin de la forêt des Colettes.

Saône-et-Loire. Le filon de Crot-Blanc à Grury renferme de la fluorine blanche et violette (exceptionnellement verte) en zones alternant avec du quartz.

Le gîte de substitution de Romanèche contient, comme exception, de la fluorine d'un violet très pâle, engagée dans de la calcite ferrugineuse lamellaire ; la rareté de la fluorine de ce gîte est à opposer à son abondance dans les filons traversant le granite de la même mine et que j'ai seuls considérés page 791 : elle y accompagne le quartz et la fluorine.

De beaux cristaux cubiques ont été rencontrés avec barytine dans les tufs permiens de la Chaume près Igornay.

Bassin de Paris. — *Seine.* Aux gisements signalés page 793, il y a lieu d'ajouter : à Paris, les fondations de la Sorbonne et les tranchées du Métropolitain, au coin du boulevard Pasteur et de la rue de Vaugirard. Les travaux de construction de maisons, effectués actuellement sur l'emplacement de l'ancien marché aux chevaux, m'a permis de retrouver le premier gisement parisien de ce minéral découvert au commencement du siècle dernier par Lambotin. J'ai trouvé les échantillons originaux de celui-ci dans la collection Dusgate donnée en 1876 au Muséum.

M. Wallerant a étudié les propriétés optiques et les nombreux groupements intimes de cette fluorine (*B. S. M.* XXXI. 49. 1898). Les cubes de celle-ci résultent de l'association de cristaux monocliniques, n'ayant par suite qu'un plan de symétrie. Chacun d'entre eux est constitué par une pyramide ayant un sommet commun, le centre du cube

et pour base le triangle, que l'on obtient en menant les diagonales du cube. Le plan de symétrie de chaque pyramide coïncide avec un plan de symétrie principal du cube et les pyramides sont symétriques les unes des autres par rapport aux plans de symétrie non principaux.

Seine-et-Oise. Un gisement similaire se trouve à la Frette (près de la maison d'école), il se distingue des précédents par la grosseur relative de ses cristaux (ils atteignent un demi-centimètre), qui sont parfois d'un jaune très foncé, et qui, au lieu d'être simplement distribués au milieu de la calcite, comme dans les autres gisements parisiens, se groupent pour former de belles géodes, atteignant souvent de grandes dimensions. Il est fort possible que les échantillons, que j'ai indiqués, page 794, comme provenant d'Herblay, aient été en réalité recueillis à la Frette, qui est très voisine de cette localité.

Vosges. — [*Alsace*]. M. Ungemach a décrit les cristaux de fluorine provenant de quelques gisements vosgiens (*B. S. M.* XXXII. 305. 1909). Framont : 1° cristaux bleuâtres, associés à scheelite, sidérite, panabase; p; $p\ b^1\ b^2\ y$ (421). 2° cristaux d'un bleu clair, avec dolomite dans hématite, $p\ a^3$ (311) a^4 (411) $a^1\ b^{10/3}$ (10.3.0). Les faces a^1 sont ternes.

Urbeis (Val de Villé), mine Donner, cristaux verts, bleus ou rosés, p, avec cavités de corrosion limitées par $b^{5/4}$ (540); mine du Château, $p\ a^3$.

Sainte-Marie-aux-Mines. 1° Gros cubes jaunes, 2° cristaux verts avec dolomite, chalcopyrite sur quartz p, t (521) ($b^1\ b^{1/2}\ b^{1/5}$). 3° énormes cristaux zonés de couleur différente (p), à la mine Kleingrubendinn.

Bergheim, carrière Tempelhof, avec barytine : 1° cristaux de couleur pourpre, p, avec ou sans a^3 et b^1. 2° gros cubes violets ; ce sont ceux que j'ai signalés tome II, p. 736. 3° petits cristaux incolores avec t (421). 4° cristaux violets p, avec b^3 de corrosion. Sewen (mine Moritz), cristaux b^1 (110) formés par le groupement de cristaux plus petits, $p\ a^3 b^3\ b^1$, vert d'eau, etc.

Vosges. — Les cristaux du calcaire dolomitique de Robach, signalés p. 493, tome II, renferment parfois de petites facettes z (731) et b^4, accompagnant p.

Haute-Saône. Cubes violets dans les filons du Haut de Thème près le Tillot (*Vosges*). Plancher-les-Mines, cristaux p, lilas pâle, avec quelquefois t (421), b^3, b^8 (810).

Belfort. Le cube seul a été rencontré à Giromagny (fluorine jaune, grise, violette) ; à Auxelles-Haut d'un bleu vert dans chalcopyrite) ; à la mine Sainte-Barbe (jaune clair).

Tonkin. — La région stannifère de Nguyen-Binh renferme des cristaux (p ou a^1) de fluorine. M. Dupouy a signalé (*op. cit.*) un gros octaèdre bleuâtre de plus de 5 cm. provenant de Tinh-Tuc.

Dans les roches éruptives.

La fluorine est un élément très fréquent des roches éruptives sodiques (granites à ægyrine, riebeckite et syénites néphéliniques) ; elle y est d'origine pneumatolitique et se développe parfois en abondance dans les sédiments à leur contact. En voici quelques exemples :

Corse. — J'ai rencontré fréquemment ce minéral dans les granites à riebeckite et ægyrine des environs d'Evisa, qui sont décrits tome I, page 695.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los*. La fluorine est fréquente comme élément essentiel microscopique des syénites néphéliniques à ægyrine de l'île de Rouma ; elle y constitue un élément assez ancien, englobé par les feldspathoïdes et par les minéraux colorés ; elle est d'ordinaire incolore, mais devient violacée à son contact avec le pyrochlore. A l'état secondaire, elle se présente sous une forme d'un violet très foncé, associée au zircon et à l'albite dans certaines pseudomorphoses d'eudialyte.

De beaux échantillons macroscopiques, remplissant généralement les intervalles miarolitiques des feldspaths, abondent dans les pegmatites. La fluorine y est incolore avec taches violettes, dans celles des syénites néphéliniques du Nord de l'île de Rouma, plutôt rosée dans celles du sud de l'île, ainsi que dans les pegmatites à barkévicite de la pointe de Topsail, au sud de l'île de Foutabar.

Madagascar. — La fluorine est très fréquente dans les granites à riebeckite d'Ampasibitika et des régions voisines ; j'ai montré (*Nouv. Arch. Muséum*, V. 243. 1903) qu'elle n'est pas localisée dans la roche éruptive, mais qu'elle s'est formée aussi sous son action dans les cornéennes et dans les calcaires métamorphiques ; quelquefois elle n'est visible qu'au microscope et alors régulièrement distribuée et fort abondante.

Assez récemment, j'ai étudié de nouveaux échantillons de calcaires métamorphisés par une syénite à ægyrine, riche en mélanite ; le contact de cette roche avec le calcaire se fait par une zone de fluorine d'un beau violet foncé.

COTUNNITE[1]

$PbCl^2$

Orthorhombique : $mm = 118°29'$.

$b : h = 1000 : 1020{,}2$ $\quad D = 859{,}33$ $\quad d = 511{,}47$

$[a : b : c = 0{,}5952 : 1 : 1{,}1872$ (Stöber)[2]$]$

Formes observées. p (001) ; g^1 (010) ; e^2 (012), e^1(011), $e^{1/2}$(021).

Macles. Macle suivant e^2 (012) polysynthétique, non observée dans le gisement décrit plus loin.

J'ai mesuré les angles suivants sur des cristaux de Mahdia.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
pe^2	149°18′	149°18′
g^1e^2	120°42′	120°40′
pe^1	130° 7′	
g^1e^1	139°53′	139°55′

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$pe^{1/2}$	112°51′	
$g^1e^{1/2}$	157° 9′	157° 7′
$*b^1b^1$ s. m.	98°30′	
$*b^1b^1$ côté	134°24′	

Formes et facies. Les cristaux sont le plus souvent allongés suivant l'axe a ; dans les cristaux artificiels, il y a quelquefois prédominance de certaines pyramides. Les cristaux sont, en outre, souvent aplatis suivant g^1.

Clivages. Clivage suivant p (001) assez facile.

Dureté. Le minéral est tendre, facilement rayé par une aiguille. Très fragile.

Dureté. 5,8 à 5,88.

Coloration et éclat. Incolore. Blanc jaune ou verdâtre. Transparente. Éclat adamantin.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à h^1 (100).

$\mathbf{n}_g = 2{,}2596$ (Na, Stöber).
$\mathbf{n}_m = 2{,}2172$
$\mathbf{n}_p = 2{,}1992$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0604 \quad 2V = 67°12'$

1. A placer dans la systématique avant *atacamite* (tome II, p. 797).
2. Ces paramètres sont déduits de ceux de cet auteur, mais, comme M. Groth, je prends le p (001) de M. Stöber pour g^1 (010).

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule $PbCl^2$ est la suivante :

Cl.....	25,5
Pb.....	74,5
	100,0

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau ; se volatilise sur le charbon, en donnant l'auréole caractéristique du plomb. Avec la soude, est facilement réduite en un globule de plomb. Soluble dans 22 parties d'eau chaude : la solution donne les réactions du plomb et du chlore.

Diagnostic. La haute réfringence montre que le minéral est une substance plombifère ; sa solubilité dans l'eau ne permettrait de la confondre qu'avec les oxychlorures (*laurionite*), etc., dont elle se distingue en ce que sa dissolution est totale.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cotunnite est un minéral caractéristique des fumerolles volcaniques du Vésuve. On l'a rencontrée dans quelques gisements métallifères du Chili ; le gisement dont il va être question ici est de toute autre nature.

Tunisie. — En 1907, des pêcheurs d'éponges ont signalé l'existence par 40 mètres de fond, et à 7 km. au large du Nord-Est de Mahdia, d'une épave, dont ils ont extrait de remarquables statues de bronze. Des recherches exécutées sous la direction de M. A. Merlin ont montré qu'il s'agit là des restes d'un bateau (30 m. $\times$ 7 à 8 m.) coulé sur place et renfermant une soixantaine de colonnes de marbre, des lames et des tuyaux de plomb, des statues de bronze, des vases monumentaux, etc., qui semblent indiquer que ce navire se rendait de Grèce à Rome au début de notre ère.

M. Merlin a bien voulu me communiquer des objets retirés de cette épave (voir à *covellite*) ; je ne m'occuperai ici que de lames de plomb ayant servi à assurer l'étanchéité du navire, ; j'en ai fait une étude spéciale (*C. R.* CLI. 276. 1910). Leur surface est généralement recouverte d'un enduit chloruré, très mince. Lorsque ces lames, qui sont très souvent plissées ou enroulées sur elles-mêmes, présentent deux parois métalliques en contact, sans intercalation de sable, il s'y est

produit une chloruration plus considérable que sur les surfaces libres et, en les déployant, il est possible de mettre en évidence des cristaux enchevêtrés ou des croûtes cristallines incolores, un peu jaunâtres ou enfumées de cotunnite, parmi lesquelles j'ai pu isoler quelques débris de cristaux, qui ont servi aux mesures données plus haut. Seules les faces de la zone pg^1 sont distinctes : p (001), g^1 (010), e^2 (012), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021). Ces cristaux se dissolvent entièrement et sans résidu dans l'eau bouillante.

Il s'agit là d'un gisement tout à fait analogue à celui des anciennes scories immergées du Laurion, mais, tandis que dans celles-ci le plomb se rencontre sous des formes oxydées (*cérusite, anglésite, phosgénite* et oxychlorures divers : *laurionite, fiedlérite, penfieldite*, etc.) on n'y a pas trouvé la cotunnite ; inversement, le gisement de Mahdia est caractérisé par l'absence de minéraux oxydés, à l'exception de la phosgénite, dont j'ai trouvé un seul échantillon. Cette différence tient certainement aux conditions particulières du gisement : profondeur très grande à laquelle a été immergée l'épave, milieu rendu très réducteur par l'abondance des matériaux organiques, tels que le bois du navire, dont l'influence est manifeste aussi dans la production de la covellite décrite plus haut.

ATACAMITE (T. II, p. 797).

Algérie. — *Oran*. M. Trapet m'a communiqué un échantillon de quartz, supportant de petits cristaux d'atacamite provenant des environs d'Aïn Ouarka.

Bassin de Paris. — *Seine*. M. de la Durandière a observé (*B.S. M.* XXVI. 135. 1903) des enduits d'atacamite sur des bétons d'une canalisation d'électricité du Métropolitain de Paris.

QUARTZ (T. III, pp. 25 et 810).

Flandre. — *Nord*. De très jolis cristaux de plusieurs centimètres, rappelant par leur groupement ceux de la figure 67, se rencontrent dans les fentes des grès dévoniens d'Anor.

Plateau Central. — *Cantal*. Un intéressant gisement d'améthyste se trouve sur le chemin allant de Puy Griou au village des

Chazes, (ruisseau des peyras lucentas), à l'altitude d'environ 1044 m. Les cristaux souvent bipyramidés, atteignant 4 cm., ont les faces p dominantes à leur sommet ; ils se trouvent en grand nombre, et facilement isolables au milieu d'une andésite très altérée, localement riche en pyrite.

Alpes. — *Basses-Alpes*. Des cristaux bipyramidés, analogues à ceux de Cheraute (tome III, page 117), se trouvent dans les marnes oxfordiennes du col d'Alos. Les calcaires aquitaniens de la Mort d'Imbert, au nord de Manosque, renferment de petits nodules de soufre, dans lesquels sont localisés de jolis cristaux transparents de quartz hyalin.

Algérie. — *Constantine*. Des cristaux bipyramidés noirs se rencontrent dans le calcaire du Djebel Mesloula, près Clairfontaine (Aouïnet-el-Dieb).

Tunisie. — Des cristaux semblables se trouvent dans le gypse du Djebel Zebbeus et du Djebel Ressas, dans la dolomie du Djebel Ghorra (Saint-Joseph-de-Thibor), dans le calcaire jaune du Djebel es Slem (cristaux allongés).

Afrique Occidentale. — *Dahomey*. Les indigènes exploitent, pour en faire des ornements, le jaspe rouge sanguin, formant des veines dans des grès à Kirtachi sur les bords du Niger et dans l'Atacora, près de Konkobiri (Hubert, *Mission au Dahomey*, 514).

Madagascar. — Les renseignements que j'ai pu recueillir sur le gisement du quartz hyalin de Madagascar confirment la supposition que j'ai émise page 88, tome III. Ce minéral provient du démantellement de filons en rapport plus ou moins direct avec les pegmatites.

Des cristaux, dépassant parfois plusieurs décimètres, se rencontrent en très grande abondance dans toutes les poches à cristaux des gisements tourmalinifères ; ils sont souvent un peu enfumés. J'en ai vu, en particulier, de très beaux provenant de la vallée de la Sahatany (Maharitra, macles symétriques par rapport à d^1 et cristaux fréquemment déformés par développement exagéré pris par diverses faces ; Ambalaroy, Ampasihiatra, Vohidahy) ; à citer encore Tompobohitra (avec incrustation de lamelles de lépidolite) ; les environs de Mandrarivo (Antaboka, Ambatolampy), etc. De beaux cristaux transparents se trouvent à Volavaky au nord d'Andrianalina, à Ton-

gafeno, à Ambohimanambola, Andranokely, Anjanabonoina, et dans de nombreux points au sud de Betafo (voir plus loin à *rutile*).

J'ai reçu récemment un échantillon, limité par des surfaces polyédriques en creux, présentant toutes les particularités de l'échantillon décrit par vom Rath, dont il est question page 89 (fig. 57) ; il provient de Kandreho.

Les pegmatites de la région située au sud d'Antsirabé renferment des filons de quartz de pegmatite, dans lesquels ce minéral possède une belle coloration rose, qui le fait rechercher dans le commerce ; ce quartz rose sert souvent de gangue au béryl ; tel est en particulier le cas à Tongafeno. On sait que ce quartz se décolore assez rapidement par exposition à la lumière, mais, chose assez curieuse et qui m'a été rapportée d'une façon indépendante par de nombreux prospecteurs, cette coloration ne se rencontre qu'au voisinage des affleurements ; elle disparaît très rapidement en profondeur. A citer encore à ce point de vue Sanivotry au sud-est du Mont Bity, Maharitra, Iavomanitra, etc. Il existe aussi, dans certaines pegmatites et notamment dans celles de Maharitra, une variété de quartz qui, par sa translucidité et son opalescence, ressemble à de l'opale et fournit des pierres taillées assez jolies.

J'ai examiné des blocs de quartz limpide, sans formes géométriques, provenant des localités suivantes : Manantsetra ; près le village de Tanandravina (vallée de la Sandrakary) dans le secteur de Mahanoro ; entre Ambohimanga du sud et Ambositra ; environs de Mananara (district de Maroantsetra) ; route d'Ambatobé à Sakoamadinika (prov. de Mevatanana) ; Antoby à 9 km., nord d'Ambohimarina (distr. d'Antsirabé), etc.

Les tufs basaltiques, riches en zéolites, de la baie d'Ambavatoby et de l'îlot d'Ankazoberavina renferment des blocs d'un beau quartz *prase* d'un vert foncé, dont les cristaux sont groupés autour d'un centre. Les tufs basaltiques du mont Anjiakely voisins du gisement zéolitique de Bekiady fournissent des nodules de la grosseur du poing de quartz fibreux à fibres très serrées, qu'au premier abord on pourrait prendre pour tout autre chose que du quartz.

Des cristaux de quartz implantés contre les salbandes et souvent groupés en rosettes sont caractéristiques des filons aurifères de l'Andavakoera.

Chari-Tchad. — Je dois à M. L. Fourneau une série d'échantillons

de cristaux de quartz, recueillis par M. Battini, à 3 km. environ du poste de Kaga Gobo, sur la rive droite du Yako, petite rivière située dans le Haut-Oubanghi, entre la Tomi et la Kémo ; ces cristaux remplissent des fentes de quartzites micacés ; ils sont constitués par de longs prismes groupés autour d'un centre et comparables par cette disposition à ceux représentés par la figure 25 de la page 60 du tome III, mais avec cette différence que les baguettes et les cristaux élémentaires ont souvent plus d'un décimètre de longueur ; ils sont blancs ou violacés ou d'un beau violet dans leur masse ; leur extrémité seule est transparente et d'un violet parfois assez foncé. Les cristaux, à structure externe polysynthétique, présentent les mêmes particularités internes que les cristaux d'améthyste d'Auvergne, que j'ai décrits antérieurement. J'ai pu extraire de ces cristaux et faire tailler quelques améthystes d'une belle nuance, pesant plusieurs grammes.

Les indigènes utilisent ces cristaux pour en faire des ornements de lèvres, semblables à ceux dont j'ai parlé page 811, tome III, mais ils ne sont pas transparents et ont jusqu'à un décimètre de longueur.

LUSSATITE (T. III, p. 126.)

Je crois inexact le rapprochement que j'ai fait antérieurement de la lussatite et de la tridymite ; les conditions de gisement de ce minéral associé au quartz, à la calcédonite, au bitume, impliquent une formation à une température inférieure à celle à partir de laquelle se produit la tridymite.

BROOKITE (T. III, p. 169).

Maine. — *Mayenne*. M. Vandernotte ayant étudié dans mon laboratoire une syénite albitique provenant d'Ernée, dont le mica très altéré est particulièrement riche en brookite secondaire, je l'ai engagé à entreprendre l'isolement de ce dernier minéral ; il a pu extraire de 10 kilogrammes de roche environ 2 gr. de cristaux de brookite, mélangés d'un peu d'anatase et de zircon (*C. R.* CILI. 151. 1910) et ayant quelques dizièmes de millimètres au maximum ; ils possèdent la forme des cristaux représentés par les figures 3 et 6. Ils sont extrêmement minces, de telle sorte qu'ils flottent en partie à la surface de l'eau. Leur densité un peu trop faible (4,15) s'explique par la fréquence de paramorphoses (généralement incomplètes) en rutile ; ce dernier miné-

ral forme de petites aiguilles, maclées suivant a^1, allongées suivant une arête $a^1\ b^{1/2}$, qui, dans le plan h^1 (100) de la brookite, est disposée normalement à l'axe vertical ; ces cristaux sont d'un jaune clair.

RUTILE (T. III, p. 190 et 811).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* M. Porte a montré récemment (*Bull. Soc. sc. nat. Autun.* XVIII. 1905. *C. R.* séances. 50) que le rutile, que j'ai signalé page 201 aux environs de Gourdon, n'est pas spécial à cette localité ; il est en réalité disséminé dans une zone micaschisteuse de près de 28 km. de longueur entre Villeneuve et le bois Perraud. Aux gisements que j'ai cités, il faut donc ajouter le mont Cuchat, Saint-Romain, les environs de l'étang du Plessis du côté du bois Roulet, les environs de Montceau-les-Mines, etc.

Des cristaux indistincts de rutile (densité 4,2) accompagnent la columbite dans la pegmatite d'Ozon, près du 9e kilomètre de la route de Toulon-sur-Arroux à Luzy.

Le même minéral est extrêmement abondant en cristaux prismatiques de quelques dixièmes de millimètre dans les roches à diaspore, chizeuilite, etc., de Chizeuil. Il est facile de l'extraire par l'emploi des liqueurs denses.

Maures. — *Var.* De gros cristaux de rutile se trouvent dans les micaschistes et dans les filons de quartz, qui les traversent, au Campeaux, à la Motte, etc.

Afrique Occidentale. — *Dahomey.* M. Hubert a signalé (*Mission Dahomey* 1908, 504) l'abondance de gros cristaux de rutile dans la région gneissique, comprise entre Tébou, Djougou et Konkobiri ; ils se rencontrent parfois dans le quartz filonien entre Bareï et Djougou. Les cristaux y atteignent 4 cm. ; ils sont souvent maclés à axes parallèles et rappellent les échantillons des environs de Saint-Yrieix.

Madagascar. — J'ai vu un bel échantillon de quartz hyalin renfermant de longues aiguilles de rutile (*cheveux de Vénus*) : je ne connais pas le nom précis de son gisement, mais celui-ci se trouve à environ 40 km. à l'ouest de Betafo.

Tonkin. — M. Dupouy a rapporté au Muséum (*op. cit.* 116) des

cristaux de rutile recueillis au milieu des schistes cristallins, sur la rive droite du Fleuve Rouge, à l'ouest de Trinh-Tuong, près de Tahoti et de Ba-Xat. Dans ces gisements, les cristaux, de même type que les précédents, ont en moyenne de 2 à 3 cm., mais atteignent quelquefois la grosseur d'un œuf. Le rutile est fréquent dans des alluvions du fleuve Rouge et de la Rivière Noire.

CASSITÉRITE (T. III, pp. 217 et 804).

Madagascar. — Le R. Baron a signalé (*Quart. Jour. geol. Soc.* XLV. 305. 1889) un échantillon de cassitérite, qu'il a trouvé entre les mains d'un indigène de l'Ankaratra, mais dont le gisement exact n'est pas connu.

L'échantillon en question fait partie de sa collection, acquise par le Muséum : il consiste en un fragment de cassitérite, présentant un aspect assez peu habituel, noir, à éclat très vitreux, presque incolore en lames minces ; il est dépourvu de toute gangue. Ses fissures renferment de petites rosettes d'étain métallique, dont la présence est assez singulière ; s'agit-il d'une association d'étain natif et de cassitérite ou bien cet échantillon aurait-il été plongé dans un bain d'étain fondu ? et dans quel but ? Je me borne à poser la question ne pouvant la résoudre.

ZIRCON (T. III, p. 206 et 812).

Des gisements de zircon, fournissant des cristaux comparables à ceux du Velay, mais souvent de bien plus grandes dimensions, et présentant les mêmes associations dans des cendres basaltiques, sont à signaler, aux environs de Diégo-Suarez (*Madagascar*), d'Anjouan (*Comores*), de la dent des Mamelles près de Dakar (*Afrique Occidentale*). M. Etchegarray m'a remis, provenant de ce dernier gisement, un cristal, $b^{1/2}$, opaque, qui mesure 2 cm. de longueur.

Tous ces cristaux sont souvent en partie décolorés et présentent des phénomènes de corrosion superficielle dus à l'action caustique du magma : ils proviennent des roches granitiques sous-jacentes.

ZINCITE [1].

ZnO

Hexagonale, hémimorphe.

$$b : h = 1000 : 1621{,}90$$
$$[a : c = 1 : 1{,}6219 \text{ (Rinne)}.]$$
$$pb^1 = 118°6'$$

Formes et facies. Les cristaux naturels sont rares; ils sont terminés à l'une des extrémités par p (0001) et à l'autre par une pyramide. Les cristaux artificiels sont généralement allongés suivant c : avec m, a^1, b^1, a^4.

Clivages. Clivages, parfait suivant p (0001), distincts suivant m ($10\bar{1}0$). Cassure presque conchoïde.

Dureté. 5, à 4,5. Fragile.

Densité. 5,68.

Coloration et éclat. Jaune ou rouge foncé (variété manganésifère). Transparente ou translucide. Éclat adamantin.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* ($\mathbf{n}_g$), avec très forte réfringence et biréfringence assez grande.

Composition chimique. La composition théorique est la suivante ; il existe souvent du manganèse.

Zn	80,3
O	19,7
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, noircit, puis reprend sa couleur. Infusible. Au chalumeau, donne, au feu réducteur, l'enduit caractéristique de l'oxyde de zinc, qui, humecté d'azotate de cobalt, puis chauffé au feu réducteur, devient vert; parfois réactions du manganèse.

Soluble dans les acides sans effervescence.

Altérations. Au contact de l'air, se transforme en smithsonite.

Diagnostic. Les formes, les propriétés du clivage, perpendiculaire à $\mathbf{n}_g$, et les essais pyrognostiques sont caractéristiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Très rare dans les gisements naturels, la zincite se forme au contraire facilement dans un grand nombre d'opérations métallurgiques.

1. A placer dans la systématique avant *corindon*, t. III, p. 237.

1° *Dans les gisements métallifères.*

Algérie. — *Constantine.* La zincite n'est connue jusqu'à présent que dans les gisements zincifères et manganésifères des environs de Franklin dans le New Jersey, aussi la mention que vient de faire M. Dussert (*A. M.* XVII. 40. 910) de l'existence de ce minéral en cristaux orangés dans quelques gisements calaminaires algériens et notamment au Djebel Gustur est-elle spécialement intéressante ; malheureusement, cette observation, consignée au cours d'un travail sur les mines algériennes, est très sommaire et n'est pas accompagnée d'une description complète.

2° *Dans les produits d'incendie.*

Antilles. — *Martinique.* Dans les produits fondus, riches en zinc, de l'incendie de Saint-Pierre, dont il est question page 311, j'ai observé (*La Montagne Pelée et ses éruptions.* 1904. 635) la formation de nombreux cristaux prismatiques de zincite d'un jaune d'or ; ils se sont formés surtout dans des scories, très riches en fayalite, contenant de la mélilite. Ils forment des agrégats, souvent entourés de cristaux de spinelle et de willémite.

3° *Dans les produits d'usine.*

De beaux cristaux de zincite, généralement colorés en jaune d'or ou en jaune verdâtre, se forment dans les usines métallurgiques, non seulement dans celles qui traitent des minerais de zinc, mais encore dans des hauts-fourneaux où l'on utilise des minerais de fer, ne contenant que des traces de blende, échappant à l'examen direct.

Ces cristaux se produisent soit dans les fentes des soles des fourneaux, soit dans la partie supérieure des appareils, où ils viennent se sublimer.

CORINDON (T. II, p. 237).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Les roches à *diaspore*, *andalousite*, *svanbergite*, etc., des filons de pyrite de Chizeuil renferment du corindon, qui souvent n'est qu'accessoire, mais peut parfois devenir prédominant, constituant alors des masses blanches, cristal-

lines, extrêmement dures et tenaces. Il y forme des tables aplaties suivant a^1 (0001), renfermant des inclusions de rutile, pressées les unes contre les autres ou réunies par de grandes plages d'andalousite incolore ou de diaspore.

HÉMATITE (T. III, p. 247).

Dans les produits des houillères embrasées.

Plateau Central. — *Aveyron.* Je dois à M. de Brun la connaissance d'hématite en lamelles hexagonales basées, ternes, provenant des houillères embrasées de Decazeville.

CUPRITE (T. III, p. 304).

Congo. — Quelques cristaux, a^1 b^1, de cuprite ont été trouvés à Mindouli. Plus souvent ce minéral y forme de belles masses translucides, d'un rouge cochenille, à cassure conchoïde, ou des veinules dans le calcaire. Elle est associée au cuivre natif, à la malachite, à la planchéite et à l'argent natif et provient de la transformation de la chalcosite. M. de Romeu a rapporté récemment un échantillon dans lequel la cuprite est enveloppée de cristaux de dioptase.

OPALE (T. III, pp. 316 et 810).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* MM. Barbier et Gonnard n'ont pas trouvé de fluor dans l'opale (fiorite) des environs de Royat (*B.S.M.* XXXII. 85. 1909).

Je dois à M. E. Percepied une branche de dicotylédonée, trouvée dans les fouilles faites en 1891 pour l'édification de l'aile sud de l'établissement thermal du Mont-Dore : elle était enfouie à une profondeur de 3 mètres dans des alluvions parcourues par les sources thermales (+ 35° à 38° C.); celles-ci, surtout minéralisées par de l'anhydride carbonique et du chlorure de sodium, renferment une quantité notable de silice. La structure anatomique de ce bois est conservée, mais les tissus sont entièrement transformés en opale (SiO^2 89 ; H^2O 10 ; Al^2O^3, Fe^2O^3 1 %, d'après une analyse de M. Stoyanoff). Cette observation est intéressante en ce qu'elle donne des indications sur le mécanisme

de la silicification des bois fossiles se trouvant si souvent dans les tufs volcaniques et en particulier dans ceux d'Auvergne.

M. K. Schmidt vient de donner une étude (*A. M.* XVII. 370. 1910) sur quelques gisements de tripoli (*randannite*) d'Auvergne ; elle renferme plusieurs analyses [91,61 de SiO^2 (Auxillac) à 57,15 (Joursac)].

Antilles. — *Martinique et Guadeloupe.* J'ai rencontré de l'opale pulvérulente et de l'opale concrétionnée, de formation actuelle, dans l'andésite récente de la Montagne Pelée et dans les labradorites de la Soufrière de la Guadeloupe attaquées par les fumerolles sulfhydriques. Ce minéral se forme en abondance à l'orifice de toutes ces fumerolles ; les roches d'où elles sortent deviennent blanches et peu à peu tous leurs éléments autres que la silice disparaissent.

Afrique Occidentale. — *Dahomey.* M. Garde m'a remis un joli échantillon d'opale de feu, qu'il a recueilli dans les fentes du granite de Niamey.

DIASPORE (T. III, p. 240).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* J'ai parlé à plusieurs reprises, dans ce volume, d'une curieuse roche trouvée accidentellement dans le filon de pyrite de Chizeuil en Chalmoux ; elle est essentiellement constituée par de la pyrophyllite, de la kaolinite, du corindon, de l'andalousite, de la pyrite et renferme de la svanbergite et du diaspore ; ce dernier minéral constitue des cristaux lamellaires ne dépassant guère 4 mm. ; ils sont aplatis suivant g^1 (010), incolores ou légèrement rosés. Leur éclat vitreux est extrêmement vif, les plus gros sont enveloppés dans la kaolinite, ils ont été souvent ployés par des actions dynamiques. Leurs propriétés optiques ne permettent de les confondre avec aucun autre minéral.

CARBONATES

CALCITE (T. III, p. 457).

Congo. — M. de Romeu m'a rapporté récemment de Mindouli des géodes de calcite provenant des calcaires noirs : elles sont tapissées de petits cristaux d^2 (dominant), terminés par p b^1 et des scanéloèdres b^x très striés. Ces cristaux en supportent de beaucoup plus gros, toujours maclés suivant a^1, dans lesquels d^2 est réduit, alors que les formes observées dans le pointement des petits cristaux prédominent.

SMITHSONITE ET AURICHALCITE (T. III, pp. 628 et 739).

Alpes. — *Hautes-Alpes*. Je dois à M. Thénaud des échantillons de smithsonite concrétionnée, associée à de l'*aurichalcite*, dans les affleurements de filons traversant les schistes secondaires de Bréziers.

Algérie. — Des renseignements précis sur les gisements calaminaires ont été donnés par M. Dussert dans un mémoire récent consacré aux gîtes métallifères de l'Algérie (*A. M.* XVII. 24. 1910).

Tunisie. — Je dois à M. Varela un échantillon de smithsonite provenant de Djebba ; il se présente avec un aspect peu habituel, qui rappelle la dolomite, il consiste en une masse spathique blanche, renfermant des cavités, que tapissent des rhomboèdres p de 3 à 4 mm., parfois recouverts de petits cristaux de calamine.

MALACHITE (T. III, p. 742).

Congo. — De nouveaux échantillons de dioptase de Mindouli, que j'ai étudiés récemment, se rapportent à la forme représentée par la figure II, p. 748, avec en outre la macle suivant h^1, que je n'avais pas encore observée dans ce type.

THERMONATRITE (T. III, p. 782).

Propriétés optiques. Dans la description des propriétés optiques de ce minéral, le signe de la bissectrice a été omis ; cette bissectrice est *négative*.

PHOSGÉNITE (T. II, p. 779).

Tunisie. — J'ai trouvé des cristaux de phosgénite de 2 mm. dans une cavité d'un clou de cuivre, retiré des fouilles sous-marines de Mahdia (voir à *cotunnite*). Ils sont aplatis suivant p, et présentent les formes m, h^2, h^1, avec quelquefois $b^{1/2}$; ils sont transparents et groupés en grand nombre à axes parallèles.

SULFATES, FERRATES

BARYTINE (T. IV, p. 47).

Plateau Central. — *Rhône*. Des filons de barytine laminaire se trouvent près des acqueducs romains, à la croisée de la nouvelle et de la vieille route de Beaunan à Chaponost, où ils renferment çà et là des mouches de galène.

Afrique Occidentale. — *Sénégal*. M. Hubert a trouvé à Dinguira près Kayes des filons de barytine laminaire au milieu d'un calcaire.

Madagascar. — La barytine laminaire abonde aux affleurements des filons quartzeux aurifères de la région de l'Andavakoera et constitue peut-être une venue distincte : elle est rarement aurifère. J'ai vu chez MM. Mortages et Grignon un échantillon imprégné d'argent natif. On la rencontre aussi dans des filons en dehors de la zone aurifère.

EPSOMITE (T. IV, p. 212).

Périgord. — *Dordogne*. Je dois à M. Besnard du Temple un échantillon d'epsomite en fibres soyeuses, formées dans les fentes des sédiments secondaires de Saint-Jean-de-Cole par le mécanisme décrit plus haut.

MAGNÉTITE (T. IV, p. 315).

Afrique Occidentale. — *Dahomey*. M. Hubert à trouvé (*op. cit.* p. 473) des amas (ségrégations) de magnétite titanifère compacte ou grenue dans le gabbro de Mardaga ; ce gisement a peut-être un intérêt économique.

PHOSPHATES

ÉVANSITE (T. IV, p. 531).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Je viens d'observer des croûtes mamelonnées blanches d'évansite, translucide par places, dans les cavités de la pyrite des filons de Chizeuil.

APATITE (T. IV, p. 378).

Bretagne. — *Morbihan.* M. Bézier m'a communiqué une masse cristalline d'apatite d'un bleu de lin, creusée de géodes, avec petits cristaux nets : elle provient de veines de quartz de pegmatites traversant les micaschistes de Mahabra près Questembert.

Plateau Central. — *Corrèze.* Les pegmatites de Lubersac fournissant les grandes lames de muscovite, décrites dans ce volume, page 735, contiennent de gros cristaux verts fendillés d'apatite, parfois englobés dans le mica.

DAHLLITE ET COLOPHANITE (T. IV, pp. 555 et 561).

Aux mémoires cités plus haut au sujet de l'origine des phosphorites, il y a lieu d'ajouter Nègre (*B. S. G.* VIII. 490. 1908) et Gaillard (*Ann. univ. Lyon*, n° 23, 1908) et pour celle des phosphates sédimentaires, Pervinquière (*Étude géol. Tunisie centr.* 1903).

Afrique Occidentale. — L'existence de phosphates sédimentaires dans le crétacé du bas Sénégal, entre Dakar et Joal, a été signalée par M. Stanislas Meunier (*Bull. Muséum*, 1898. 111) d'après des échantillons de sondage recueillis par M. Dollot.

Je dois à M. A. Chevalier des échantillons de colophanite à aspect de silex blond translucide, recueillis par lui sur la plage de Rufisque et qui doivent sans doute être rapportés à ce niveau. Ils sont constitués par des fibres de dahllite.

Tonkin. — M. Dupouy a cité une phosphorite au Nord de Vietry. Tout récemment, il a été découvert dans la région de Lang-Son des poches à phosphorites, creusées dans des calcaires paléozoïques. Les minéraux que j'ai étudiés sont constitués par des masses concrétionnées, feuilletées ou compactes, blanches ou brunes, de colophanite et par des rognons à longues fibres blanches soyeuses (3 cm.) de dahllite.

Dans la région de Thaï-Nguyen, la colophanite concrétionnée mélangée à de la limonite scoriacée se trouve dans les cavités de calcaires métamorphiques.

Annam. — J'ai examiné aussi des phosphates concrétionnés d'un blanc jaunâtre, formés par de la colophanite impure, à aspect terne, qui a été trouvée dans les mêmes conditions à Thanh-Hoa.

COMPOSÉS ORGANIQUES

ASPHALTES — PISSASPHALTES — PÉTROLES (T. IV, p. 621).

Madagascar. — Je dois au lieutenant Bührer des échantillons recueillis au cours d'un itinéraire allant de Morondava (par la côte nord-ouest) à Bororoha par le Mangoky : cette région est sédimentaire. De Berafia, vient un asphalte compact très pur ; des sources d'Antranotakatra, du pissaphalte très poisseux et enfin d'Ambatofiha, sur le Ranobé, des grès imprégnés de pissasphalte. La collection du Muséum possédait déjà un échantillon provenant de la haute-vallée du Ranobé (Lakopanja).

Des sondages sont faits actuellement plus au nord, dans les schistes liasiques du voisinage de la Tsiribihina, pour la recherche du pétrole.

RÉSINES FOSSILES (T. IV, p. 639).

Normandie. — *Seine-Inférieure*. Varambaux a signalé des morceaux de résine fossile dans des argiles (sparnaciennes) de la vallée de la Bresle.

APPENDICE AUX SILICATES

ANDALOUSITE

T. I, p. 25.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Dans la description que j'ai donnée plus haut, p. 594, de la roche à diaspore, svanbergite, etc., de Chizeuil, j'ai désigné sous le nom de *chizeuilite*, en renvoyant à ce supplément, un minéral, que je croyais alors nouveau et qui n'est en réalité qu'une variété, à aspect spécial, d'andalousite. Ce nom doit donc être abandonné.

Ce minéral forme des prismes incolores ou d'un blanc laiteux de quelques millimètres, englobant souvent pœcilitiquement une quantité considérable de cristaux de corindon, avec parfois diaspore, svanbergite, etc.; il constitue aussi à lui seul des masses de la grosseur du poing, dans lesquelles il n'est associé qu'à de la pyrite, à de la covellite et à du rutile (au moins en partie microscopique). Malheureusement, tous les échantillons de ce type, que j'ai examinés, sont imprégnés de *kaolinite* secondaire et ont un aspect mat. Il existe des pseudomorphoses complètes de ce minéral en kaolinite.

Les propriétés optiques sont celles de l'andalousite, mais les clivages sont souvent absents. Je suis arrivé à purifier incomplètement une petite quantité de matière, qui a fourni à M. Pisani les résultats suivants :

SiO^2	32.45
Al^2O^3	64.20
H^2O	2.27
Rutile	0.80
	99.72

Ces nombres sont un peu différents de ceux de l'andalousite, mais le minéral étudié n'a pu être complètement séparé d'une petite quantité de kaolinite. C'est donc une andalousite absolument incolore.

Dans le même gisement, on a trouvé une autre roche curieuse, cons-

tituée par une petite quantité d'oligoclase-albite, en voie de transformation de kaolinite et par des prismes d'andalousite de quelques millimètres de longueur, entièrement transformés en muscovite. Ces deux minéraux sont entourés par de la *blende* noire qui les enveloppe ophitiquement.

CROSSITE, TSCHERNICHÉWITE ET *ÆGYRINE*.

Alpes. — *Hautes-Alpes*. Je viens d'étudier un échantillon de la roche à riebeckite du pic Traversier, que je dois à l'obligeance de M. Termier (voir plus haut, p. 798). Son amphibole est à rapprocher de l'*osannite* et paraît en particulier identique à la *tschernichéwite* de MM. Duparc et Pearce (*C. R.* CXLIV. 763. 1907). Le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1 (sa trace est parallèle à celle de h^1 dans les sections transversales). $\mathbf{n}_p$ fait un petit angle avec c, dans l'angle aigu ph^1. 2V est voisin de 90° et la bissectrice aiguë semble *positive*, avec une très forte dispersion.

Le pléochroïsme est intense :

$\mathbf{n}_g$ = violet foncé
$\mathbf{n}_m$ = vert jaune très pâle
$\mathbf{n}_p$ = vert bleu foncé.

Il faut noter comme particulièrement intéressant que le minéral vert foncé, dont les aiguilles sont moulées par celles de l'amphibole, est de l'*ægyrine*. L'association de ces deux minéraux sodiques dans un accident des schistes lustrés est à comparer à celle que j'ai signalée dans les calcschistes de l'île de Polycandros dans l'Archipel grec (*C. R.* CXXIV. 628. 1897), où l'ægyrine est associée à des glaucophanes, dont quelques-unes sont à rapporter à la *crossite*.

Corse. — L'amphibole bleue, de Venzolasca, que j'ai signalée tome II, page 699, comme riebeckite, est une *crossite* typique.

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

A

Pages.

Acerdèse ..... III. 352.
Acmite ..... IV. 771.
Actinote ..... I. 645 ; IV. 785.
Adamite ..... IV. 424.
Adélite ..... IV. 430.
Adulaire ..... II. 26, 67.
Ægyrinaugite .... I. 569 ; IV. 769.
Ægyrine ..... I. 610 ; IV. 771.
Ænigmatite ..... I. 708 ; IV. 801.
Ærinite ..... I. 403.
Æschynite ..... IV. 609.
Ætite ..... III. 399.
Agate ..... III. 134.
Aigue-marine. ..... IV. 806.
Aikinite ..... II. 709.
Ainalite ..... III. 219.
Akermanite ..... I. 492.
Alabandite ..... II. 542.
Albâtre gypseux ..... IV. 167.
Albite ..... II. 138 ; IV. 819.
Alios ..... III. 398.
Allanite ..... I. 156 ; IV. 711.
Allemontite ..... II. 383.
Allingite ..... IV. 645.
Alloclasite ..... II. 664.
Allophane ..... I. 484 ; IV. 749.
Alluaudite ..... IV. 365.
Almandin ..... I. 239 ; IV. 726.
Alstonite ..... III. 663.
Aluminite ..... IV. 243.
Alunite ..... IV. 138.
Alunogène ..... IV. 234.
Amalgame ..... II. 413.
Amazonite ..... IV. 817.
Amblygonite ..... IV. 413.
Amblystégite ..... I. 556 ; IV. 764.
Ambre ..... IV. 639.
Améthyste ..... III. 40.
Amiante ..... I. 646.
Amiantoïde ..... I. 646.
Amphiboles ..... I. 633 ; IV. 784.
Amphigène (leucite) .. II. 3 ; IV. 804.
Analcime ..... II. 281 ; IV. 832.
Anatase ..... III. 176.
Andalousite ... I. 25. 252 ; IV. 676.
Andésine ..... II. 174. IV. 820.
Angelardite ..... IV. 522.
Anglarite ..... II. 693 ; IV. 523.
Anglésite ..... IV. 130.
Anhydrite ..... IV. 37.
Ankérite ..... III. 658.
Annabergite ..... IV. 464.
Anomite ..... I. 310.
Anophorite ..... IV. 792.
Anorthite ..... II. 192.
Anorthose ..... II. 114 ; IV. 813.
Anthophyllite ..... I. 635 ; IV. 784.
Anthracite ..... IV. 649.
Anthraconite ..... III. 437.
Antigorite ..... I. 417.
Antimoine ..... II. 384.
Antozonite ..... II. 778.
Apatélite ..... IV. 246.
Apatite ..... IV. 378, 903.
Aphanèse ..... IV. 435.
Apjohnite ..... IV. 255.

Aplome ..... I. 215.
Apophyllite..... II. 345.
Aragonite..... III. 664.
Ardennite..... I. 124.
Arfvedsonite ..... I. 690 ; IV. 795.
Argent ..... II. 405 ; IV. 841.
Argents rouges..... II. 710.
Argiles..... I. 472.
Argile plastique ..... I. 479.
— réfractaire..... I. 479.
Argyrite..... II. 509.
Argyrythrose (pyrargyrite). II. 715.
Arite..... II. 559.
Arsenic..... II. 380.
Arséniosidérite..... IV. 443.
Arsénocrocite ..... IV. 443.
Arsénolamprite..... IV. 840.
Arsénolite..... III. 11 et 801.
Asbeste..... I. 646.
Asbestoïde ..... I. 646.
Asbolane (Asbolite)..... IV. 22.
Asbolite..... IV. 22.
Aspasiolite ..... I. 516.
Asphaltes..... IV. 621, 904.
Astrophyllite ..... I. 534 ; IV. 762.
Atacamite ..... II. 797 ; IV. 891.
Augite ..... I. 569 ; IV. 768.
— acmitique..... IV. 768.
— ægyrinique. I. 569 ; IV. 768.
— titanifère..... I. 768.
Auralite..... I. 516.
Aurichalcite..... III. 739, IV. 901.
Autunite ..... IV. 543.
Axinite ..... I. 277 ; IV. 733.
Azurite..... III. 751.

B

Babelquartz..... III. 35.
Babingtonite..... I. 540 ; IV. 780.
Baldissérite..... III. 588.
Balkeneisen ..... II. 396.
Baltimorite..... I. 420.
Bandeisen..... II. 396.
Barbiérite ..... IV. 814.
Barégine ..... II. 369.
Barkévicite..... I. 661 ; IV. 791.
Barrandite..... IV. 486.
Barycalcite..... III. 437.
Barytine..... IV. 47, 902.
Barytocalcite..... III. 801.
Bastite..... I. 424.
Bastonite..... I. 332.
Baudissérite..... III. 588.
Bauxite ..... III. 342.
Bavalite..... I. 399.
Bayldonite..... IV. 513.
Beekite..... III. 147.
Bergholz ..... I. 436.
Bergmilch ..... III. 433, 530.
Bernonite..... III. 803 ; IV. 531.
Berthiérine..... I. 401 ; III. 385.
Berthiérite..... II. 692 ; IV. 871.
Bertrandite..... I. 113 ; IV. 706.
Bertrandite (granite)..... I. 523.
Béryl..... II. 8 ; IV. 804.
Biebérite ..... IV. 230.
Biotite..... I. 310 ; IV. 734.
Bismite..... III. 23 ; IV. 840.
Bismuth..... II. 386 ; IV. 840.
Bismuthinite..... II. 459 ; IV. 840.
Bismuthite ..... III. 776.
Bityite..... IV. 673.
Bixbyite..... IV. 1.
Blaviérite ..... I. 355 ; IV. 735.
Bleiniérite..... IV. 511.
Blende..... II. 520 ; IV. 855.
Blomstrandite ..... IV. 612.
Bobierrite..... IV. 452.
Bois silicifié..... III. 154.
Bol..... I. 488.
Bonsdorffite..... I. 516.
Boothite ..... IV. 227.

Bornite (érubescite) II. 673; IV. 868.
Boronatrocalcite ..... IV. 352.
Bort ..... II. 353.
Botryogène ..... IV. 263.
Boulangérite ..... II. 695; IV. 873.
Bournonite ..... II. 699; IV. 874.
Bowénite ..... I. 420.
Bowlingite ..... I. 442.
Brandisite ..... I. 361.
Braunite ..... IV. 1.
Bravaisite ..... I. 416.
Breislakite ..... I. 684.
Breithauptite ..... II. 559.
Breunérite ..... III. 588.
Brewstérite ..... II. 292.
Brochantite ..... IV. 148.
Bromyrite ..... II. 773.
Bronzite ..... I. 546.
Brookite ..... III. 169; IV. 894.
Brucite ..... III. 401.
Brushite ..... IV. 491.
Buratite ..... III. 740.
Bustamite ..... I. 630.
Byssolite ..... I. 646.
Bytownite ..... II. 192.

C

Cabrérite ..... IV. 452.
Cacholong ..... III. 317, 334.
Cacoxénite ..... IV. 528.
Calamine ..... I. 19; IV. 675.
Calcédoine ..... III. 133, 803.
Calcédonite ..... III. 124.
Calciostrontianite ..... III. 663.
Calcite ..... III. 417, 803; IV. 901.
Calédonite ..... IV. 155.
Callaïs ..... IV. 480.
Calomel ..... II. 774.
Campylite ..... IV. 407.
Cancrinite ..... I. 503.
Carbonado ..... II. 353.
Carpholite ..... I. 111.
Carphosidérite ..... IV. 145.
Carton de montagne. I. 646; IV. 745.
Cassitérite ... III. 217, 804; IV. 896.
Catapléite ..... IV. 826.
Céladonite ..... I. 414.
Célestite ..... IV. 103.
Cémentite ..... II. 469.
Cérargyrite ..... II. 771; IV. 884.
Cérasite ..... I. 514.
Cérolite ..... I. 438.
Cérusite ..... III. 699.
Cervantite ..... IV. 376.
Ceyssatite ..... III. 326.
Chabasie ..... II. 324; IV. 836.
Chalcantite ..... IV. 231.
Chalcomorphite ..... II. 351.
Chalcolite ..... IV. 550.
Chalcophyllite ..... IV. 517.
Chalcopyrite ..... II. 678; IV. 868.
Chalcosite ..... II. 512; IV. 853.
Chalcotrichite ..... III. 303.
Chamoisite ..... I. 397.
Chamosite ..... I. 397.
Chazellite ..... II. 693.
Chessylite ..... III. 751.
Chiastolite ..... I. 26; IV. 676.
Chizeuilite ..... IV. 905.
Chloanthite ..... II. 632; IV. 861.
Chlorite de Mauléon. I. 383; IV. 739.
Chlorites ..... I. 373.
Chloritoïde ..... I. 361; IV. 738.
Chloromélanite ... I. 616; IV. 773.
Chloropale ..... I. 488.
Chlorophyllite ..... I. 516.
Chlorospinelle ..... IV. 297.
Chondrodite ..... I. 119; IV. 706.
Christianite ..... II. 296; IV. 835.
Chromite ..... IV. 311.
Chromocre ..... I. 358.
Chromopicotite ..... IV. 311.

Chrysobéryl..... IV.344.
Chrysocole..... I. 263; IV.732.
Chrysoprase..... III.134.
Chrysotile..... I. 431; IV.743.
Cinabre..... II. 547; IV.857.
Claudétite..... II. 17.
Clinobronzite..... IV. 765.
Clinochlore..... I. 379; IV.739.
Clinoclasite..... IV.435.
Clinoenstatite..... IV.765.
Clinohumite..... I. 119; IV.706.
Clinohypersthéne..... IV.765.
Clinozoisite..... IV.709.
Clintonite..... I.360.
Cobaltite..... II.635.
Cobaltoadamite..... IV.425.
Coccolite..... I.609.
Cohénite..... II.469.
Collyrite..... I.486.
Colophanite..... IV.561.
Columbite..... IV. 613, 915.
Comarite..... IV.742.
Confolensite..... I.480.
Connarite..... IV.742.
Connellite..... IV.238.
Copalite..... IV.638.
Copiapite..... IV.247.
Coquimbite..... IV.239.
Cordiérite..... I.512; IV.759.
Corindon..... III.237.805.
Corkite..... IV.596.
Cornaline..... III.134.
Cossaïte..... I.354.
Cossyrite..... I.708; IV.801.
Cotunnite..... IV.889.
Coupholite..... I.265.
Covellite..... II.552; IV.857.
Craie de Briançon..... I.452.
Crichtonite..... III.285.
Cristobalite..... III. 25, 806.
Crocidolite..... I.691.
Croisette..... I. 9.
Crossite..... IV.799, 906.
Cryptolite..... IV.381.
Ctypéite..... III.728.
Cubanite..... IV.869.
Cuir de montagne. I. 646; IV.745.
Cuivre..... II.400.
Cuivre gris..... II.719; IV. 876.
— panaché..... II.674.
Cumengite..... III.807.
Cummingtonite..... I.644.
Cuprite..... III.303; IV. 899.
Cuproadamite..... IV.425.
Cuprocalcite..... III.436.
Cuprodescloizite..... IV.418.
Cuprogoslarite..... IV.219.
Cuproscheelite..... IV.267.
Cyanose..... IV.231.
Cyanotrichite..... IV.265.
Cymatolite..... I.618.
Cymophane..... IV.344.

D

Dahllite..... IV.555.
Damourite..... I.335.
Danaïte..... II.664.
Danburite..... IV.721.
Dannémorite..... I.634.
Datholite..... I.74; IV.682.
Davreuxite..... I.360.
Dawsonite..... III.775.
Delanouite..... I.483.
Delessite..... I.394; IV.739.
Delvauxite..... IV.538.
Descloizite..... IV.427.
Desmine (stilbite)..... II.312.
Destinézite..... IV.597.
Dewalquite..... I.124.
Deweylite..... I.437; IV.743.
Diadochite..... IV. 599.
Diallage..... I.569; IV.770.

Dialogite ..... III. 623.
Diamant ..... II. 353.
Diamant d'Alençon ..... III. 50.
— de Saint-Maime. III. 120.
Diaspore ..... III. 340 ; IV. 900.
Dietrichite ..... IV. 255.
Dihydrite ..... IV. 433.
Diopside ..... I. 568.
Diopside chromifère ..... I. 569.
Dioptase ..... I. 257 ; IV. 730.
Dipyre ..... II. 204 ; IV. 828.
Disomose (gersdorffite) .... II. 637.
Disthène ..... I. 65, 253 ; IV. 680.
Dolomite ..... III. 637 et 808.
Dopplérite ..... IV. 666.
Dréeite ..... IV. 62.
Dréelite ..... IV. 61.
Dubuissonite ..... IV. 749.
Dufrénite ..... IV. 437.
Dumasite ..... IV. 739.
Dumortiérite ..... I. 15 ; IV. 678.
Dyscrasite ..... II. 465.
Dysluite ..... IV. 310.
Dysodyle ..... IV. 665.

E

Eau ..... III. 1.
Ecume de mer ..... I. 454.
Edénite ..... I. 661.
Egueïite ..... IV. 536.
Ehlite ..... IV. 433.
Eisenrose ..... III. 250.
Elatérite ..... IV. 635.
Electrum ..... II. 418.
Eléolite ..... I. 497 ; IV. 753.
Emeraude ..... II. 9.
Emeri ..... III. 238.
Endlichite ..... IV. 410.
Enstatite ..... I. 546.
Enstatite-augite ..... IV. 767.
Epidotes ..... I. 127 ; IV. 709.
Epsomite ..... IV. 212, 902.
Erubescite ..... II. 673 ; IV. 868.
Erythrite ..... IV. 461.
Etain ..... II. 388.
Eucolite ..... IV. 823.
Eucryptite ..... I. 496.
Eudialyte ..... IV. 823.
Euxénite ..... IV. 610.
Evansite ..... IV. 532, 903.
Exitèle (valentinite) ..... III. 19.

F

Fahlerz (cuivre gris). II. 719 ; IV. 876.
Fahlunite ..... I. 516.
Fassaite ..... I. 569.
Fayalite ..... I. 195 ; IV. 714.
Feldspaths ..... II. 23 ; IV. 813.
— monocliniques. II. 64 ; IV. 813.
— tricliniques.. II. 113 ; IV. 820.
Felsöbanyite ..... IV. 245.
Fer ..... II. 391.
— azuré ..... IV. 459.
Fer nickelé ..... II. 395.
Ferbérite ..... IV. 282.
Fergusonite ..... IV. 608.
Ferrobrucite ..... III. 402.
Ferrocalcite ..... III. 437, 583.
Ferrogoslarite ..... IV. 219.
Ferropicotite ..... IV. 306.
Fers titanés ..... III. 284.
Fibroferrite ..... IV. 241.
Fibrolite ..... I. 50 ; IV. 679.
Fiorite ..... III. 317.
Flajolotite ..... IV. 509.
Fluocolophanite ..... IV. 561.
Fluorine ..... II. 775.
Forchérite ..... III. 316.
Forstérite ..... IV. 712.
Fouchérite ..... IV. 535.
Fournétite ..... II. 728.
Francolite ..... IV. 558.

Franklinite ..... IV.343.
Freibergite ..... II.719.
Freieslébénite ..... II.695.
Friedélite ..... I.302.
Fritschéite ..... IV.549.
Fuchérite ..... IV.535.
Fuchsite ..... I.336; IV.735.
Fülleisen ..... II.396.

G

Gahnite ..... IV.310.
Gaize ..... I.474.
Galapectite ..... I.477.
Galène ..... II.471; IV.851.
Garniérite ..... I.439.
Gédanite ..... IV.639.
Gédrite ..... I.635; IV.784.
Gehlénite ..... I.492.
Geikielite ..... III.284.
Gelberde ..... I.487.
Gersdorffite ..... II.637.
Gieseckite ..... I.498.
Gigantolite ..... I.516; IV.759.
Giobertite ..... III.587.
Girasol ..... III.316.
Gismondite ..... II. 321; IV.836.
Glace ..... III. 1.
Glairine ..... II.369.
Glaubérite ..... IV. 33.
Glaucodot ..... II.664.
Glauconie ..... I.406; IV. 740.
Glaucophane ..... I.699; IV.799.
Glessite ..... IV.639.
Glockérite ..... IV.250.
Gmélinite ..... IV.837.
Gœthite ..... III.349.
Gonnardite ..... II.279.
Goslarite ..... IV.218.
Grandidiérite ..... IV.670.
Graphite ..... II.355; IV.839.
Graphitite ..... II.355.
Greenockite ..... II.545; IV.856.
Grenats ..... I.206; IV.723.
Groppite ..... I.713.
Grossulaire ..... I.217; IV.723.
Grünerde ..... I.414.
Grunérite ..... I.642; IV.785.
Guarinite ..... IV.783.
Gümbélite ..... I.336.
Gummite ..... I.477.
Gymnite ..... I.437.
Gypse ..... IV.164.

H

Halite ..... II. 743; IV.883.
Hallérite ..... IV.738.
Halloysite ..... I.474; IV.748.
Halotrichite ..... IV.255.
Hambergite ..... IV.347.
Harkise (millérite) ..... II.554.
Harmotome ..... II.309.
Hastingsite ..... IV.794.
Hatchéttite ..... IV.619.
Hatchéttolite ..... IV.604.
Haussmannite ..... IV. 3.
Haüyne ..... I.507, IV.755.
Hayésine ..... IV.353.
Hédenbergite ..... I.569.
Hédyphane ..... IV.377.
Héliotrope ..... III.134.
Helminthe ..... I.388.
Hématite ..... III.247; IV.899.
Hématoconite ..... III.436.
Hercynite ..... IV.298.
Herdérite ..... IV.430.
Herrérite ..... III.628.
Hétérosite ..... IV.468.
Heulandite ..... II.287; IV.834.
Hibschite ..... IV.704.
Hiortdahlite ..... I.540; IV.782.
Hisingérite ..... I.405.
Hitchcockite ..... IV.587.

Hollandite ..... IV. 7.
Holzkupfererz ..... IV. 421.
Homichlin ..... II. 679.
Hornblendes ..... I. 661 ; IV. 789.
Hörnésite ..... IV. 452.
Houilles ..... IV. 651.
Hübnérite ..... IV. 292.
Humboldtilite ..... I. 492.
Humites ..... I. 119 ; IV. 706.
Huréaulite ..... IV. 501.
Hyalite ..... III. 321.
Hyalosidérite ..... I. 170.
Hydrargillite ..... III. 363, 808.
Hydroapatite ..... IV. 560.
Hydrocuprite ..... III. 403.
Hydrocyanite ..... IV. 46.
Hydrohématite ..... III. 369.
Hydromagnésite ..... III. 792.
Hydronéphélite ... II. 261 ; IV. 830.
Hydrophane ..... III. 317.
Hydrorutile ..... III. 195.
Hydrozincite ..... III. 736.
Hypersthène ..... I. 552 ; IV. 763.
Hypersthène β ..... IV. 765.

I

Iddingsite ..... I. 442.
Idocrase ..... I. 159 ; IV. 711.
Iglésiasite ..... III. 663.
Ilménite ..... III. 285.
Ilvaite ..... I. 711.
Imerinite ..... IV. 787.
Indicolite ..... I. 80 ; IV. 688.
Iolite (cordiérite). I. 512 ; IV. 759.
Isorthose ..... IV. 816.
Itabirite ..... III. 251.

J

Jacobsite ..... IV. 298.
Jade ..... I. 646.
Jadéite ..... I. 613 ; IV. 773.
Jamesonite ..... II. 697 ; IV. 871.
Jarosite ..... IV. 143.
Jaspes ..... III. 153.
Jayet ..... IV. 660.
Jeffersonite ..... I. 540.
Jogynaite ..... IV. 473.
Johnstrupite ..... I. 540.
Junckérite ..... III. 610.

K

Kalinite ..... IV. 253.
Kamacite ..... II. 396.
Kaolin ..... I. 461.
Kaolinite ..... I. 461 ; IV. 740, 747.
Kapnite ..... III. 628.
Katoforite ..... I. 689 ; IV. 792.
Kermésite ..... II. 739. IV. 850.
Klaprothite ..... IV. 440.
Klémentite ..... I. 396.
Koninckite ..... IV. 471.
Köttigite ..... IV. 452.
Koupholite ..... I. 265.
Kreittonite ..... IV. 310.
Kryptoperthite ..... II. 69.
Kunzite ..... IV. 775.

L

Labrador ..... II. 184 ; IV. 820.
Lacroisite ..... III. 627.
Lanarkite ..... IV. 146.
Landevanite ..... I. 484.
Lassallite ..... IV. 745.
Lassolatite ..... III. 321.
Latérite ..... III. 345.
Laumontite ..... II. 338 ; IV. 837.
Lautite ..... IV. 865.
Lâvenite ..... I. 625 ; IV. 779.
Lawsonite ..... IV. 702.
Lazulite ..... IV. 440.
Leadhillite ..... IV. 156.
Leesbergite ..... III. 808.

Lehm ..... I.474.
Lenzinite ..... I.477,482.
Lépidocrocite ..... III,360.
Lépidolite ..... I.355; IV.736.
Leptochlorites ..... I.393.
Less ..... I.474.
Lettsomite ..... IV.265.
Leuchtenbergite ... I.383; IV.739.
Leucite ..... II.3; IV.804.
Leucochalcite ..... IV.512.
Leucopyrite ..... II.660.
Leucoxène (sphène) ..... II.254.
Leverriérite ..... I.461; IV.741.
Libéthénite ..... IV.418.
Liebénérite ..... I.498.
Liège de montagne. I.646; IV.745.
Lignite ..... IV.660.
Limnite ..... III.366.
Limon ..... I.474.
Limonite ..... III.366.
Linarite ..... IV.152.
Linnéite ..... IV.870.
Liskéardite ..... IV.488.
Lithiophyllite ..... IV.361.
Löllingite ..... II.660.
Luckite ..... IV.223.
Ludlamite ..... IV.523.
Lunnite ..... IV.433.
Lussatite ..... III.168; IV.894.
Lutécite ..... III.126.
Lydienne ..... III.153.

M

Macle ..... I. 26.
Magnésiochromite ..... IV.311.
Magnésioferrite ..... IV.317.
Magnésite ..... I.454.
Magnesiumdiopsid ..... IV.768.
Magnétite ..... IV.315, 902.
Magnetkise (pyrrhotite) ... II.561.
Malachite ..... III.742; IV, 901.
Malacolite ..... I.569.
Malacon ..... III.338.
Mallardite ..... IV.221.
Malthe ..... IV.621.
Manganapatite ..... IV.393.
Manganite ..... III.352,809.
Manganobrucite ..... III.402.
Manganocalcite ..... III.437.
Manganocolumbite ..... IV.615.
Manganomagnétite ..... IV.317.
Manganotantalite ..... IV.615.
Marbres ..... III.441.
— onyx ..... III.543.
Marcasite ..... II.641.; IV.861.
Margarite ..... I.361.
Marmolite ..... I.420.
Marnes ..... I.474.
Martite ..... III.249; IV.318.
Martourite ..... II.693.
Mascagnite ..... IV. 27.
Maskelynite ..... IV.821.
Massicot ..... III.311.
Mauléonite ..... I.383; IV.739.
Mégabasite ..... IV.294.
Mélaconite ..... III.310.
Mélanite ..... I.230; IV.725.
Mélantérite ..... IV.222.
Melilite ..... I.492; IV.752.
Mélinite ..... I.487.
Mellite ..... III.799.
Ménaccanite ..... III.288.
Mendozite ..... IV.253.
Ménilite ..... III 332,810.
Mercure ..... II.414; IV.841.
Mésitite ..... III.594.
Mésole ..... II.258; IV.830.
Mésolite ..... II.276; IV.832.
Mésotype ..... II.263; IV.830.
Métaautunite ..... IV.545.
Métabrushite ..... IV.490.
Métacristobalite ..... III.806.

Métathénardite ..... IV. 32.
Métavoltite ..... IV. 259.
Métaxite ..... I. 432.
Meulières ..... III. 152.
Meymacite ..... III. 314.
Micas ..... I. 305 ; IV. 734.
Mica palmé ..... I. 338.
Michel-lévyte ..... IV. 48.
Microcline ..... II. 118 ; IV. 817.
Microlite ..... IV. 605.
Microsommite ..... I. 496.
Millérite ..... II. 554 ; IV. 858.
Mimétite ..... IV. 405.
Minervite ..... IV. 466.
Minguétite ..... IV. 738.
Minium ..... IV. 4.
Mirabilite ..... IV. 161.
Mispickel ..... II. 663. IV. 861.
Mohsite ..... III. 297.
Molybdénite ..... II. 461, IV. 850.
Molybdite .... III. 7, 809 ; IV. 296.
Monazite ..... IV. 368.
Monheimite ..... III. 628.
Montebrasite ..... IV. 413.
Montmartrite ..... IV. 184.
Montmilch ..... III. 433, 530.
Montmorillonite ... I. 480 ; IV. 749.
Morénosite ..... IV. 220.
Morinite ..... IV. 539.
Mosandrite ..... I. 540.
Mullérite ..... IV. 751.
Muscovite .... I. 334 ; IV. 734, 740.

N

Nadorite ..... IV. 355.
Naphtéine ..... IV. 620.
Naphtine ..... IV. 619.
Natroalunite ..... IV. 142.
Natrocalcite ..... IV. 106.
Natrolites ..... II. 262 ; IV. 830.
Natron ..... III. 783.
Natroncatapléite ..... IV. 827.
Natrophylite ..... IV. 364.
Némalite ..... III. 401.
Néotantalite ..... IV. 606.
Néphéline ..... I. 496 ; IV. 752.
Néphrite ..... I. 646.
Népouite ..... IV. 741.
Neslite ..... III. 335.
Nesquéhonite ..... III. 789.
Newkirchite ..... III. 353.
Nickélite ..... II. 555.
Nigrine ..... III. 195.
Niobite ..... IV. 613
Nitratine ..... III. 405
Nitre ..... III. 406.
Nitrocalcite ..... III. 408.
Nitromagnésite ..... III. 413.
Nontronite ..... I. 488 ; IV. 751.
Noséane ..... I. 507 ; IV. 755.
Nouméite ..... I. 438 ; IV. 743.
Nuissiérite ..... IV. 396, 401.

O

Ocres ..... III. 389.
Odontolite ..... IV. 577.
Offrétite ..... II. 336.
Oldhamite ..... IV. 854.
Oligiste ..... III. 247.
Oligoclases ..... II. 169.
Oligonite ..... III. 598.
Olivénite ..... IV. 420.
Olivine ..... I. 170 ; IV. 715.
Omphazite ..... I. 569.
Onégite ..... III. 352.
Onyx siliceux ..... III. 135.
— calcaire ..... III. 543.
Opale ..... III. 316. 810 ; IV. 899.
— nectique ..... III. 334.
Or ..... II. 418 ; IV. 841.
Orbicules siliceux ..... III. 147.
Orpiment ..... II. 444 ; IV. 848.

Orthite..... I.156; IV.711.
Orthochlorites..... I.375.
Orthose..... II.64; IV.813.
Osannite..... IV.797.
Ottrélite..... I.364; IV.738.
Ouralite..... I.579,646.
Ouwarowite..... I.228; IV.725.
Ozocérite..... IV.619.

P

Palygorskite..... IV.745.
Panabase..... II.721; IV.876.
Paraffine..... IV.619.
Paragonite..... I.353; IV.738.
Paraluminite..... IV.245.
Paramontmorillonite..... IV.745.
Parasépiolite..... IV.745.
Pargasite..... I.661.
Passyite..... III.132.
Pastréite..... IV.145.
Pectolite..... I.540.
Pélagosite..... III.539.
Pennine..... I.384; IV.739.
Pericline..... II.140.
Péridots..... I.169; IV.712.
Perles..... III.679.
Pérowskite..... I.537; IV.763.
Pétroles..... IV. 621, 904.
Phacélite..... I.496.
Phacolite (chabasie).. II.324; IV.
Pharmacolite..... IV.498.
Pharmacosidérite..... IV.519.
Phénacite..... I.201; IV.718.
Phillipsite (christianite). II.296; IV. 835.
Phillipsite (érubescite). II.673; IV. 867.
Phlogopite..... I.310; IV.734.
Pholérite..... I.461.
Phosgénite..... III.779; IV. 902.
Phosphorites..... IV.555.
Phosphorochalcite..... IV.433.
Phosphosidérite..... IV.471.
Pickéringite..... IV.258.
Picotite..... IV.306.
Picrolite..... I.418, 432.
Picrosmine..... I.418.
Pictite..... II.235,240.
Piémontite..... I.153.
Pierre d'aigle..... III.399.
— d'aimant..... IV.317.
— de Bologne..... IV. 53.
— de croix..... I. 7.
— ollaire..... I.449.
— de savon..... I.460.
Pigeonite..... IV.767.
Pilolite..... IV.745.
Pinguite..... I.488.
Pinite..... I.516; IV.759.
Pinitoïde..... I.353.
Pisanite..... IV.229.
Pissasphaltes..... IV.621.
Pistomésite..... III.594.
Pitticite..... IV.600.
Plagioclases..... II.127.
Plagionite..... IV.872.
Planchéite..... IV.757.
Plasma..... III.134.
Platine..... II.389; IV.841.
Pléonaste..... IV.298.
Plessite..... II.396.
Plomb..... II.405.
Plombiérite..... II.349.
Plumbéine..... II.474.
Plumbocalcite..... III.437.
Plumbogummite..... IV.586.
Podolite..... IV.556.
Polianite..... III.235.
Polycrase..... IV.611.
Polyhalite..... IV.251.
Polysphérite..... IV.395.
Pouzacite..... I.384.
Powelite..... IV.267.
Praséolite..... I.516.

Prédazzite..... III. 436.
Pregrattite..... I. 309.
Prehnite..... I. 264; IV. 732.
Prixite..... IV. 533.
Prolectite..... IV. 706.
Proustite..... II. 711; IV. 880.
Pseudobrookite..... III. 300.
Pseudocalcédonite..... III. 159.
Pseudohétérosite..... IV. 469.
Pseudomalachite..... IV. 433.
Pseudophite..... I. 384.
Pseudowollastonite. I. 624; IV. 777.
Psilomélane..... IV. 5, 12.
Ptérolite..... I. 671.
Purpurite..... IV. 469.
Pyrallolite..... I. 579.
Pyrargyllite..... I. 516.
Pyrargyrite..... II. 715.
Pyrénéite..... I. 208, 220.
Pyrite..... II. 572; IV. 859.
— magnétique..... II. 561.
Pyrochroïte..... III. 401.
Pyrochlore..... IV. 603.
Pyrolusite..... III. 235.
Pyromorphite..... IV. 394.
Pyrope..... I. 235; IV. 726.
Pyrophanite..... III. 284.
Pyrophyllite..... I. 470; IV. 748.
Pyrophysalite..... I. 60; IV. 682.
Pyrosclérite..... I. 387.
Pyroxènes..... I. 539; IV. 763.
Pyroxène magnésien..... IV. 766.
Pyrrhotite..... II. 561; IV. 858.

Q

Quartz..... III. 25, 810; IV. 891.
Quartzine..... III. 122.
Quercyites..... IV. 579.
Quincyte..... I. 459.

R

Rammelsbergite..... IV. 864.
Ranciéite..... IV. 24.
Randannite..... III. 326.
Ranite..... IV. 755.
Réalgar.. II. 439; III. 568; IV. 847.
Réaumurite..... IV. 778.
Redondite..... IV. 482.
Reinite..... IV. 277.
Résines fossiles..... IV. 637.
— subfossiles..... IV. 645.
Rétinellite..... IV. 644.
Rhabdite..... II. 467; IV. 851.
Rhodizite..... IV. 350.
Rhodocrosite (dialogite)... III. 623.
Rhodoïse..... IV. 462.
Rhodonite..... I. 630.
Rhönite..... IV. 802.
Richtérite..... I. 634.
Riébéckite..... I. 693; IV. 797.
Rinkite..... I. 628; IV. 780.
Ripidolite..... I. 388; IV. 739.
Rivotite..... IV. 508.
Rœmérite..... IV. 260.
Rœppérite..... IV. 715.
Romanéchite..... IV. 6.
Roméite..... IV. 360.
Rosenbuschite..... I. 540.
Rosiérésite..... IV. 532.
Roumanite..... IV. 640.
Rubellite..... I. 80; IV. 689.
Rubis..... III. 239, 805.
Rutile..... III. 190, 811; IV. 895.

S

Sagénite..... III. 191.
Salite..... I. 569.
Salmiac..... II. 767; IV. 884.
Salmite..... I. 372.
Sanidine (orthose). II. 64; IV. 813.
Saphir..... III. 239, 805.
Saphir d'eau..... IV. 760.
Saponite..... I. 478.

Sardoine ..... III. 134.
Sarkinite..... IV. 430.
Saussurite..... I. 133.
Savon de Plombières..... I. 478.
Scapolite ..... II. 232 ; IV. 829.
Scheelite ..... IV. 275.
Schefférite..... I. 540.
Schokoladenstein..... III. 627.
Schreibersite..... II. 467.
Schweitzérite..... I. 418.
Scolécite ..... II. 272.
Scorodite..... IV. 471.
Seebachite..... II. 325.
Sel ammoniacal (salmiac).. II. 767.
— gemme..... II. 743 ; IV. 883.
— marin..... II. 743 ; IV. 883.
Sellaite..... II. 795.
Séméline..... II. 234.
Sépiolite..... I. 454.
Séricite..... I. 336 ; IV. 735.
Serpentines..... I. 417.
Sevérite..... I. 479, 482 ; IV. 749.
Seybertite..... I. 361.
Skogbölite..... IV. 618.
Sidérite..... III. 597, 812.
Sidéroconite ..... III. 436.
Sidéroplésite..... III. 599, 605.
Sidérose..... III. 597.
Siegénite ..... IV. 870.
Silex..... III. 149.
Sillimanite..... I. 50 ; IV. 678.
Simétite..... IV. 640.
Sismondine..... I. 364.
Smaltite..... II. 629 ; IV. 861.
Smaragdite..... I. 646, 661.
Smectite ..... I. 479.
Smegmatite,..... I. 478.
Smithsonite,..... III. 628 ; IV. 901.
Sodalite..... I. 505 ; IV. 754.
Sorétite ..... IV. 789.
Soufre..... II. 363 ; IV. 839.
Soumansite ..... IV. 541.
Spath fluor..... II. 775 ; IV. 885.
— nacré ..... III. 658.
Sperkise (marcasite)..... II. 641.
Spessartine ..... I. 254 ; IV. 729.
Sphalérite (blende). II. 520 ; IV. 855.
Sphène..... II. 233 ; IV. 821.
Sphérocobaltite ..... III. 415.
Sphérosidérite... III. 598, 615, 618.
Spinelle..... IV. 298.
Spinthère..... II. 240.
Spongolite..... III. 325.
Staffélite ..... IV. 558.
Stalactites..... III. 524.
Staurotide... I. 1, 38, 247, 252 ; IV. 672.
Stéargillite ..... I. 482.
Stéatite..... I. 449.
Stibine..... II. 447 ; IV. 849.
Stibiconite..... IV. 507.
Stilbite..... II. 312 ; IV. 835.
Stilpnosidérite ..... III. 396.
Stolzite..... IV. 267.
Strengite ..... IV. 474.
Stromeyérite..... II. 517.
Strontianite..... III. 697.
Strontianocalcite ..... III. 437.
Struvite ..... IV. 449.
Succin ..... IV. 637.
Succinite..... IV. 637.
Svabite..... IV. 377.
Sylvanite ..... IV. 866.
Symplésite..... IV. 452, 473.
Szaboïte ..... I. 556.

T

Tabashir..... III. 325.
Taenite ..... II. 396.
Talc..... I. 448 ; IV. 744.
Talktriplite ..... IV. 431.
Tantalite ..... IV. 613.

Tellure..... II.379.
Tellure graphiqne..... IV.866.
Tennantite..... II.737.
Ténorite..... III.309.
Tephroïte..... IV.715.
Termiérite..... IV.749.
Terre à foulon..... I.479.
— de Sommières..... I.460.
— de Vérone..... I.414.
Tétraédrite (panabase)..... II.721. IV.876.
Thalite..... IV.744.
Thélotite..... IV.645.
Thénardite..... IV. 29.
Thermonatrite.. III.782, IV. 901.
Thermophyllite..... I.446.
Thomsonite..... II.258; IV.829.
Thraulite..... I.405.
Thulite..... I.130.
Tilasite..... IV.430.
Titanaugite..... I.569.
Titanite (sphène)..... II.233.
Titanolivine..... I.198.
Titanomagnétite..... IV.317.
Titanomorphite..... II.254.
Tobernite..... IV.550.
Topaze..... I.59; IV.681.
Topazolite..... I.214.
Torrensite..... III.626.
Tourbe..... IV.666.
Tourmalines..... I.78; IV.684.
Trémolite..... I.645; IV.785.
Tridymite..... III.161,809.
Trimérite..... IV.718.
Triphane..... I.617; IV.775.
Triphylite..... IV.361.
Triplite..... IV.431.
Triploïdite..... IV.430.
Tripoli..... III.325.
Tripoli de Nanterre..... III.432.
Troilite..... II.561.
Trona..... III.785.
Truffite..... III.436,509.
Tschermigite..... IV.253.
Tschernichewite..... IV.906.
Tungstite..... III. 10.
Turgite..... III.369.
Turnérite..... IV.372.
Turquoise..... IV.529.
— de nouvelle roche. IV.577.
Tyrolite..... IV.514.

U

Ulexite..... IV.352.
Ullmannite..... II.639.
Uranite..... IV.547.
Uranocircite..... IV.549.
Uranospinite..... IV.542.

V

Valentinite..... III. 19.
Vanadinite..... IV.410.
Variscite..... IV.479.
Vauquelinite..... IV.446.
Vénasquite..... I.364.
Vermiculite..... I.313.
Viellaurite..... III.626.
Vierzonite..... I.487; III.329.
Vilatéite..... IV.477.
Villarsite..... I.175.
Villiaumite..... IV.881.
Vivianite..... IV.452.
Volborthite..... IV.418.
Volgérite..... III.807.
Voltzite..... II.741.
Vorobejvite..... IV.812.

W

Wagnérite..... IV.430.
Wawellite..... IV.524.
Webstérite..... IV.243.
Wernérites..... II.203; IV.828.

Whewellite ..... III. 794.
Whithérite ..... III. 695.
Willémite ..... IV. 719.
Williamsite ..... I. 420.
Wœhlérite..... I. 627; IV. 783.
Wolfram ..... IV. 283.
Wollastonite..... I. 619; IV. 777.
Wood-copper..... IV. 421.
Worobewite..... IV. 812.
Wulfénite..... IV. 267.
Würtzite..... II. 544.

X

Xanthitane ..... II. 237.
Xanthoconite ... II. 717; IV. 880.
Xanthophyllite..... I. 361.
Xanthosidérite..... III. 366.
Xénotime..... IV. 366.
Xylocryptite ..... III. 800.
Xylotile..... I. 436.

Y

Yttrotantalite ..... IV. 612.

Z

Zéolites ..... II. 255.
Zepharovichite..... IV. 471.
Zeunérite..... IV. 553.
Zincite..... IV. 897.
Zincocalcite..... III. 437.
Zinconise..... III. 736.
Zinkénite..... II. 690.
Zinnwaldite..... I. 334; IV. 734.
Zircon .... III. 206, 812; IV. 896.
Zoïsite..... ..... I. 128; IV. 707.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

ERRATA

TOME I

Page	547	ligne	13	*au lieu de*	*chimiques*,	*lire* :	*optiques*.
—	555	—	6	—	$n_p = 1{,}642$	—	$n_p = 1{,}692$.
—	574	—	4 (en remontant)		2,712	—	1,712.

TOME II

Page	29	ligne	10	*au lieu de*	péricline,	*lire*	Four-la-Brouque.
—	32	—	18	—	microcline,	—	orthose.
—	67	sous figure 2,		*mettre*	plan des axes optiques parallèle à g^1.		
—	69	— fig. 3,		*supprimer*	plan des axes optiques parallèle à g^1.		
—	77	ligne	14	*au lieu de*	île de Batz,	*lire*	bourg de Batz.
—	79	—	12	—	port de Grillaud,	—	parc de Grillaud.
—	364	—	14 (en remontant)		139°26'30",	—	139°6'30"
		—	15	—	145°22',	—	153°30"
—	465	dans le titre,		*au lieu de*	discrasite,	*lire*	dyscrasite.
—	660	—	18	—	Fe^3S^4,	—	Fe^3As^4.
—	679		6 (en remontant)		*au lieu de* homicklin,	*lire*	homichlin.
—	795	2 et 796	ligne 11		*au lieu de* MgF,	*lire*	MgF^2.

TOME III

Page	27	ligne	15	*supprimer*	$d^{1/37}\,d^{1/5}\,b^{1/10}$.		
—	116	—	20	*au lieu de*	$(30\overline{3}6)$,	*lire*	$(10\overline{1}2)$
—	169	—	13	—	(322),	—	(323)
—	171	—	8	—	e_2 (132),	—	e_3 (121)
—	173	—	10	(en remontant)	v (322),	—	v (323)
—	248	—	7	—	$e_{39/12}$ (17.24.$\overline{51}$.39),	—	$e_{13/4}$ (9.8.$\overline{17}$.13.
		—	8	(en remontant)	$e_{39/12}$ (39.12.$\overline{12}$),	—	$e_{13/4}$ (13.4.$\overline{4}$)
—	342	—	2	(en remontant)	1837,	—	1847.
—	356	—	17	—	Greisswiller,	—	Gresswiller.
—	398	—	9	—	Baglosse... Ponteaux,	—	Buglose... Ponteux
—	417	—	10	(en remontant)	*ajouter* a^2 $(10\overline{1}4)$ (211).		
—	476	—	5	(en remontant)	*au lieu de* Zabern,	*lire*	Saverne (Zabern).
—	477	—	7		— Maursmunster,	*lire*	Marmoutier (Maurmunster).
—	481	—	9	(en remontant)	— Hayingen,	*lire*	Hayange (Hayingen).
—		—	9	(en remontant)	— Gross-Hettingen,	*lire*	Hettange-Grande (Gross-Hettingen).

Page 492 ligne 28 *au lieu de* Darcilly, *lire* Bacilly.
— 493 — 13 — **Vosges** — **Jura.**
— — 14 — Pfirt — Ferrette (Pfirt).
— — 17 *avant Belfort, ajouter* **Vosges.**
— 499 — 9 (en remontant) *au lieu de* [*Alsace*] *lire* [Suisse].
— 501 — 12 *supprimer au bout de la ligne, p* et b^1.
— 549 — 12 (en remontant) *au lieu de p, lire* a^1.
— 555 — 9 *lire i i* s. $e^{4/3} = 167°55'$ obs., $167°59'$ calc., s. $ex>$ 81° 17 obs.], et *ajouter* : « les faces b^1 alternent avec des faces *p* ternes, simulant ainsi un scalénoèdre sur les arêtes de $e^{1/3}$.
— 556 — 16 *supprimer depuis* « autres combinaisons », *jusqu'à la fin de l'alinéa* (ligne 24 inclusivement).
— 557 fig. 217 *intervertir* les symboles β et $d^{5/4}$.
— — — 20 *au lieu de* (19.0.$\overline{17}$.1), *lire* (17.0.$\overline{17}$.1.).
— 613 — 7 — debout, *lire* à plat.
— 657 — 7 *ajouter au début* Mine de Saint-Sylvestre (Urbeis).
— 689 — 7 (en remontant) *au lieu de* Musbach, *lire* Musloch.
— 729 à 735 la signature est CTYPÉITE *et non* CÉRUSITE.
— 745 ligne 7 *au lieu de* Rhin, *lire* Rhône.
— 749 — 19 — Serven, *lire* Sewen.
— 768 fig. 47 — type VII, *lire* type VI.
— fig. 48 — type VIII, — VII.
— 755 ligne 14 — $<$**n**, — $>$ **n**g.
— 775 — 17 (en remontant) : dans la formule, *supprimer* [OH].
— 798 — 5 *au lieu de* 2 à 7, *lire* 2 à 8.
— 806 dernière ligne — nonoréfringent, — monoréfringent.

TOME IV

Page 3 ligne 2 (en remontant) *au lieu de* poliganite, *lire* polianite.
— 7 — 2 — — (Mn,Ba^2), — (Mn,$Ba)^2$
— 6 — 13 (en remontant) — *Dureté*, — *Dureté*. 5,5.
— 9 explication de la fig. 2, *au lieu de* Structure vernissée, *lire* surface vernissée.
— 29 — 11 — *a* : *b c*, — *a* : *b* : *c*.
Borwald, — Bärwald.
9 (en remontant) — 102°2', — 51°1'
— 34 dans le tableau — $p\,b^{3/4}$, — $pb^{3/2}$
— 42 fig. 4 intervertir les symboles $e^{3/2}$ et e^1.
— 46 — 16 *au lieu de* $CaSO^4$, *lire* $CuSO^4$.
— 47 — 8 (en remontant) *au lieu de* malasses minaires, *lire* masses laminaires.

Page 52 — 5 (en remontant) *au lieu de* montre, *lire* montrent.
— 71 — 4 (en remontant) — $b^{5/2}$(1.1.10), — $b^{5/2}$ (115).
— 89 — 16 — d'Argentat, — de Corrèze.
— 105 tableau — $h^4\,\frac{1}{2}$ (mes. 149°5′, — 109°5′
— 114 2 (en remontant) — φ (133) — $\frac{1}{2}$ (133).
— 151 23 *supprimer le mot* aigus.
— 164 ligne 8 (en remontant) *au lieu de* $a^{1/2}$ (201) *lire* $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01).
— 168 — 16 *au lieu de* suivant, *lire* suivant $\mathbf{n}_g$.
— 212 Dans la formule de la morénosite, *au lieu de* $7 + H^2O$, *lire* $+ 7\,H^2O$.
— 222 3 *au lieu de* orthorhombique, *lire* monoclinique.
4 — 1444,70; 936,60 et de 1107,50, *lire* 1150,50; 645.65 et 763,65.
— 223 et 225 intervertir les numéros des figures.
— 223 sur l'épure, *au lieu de* 2 V = 86°13′, *lire* 88°48′.
— 227 *au lieu de* 978,42, 652,28, 758,11, *lire* 989,60; 659,80; 766,80.
— 232 dans la formule *au lieu de* 7 H^2O, — 5 H^2O.
— 239 dans la formule — Fe^4, — Fe^2.
— 332 *au lieu de* 990,09; 646,05; 763,30, *lire* 1432,50; 934,59; et 1104,20.
— 238 — 1001,291, *lire* 1156,20.
— 286 ligne 16, *au lieu de* niolique, *lire* niobique.
— 298 — *Dureté* 3,5, *lire Dureté* 9, *Densité* 3, 5.
— 300 — 7 (en remontant) *au lieu de* Andrahomena, *lire* Andrahomanana.
— 359 — 3 — — fig. 4 — fig. 7.
— 363 — 4 — — anglarite — angelardite.
— 426 dernière ligne, *ajouter* h^3 (210).
— 430 ligne 10 *au lieu de* fig. 4, *lire* fig. 2.
— 481 — 8 — [Al(OH³)], *lire* [Al (OH)³].
— 691 explication de la fig. 2 *au lieu de* Batafo, *lire* Betafo.
— 711 ligne 6 (en remontant) — Ossun, — Ossen.
— 817 — 2 — — noir — vert.
— 832 — 8 — — interprétation, *lire* interpénétration.

COLUMBITE

Madagascar. — M. Ratel, qui a recueilli le cristal de columbite figuré plus haut, page 618, vient de me fournir des précisions sur son gisement ; il l'a trouvé avec béryl rose, aigue-marine et grenat dans une pegmatite altérée à 10 km. est-sud-est de Mandrarivo.

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR

Paris, 15, rue des Saints-Pères. — Liège, 21, rue de la Régence.

EXTRAIT DU CATALOGUE

Les enclaves des roches volcaniques, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle, 1 volume grand in-8° de 710 pages avec 35 figures dans le texte, 8 planches en couleur (représentant 96 préparations microscopiques) et index géographique.

Cet ouvrage, tiré à petit nombre d'exemplaires et mis en vente à 30 fr. (1893), est sur le point d'être épuisé ..... 40 fr.

Minéralogie de la France et de ses colonies, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. Tome I, grand in-8° de XX-723 pages avec nombreuses figures dans le texte ..... 30 fr.
Tome II, grand in-8° de 804 pages avec nombreuses fig. dans le texte ..... 30 fr.
Tome III, *id* ..... 30 fr.
Tome IV et dernier ..... 35 fr.

Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 23 figures dans le texte et 3 planches ..... 6 fr. 75

Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact. 1er Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège*, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 3 planches ..... 3 fr. 75
— 2e Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège, de l'Aude, des Pyrénées-Orientales et des Hautes-Pyrénées.* 1 volume grand in-8° avec 16 figures et 3 planches .... 3 fr.

Le gabbro du Pallet et ses modifications, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 1 planche ..... 3 fr. 25

Roches de l'Ariège et de l'Auvergne. — I. Contribution à l'étude des roches métamorphiques et éruptives de l'Ariège (feuille de Foix). — II. Sur les enclaves acides des roches volcaniques de l'Auvergne, par A. Lacroix, 1 brochure grand in-8°, avec 12 figures dans le texte ..... 3 fr.

Les minéraux des roches. 1° Application des méthodes minéralogiques et chimiques à leur étude microscopique, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 2° Données physiques et optiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte et une planche en couleur... 12 fr. 50

Tableaux des minéraux des roches. Résumé de leurs propriétés optiques, cristallographiques et chimiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume in-4, relié ..... 6 fr.

Structures et classification des roches éruptives, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 1 volume grand in-8° ..... 5 fr.

Minéralogie. Manuel pratique de minéralogie, introduction à l'étude scientifique des minéraux. *Propriétés essentielles des minéraux. Description des espèces minérales les plus importantes*, par H. A. Miers, professeur de minéralogie à l'Université d'Oxford, traduit de l'anglais, par O. Chemin, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite, 1 volume in-8°, avec 716 figures dans le texte et 2 planches en couleur hors texte. Relié ..... 20 fr.

Cristallographie. *Déformation homogène. Groupements cristallins. Symétrie apparente. Polymorphisme. Isomorphisme*, par F. Wallerant, Membre de l'Institut, Professeur de minéralogie à la Sorbonne, 1 volume in-8° avec 230 figures. Relié .... 18 fr.

Pétrographie. Etudes de pétrographie. Introduction à l'étude microscopique des roches, par A. Harker, professeur de géologie à l'Université de Cambridge, traduit par O. Chemin. 1 volume in-8° contenant 75 figures dans le texte. Relié. ... 12 fr. 50

Carte géologique de la France au $\frac{1}{80000}$, publiée par le Ministère des Travaux publics. (*Demander le catalogue des cartes parues.*)

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR

Paris, 15, rue des Saints-Pères. — Liège, 21, rue de la Régence.

EXTRAIT DU CATALOGUE

Les enclaves des roches volcaniques, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle, 1 volume grand in-8° de 710 pages avec 35 figures dans le texte, 8 planches en couleur (représentant 96 préparations microscopiques) et index géographique.

Cet ouvrage, tiré à petit nombre d'exemplaires et mis en vente à 30 fr. (1893), est sur le point d'être épuisé ..... 40 fr.

Minéralogie de la France et de ses colonies, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. Tome I, grand in-8° de xx-723 pages avec nombreuses figures dans le texte ..... 30 fr.
Tome II, grand in-8° de 804 pages avec nombreuses fig. dans le texte ..... 30 fr.
Tome III, *id* ..... 30 fr.
Tome IV et dernier ..... 35 fr.

Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 23 figures dans le texte et 3 planches ..... 6 fr. 75

Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact. 1er Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège*, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 3 planches ..... 3 fr. 75
— 2e Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège, de l'Aude, des Pyrénées-Orientales et des Hautes-Pyrénées*. 1 volume grand in-8° avec 16 figures et 3 planches .... 3 fr.

Le gabbro du Pallet et ses modifications, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 1 planche ..... 3 fr. 25

Roches de l'Ariège et de l'Auvergne. — I. Contribution à l'étude des roches métamorphiques et éruptives de l'Ariège (feuille de Foix). — II. Sur les enclaves acides des roches volcaniques de l'Auvergne, par A. Lacroix, 1 brochure grand in-8°, avec 12 figures dans le texte ..... 3 fr.

Les minéraux des roches. 1° Application des méthodes minéralogiques et chimiques à leur étude microscopique, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 2° Données physiques et optiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte et une planche en couleur... 12 fr. 50

Tableaux des minéraux des roches. Résumé de leurs propriétés optiques, cristallographiques et chimiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume in-4, relié ..... 6 fr.

Structures et classification des roches éruptives, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 1 volume grand in-8° ..... 5 fr.

Minéralogie. Manuel pratique de minéralogie, introduction à l'étude scientifique des minéraux. *Propriétés essentielles des minéraux. Description des espèces minérales les plus importantes*, par H. A. Miers, professeur de minéralogie à l'Université d'Oxford, traduit de l'anglais, par O. Chemin, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite, 1 volume in-8°, avec 716 figures dans le texte et 2 planches en couleur hors texte. Relié ..... 20 fr.

Cristallographie. *Déformation homogène. Groupements cristallins. Symétrie apparente. Polymorphisme. Isomorphisme*, par F. Wallerant, Membre de l'Institut, Professeur de minéralogie à la Sorbonne, 1 volume in-8° avec 230 figures. Relié.... 18 fr.

Pétrographie. Etudes de pétrographie. Introduction à l'étude microscopique des roches, par A. Harker, professeur de géologie à l'Université de Cambridge, traduit par O. Chemin. 1 volume in-8° contenant 75 figures dans le texte. Relié. ... 12 fr. 50

Carte géologique de la France au $\frac{1}{80000}$, publiée par le Ministère des Travaux publics. (*Demander le catalogue des cartes parues.*)

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS



A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME CINQUIÈME

DEUXIÈME SUPPLÉMENT
ET
INDEX GÉOGRAPHIQUE
DRESSÉ AVEC LE CONCOURS DU
COLONEL AZÉMA

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21
1913

Tous droits réservés

$56.25
Swann Galleries
12/94

Envoi de Monsieur A. Lacroix

Review Copy

Mineralogical Society

of London

A. Lacroix : Minéralogie de la France

Dates of Publication.

1893.	vol. i,	part 1,	pp. 1-304	Silicates (Staurolite – Axinite)
1895	"	" 2	" 305-723	" (Micas – Elvaite)
1896	" ii	" 1	" 1-352	" (Leucite – Zeolites)
1897	"	" 2	" 353-807	Elements, Sulphides, Haloïdes.
1901	" iii	" 1	" 1-400	Oxides (Water & Limonite)
1909	"	" 2	" 401-815	Carbonates & (Brucite – Melli
1910	" iv,	1	" 1-360	Manganites, Sulphates.
1910	"	2	" 361-523	Phosphates, Organic
1913.	v		1-501.	Supplement. Supplement. Geographical Ind

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME CINQUIÈME

DEUXIÈME SUPPLÉMENT
ET
INDEX GÉOGRAPHIQUE

DRESSÉ AVEC LE CONCOURS DU
COLONEL AZÉMA

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21
1913

Tous droits réservés

MINÉRALOGIE DE LA FRANCE

DEUXIÈME SUPPLÉMENT

Le nombre des espèces étudiées dans ce supplément étant relativement peu considérable, il m'a paru préférable de suivre l'ordre alphabétique, mais en ne séparant pas les minéraux d'un même groupe.

Chaque groupe est traité dans l'ordre alphabétique de l'espèce que j'ai choisie pour le dénommer dans le cours de mon livre.

Comme dans le premier supplément (T. IV, p. 670 à 904), les titres sont écrits en capitales italiques pour les espèces décrites dans les volumes précédents et en capitales droites pour celles qui ne figurent pas dans ceux-ci.

En ce qui concerne Madagascar, d'où j'ai rapporté récemment de très nombreux documents nouveaux, je ne m'occuperai ici que des minéraux et des gisements offrant un intérêt spécial ; pour plus de détails, je renvoie à l'ouvrage qui paraîtra prochainement sous le titre : *Les minéraux et les roches de Madagascar*. J'ai été conduit à rectifier l'orthographe de quelques noms de lieux déjà cités dans les volumes précédents.

AMPANGABÉITE

Orthorhombique.

Facies des cristaux. Cristaux limités par des faces rectangulaires et allongés suivant leur intersection mutuelle.

Cassure. Cassure conchoïde ou inégale.

Dureté. 4.

Densité. 3,97 à 4,29 suivant l'état d'hydratation.

Coloration et éclat. Brun rouge à brun noir. Éclat gras extrêmement vif.

Propriétés optiques. Monoréfringente.

Composition chimique. L'analyse suivante a été faite par M. Pisani.

Nb^2O^5	34,80
Ta^2O^5	8,90
TiO^2	4,90
ThO^2	2,50
SnO^2	0,80
UO^3	19,40
$(Y, Er)^2O^3$	4,00
$(Ce,La,Di)^2O^3$	0,60
Fe^2O^3	8,60
Al^2O^5	2,10
CaO	1,50
Perte au feu	12,40
	100,50

Essais pyrognostiques. Très facilement attaquable par les acides, en donnant une solution de couleur jaune d'or (voir page 70).

Diagnostic. Ce minéral se distingue de tous les niobo-tantalates décrits dans ce livre par sa coloration brun rouge.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — J'ai donné le nom d'ampangabéite (*C. R.* CXLIV. 1040. 1912 et *B. S. M.* XXXV. 194. 1912) à un minéral se rencontrant dans la pegmatite à béryl d'Ampangabé. Il se présente en prismes rectangulaires de quelques centimètres de longueur, toujours groupés en plus ou moins grand nombre à axes imparfaitement parallèles ; en général leurs faces sont bombées. L'ampangabéite accompagne la columbite, la strüvérite et la monazite.

Il m'a paru dès le premier abord vraisemblable que ce minéral est orthorhombique, à cause des groupements à axes parallèles qu'il forme avec la columbite. Je puis aujourd'hui le démontrer grâce à de nouveaux échantillons provenant d'un autre gisement voisin, Ambatofotsikely, où se trouvent des cristaux dont la forme rappelle celle de l'euxénite. Souvent d'un brun noir, ils sont associés à de la columbite, de la monazite et de l'orthite.

GROUPE DES AMPHIBOLES[1]

ANTHOPHYLLITE-GÉDRITE (T. I, p. 635; T. VI, p. 784).

Madagascar. — J'ai rencontré (*B. S. M.* XXXV. 97. 1912) un beau gisement de gédrite, à Antanety, à l'W. de Maizimanjaka (au S. W. de Betafo). Ce minéral forme des masses fibrolamellaires brunâtres au milieu de micaschistes à cordiérite et grenat.

J'ai trouvé une anthophyllite fibreuse, jaunâtre, formant avec cordiérite une véritable roche, qui accompagne des masses translucides de cordiérite dans des veinules interstratifiées au milieu des micaschistes du N. W. du mont Tsilaisina (Massif du mont Bity).

IMERINITE (T. IV, p. 787).

Madagascar. — J'ai visité le gisement d'Ambatoarina, d'où proviennent les matériaux qui m'ont servi à établir cette espèce (tome IV, p. 787). L'imerinite forme dans un calcaire métamorphisé par le granite des cristaux nets, d'un bleu noir, atteignant jusqu'à 2 cm. de longueur et aussi des masses fibreuses, d'un bleu de lin, rappelant certaines crocidolites. On y voit associés du quartz, de la pyrite, de l'albite et parfois des mouches de galène.

HORNBLENDES (T. I, p. 661; T. IV, p. 789).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. MM. Gonnard et Barbier ont publié les analyses suivantes (*B. S. M.* XXXIV. 228. 1911) de la hornblende basaltique du puy de Chaumonteix, entre Aubières et Montrognon (*a*) et de Pardines (*b*); celle-ci renferme des traces de Cr^2O^3.

1. Pour *katoforite*, voir p. 58 à *ægyrine*.

	a	*b*
SiO^2	45,25	52,20
TiO^2	1,03	0,44
Al^2O^3	18,11	6,16
FeO	14,28	11,02
MgO	8,77	12,77
CaO	12,23	16,26
Alcalis	»	1,03
	99,67	99,88

De très beaux cristaux de hornblende se trouvent aux sources de la Couze dans le Cézalier (formes communes et macles suivant h^1).

Madagascar. — Des cristaux du même type accompagnent l'augite du mont Ampala près Soavinandriana (massif de l'Itasy).

ANGELARDITE (T. IV, p. 522).

M. Schaller a trouvé dans les pegmatites de Californie un minéral semblable à l'angelardite du Limousin ; sa composition serait celle d'une strengite un peu manganésifère, d'après les indications verbales qu'a bien voulu me donner ce savant.

ANGLÉSITE (T. IV, p. 130).

Tonkin. — Je dois à M. Dupouy des cristaux transparents d'anglésite rappelant ceux de Monte Poni et, comme eux, renfermés dans les cavités de galène grenue. Ils proviennent de Lang-Hit.

GROUPE DE L'ANTIGORITE

XYLOTILE (T. I, p. 436).

Madagascar. — Les diabases de Farafata, au N. de Tamatave, sont traversées par des veinules de calcite, pyrite, quartz, associés à des plaquettes de xylotile brun ressemblant à du vieux bois : analyse par M. Couyat (*Bull. Muséum.* 1906. 73).

SiO^2	49,95
Fe^2O^3	13,17
FeO	5,18
MgO	14,20
CaO	0;09
H^2O	16,96
	99,55

GROUPE DE L'APATITE

APATITE (T. IV, pp. 378, 903).

Anjou. — *Maine-et-Loire.* Je dois à M. Mermod une géode tapissée de lames hexagonales de minguétite de la mine de fer de Minguet près Segré; au milieu de ces lames, sont implantés des cristaux hexagonaux ($p\ m$) d'apatite jaune, à faces brillantes, qui mesurent 5 à 6 mm.

Madagascar. — J'ai rencontré (*B. S. M.* XXXV. 80. 1912) dans quelques pegmatites à rubellite rouge foncé (Manjaka, Antsongombato), renfermant du triphane, une apatite un peu manganésifère (MnO = 0,6 0/0) d'un bleu de Prusse; ses cristaux ($p\ m$) atteignent 1 cm. Elle est souvent englobée dans l'albite et associée à de la tourmaline d'un brun verdâtre. Je dois à M. Rosamoël un cristal transparent d'apatite jaune ($p\ m$) mesurant 2 cm. 5 $\times$ 3 cm., et provenant d'une pegmatite à béryl de la région de Fianarantsoa. Il est un peu fibreux dans la zone verticale. [$\mathbf{n}_g = 1{,}6388$, $\mathbf{n}_p = 1{,}6354$].

L'orthose d'Itrongahy est accompagnée de cristaux transparents d'apatite d'un vert émeraude (3 cm.) [$\mathbf{n}_g = 1{,}6386$, $\mathbf{n}_p = 1{,}6343$].

PYROMORPHITE (T. IV, p. 394).

Congo. — J'ai observé parmi les minéraux provenant de la mine de cuivre de Djoué des prismes hexagonaux de pyromorphite présentant le même aspect et les mêmes associations que ceux de Mindouli.

Madagascar. — Dans la région des mines d'Andavakoera, à Ranomafana, des cristaux jaunes de pyromorphite tapissent des cavités du quartz ou recouvrent la galène.

J'ai trouvé dans la terre rouge résultant de la décomposition de la pegmatite de Samiresy des agrégats de prismes hexagonaux jaunes de pyromorphite, qu'il est intéressant de signaler dans un semblable gisement. Ils indiquent la vraisemblance de l'existence d'une petite quantité de galène dans la roche fraîche; il faut noter que la samirésite est elle-même riche en plomb.

ARGENT (T. II, p. 405); *ARGYRITE* (T. II, p. 509).

Madagascar. — Le gisement d'argent natif, dont il est question page 841 du tome IV, se trouve à l'extrémité N.-E. de la région auri-

fère d'Andavakoera, à Betankilaotra. Un petit filon argentifère suit un filon aurifère, dans lequel de l'or natif a été trouvé engagé dans la barytine. L'argent natif de cette localité est, lui aussi, enveloppé dans la barytine laminaire ; il forme soit des rameaux, soit des groupes d'octaèdres enfilés ou des masses dont la plus importante pesait 500 gr. La barytine est parfois traversée par de minces filets d'argyrite.

Je dois à M. Chrissement des échantillons provenant de Rafiatokana à l'Est d'Ankavandra ; ils consistent en veinules de smaltite en relation avec une diabase, dans les fentes de laquelle se trouvent de grandes plaques d'argent natif ; le même minéral est aussi engagé dans la smaltite, dont la gangue est calcaire.

GROUPE DE L'ARSÉNOLITE ET DE LA CLAUDÉTITE

SENARMONTITE (T. III, p. 3).

Plateau Central. — *Cantal.* L'usine de Massiac, dans laquelle est traitée la stibine de la région, a fourni des masses de valentinite à surface mamelonnée, dans les cavités desquelles se trouvent de longues aiguilles de valentinite recouvertes ou épigénisées par de petits octaèdres de senarmontite.

Corrèze. Je dois au Dr Puyaubert des échantillons constitués par des fragments de quartz et de stibine fondus et agglomérés, ou seulement agglomérés ; leurs intervalles sont tapissés par des aiguilles de valentinite, des octaèdres de senarmontite et des lamelles hexagonales d'un minéral qui n'a pu être déterminé (il est pseudohexagonal, peu biréfringent, la bissectrice aiguë de signe négatif est très oblique au plan de la lame). Ces échantillons viennent des déblais de l'usine qui traitait la stibine de Channac.

VALENTINITE (T. III, p. 19).

Plateau Central. — *Corrèze.* Voir à *senarmontite*.

Algérie. — *Constantine.* M. Ungemach a étudié récemment des cristaux aciculaires de valentinite de Sensa mesurant 5 mm. × 1 mm. ; ils sont remarquablement riches en formes et assez nets pour permettre d'en déduire des paramètres plus exacts que ceux généralement admis d'après des mesures médiocres.

$$[a : b : c = 0{,}3936 : 1 : 0{,}4339]$$

Ces nouvelles données permettent de simplifier le symbole des formes antérieurement connues dans ce minéral (page 19, tome IV). C'est ainsi que a^1 devient a^2 (102) et v, $(b^1\ b^{1/3} g^{1/2})$ (122).

Les formes observées dans ces nouveaux cristaux sont les suivantes : m (110), h^1 (100), h^2 (310), h^3 (210), g^3 (120), g^2 (130); p; e^2 (012), $e^{2/3}$ (032); b^1 (112), $b^{1/2}$ (111), $b^{1/8}$ (441); $\alpha = (b^{1/2}\ b^{1/4}\ g^1)$ (131).

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	137° 2′	137°	*pb^1		149°21′
h^1h^2	172°32′	172°	$pb^{1/2}$	130°9′	130°13′
h^1h^3	168°52′	168°	$pb^{1/8}$	101°55′	102°
g^1g^3	128°13′	128° 2′	*b^1b^1 s. a^1		158°31′
g^1g^2	139°44′	139°46′	b^1b^1 s. e^1	89°22′	89°32′
pe^2	167°45′30″	167°47′30″	$b^{1/2}g^1$	106°15′	106°13′
$pe^{2/3}$	146°57′	146°39′	αg^1	131°10′	131°19′

AUTUNITE (T. IV, p. 543).

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. Des lamelles d'autunite ont été rencontrées dans les granites de Beaune au cours de recherches pour l'or, ainsi qu'à la surface et dans les cassures du béryl de la carrière du Coudier en Larmont.

Nièvre. Je dois à M. Marlot des échantillons d'autunite en paillettes, avec cristaux nets, tapissant les fentes d'un filon de quartz à Beauregard en Arleuf.

Madagascar. — Des paillettes d'autunite se rencontrent dans les fissures de presque toutes les pegmatites renfermant des niobo-tantalates uranifères, notamment à Ambolotara (Ouest de Betafo), à Antandrokomby, etc.

Je dois à M. G. Grandidier de jolis échantillons de ce minéral recouvrant une pegmatite et une argile brunâtre du mont Kinjabé, dans la région d'Ankafotra, située entre Tsiroanomandidy et Ankavandra.

J'ai étudié sur place un remarquable gisement d'autunite sur lequel j'ai appelé déjà l'attention (*C. R.* CLII, 559. 1911. et *B. S. M.* XXXIV. 67. 1911); il paraît différent de tous ceux déjà connus. L'autunite en effet s'y rencontre en quantité considérable dans les fentes des couches les plus tourbeuses des alluvions quaternaires de Vinanikarena, au

S. E. d'Antsirabé. Ses cristaux épigénisent aussi des racines de plantes, tapissent des galeries creusées par des vers. C'est donc un minéral de formation extrêmement récente, résultant de la précipitation, par les phosphates organiques de la tourbe, de traces de sels d'urane, qui ont dû être entraînés des pegmatites uranifères constituant la bordure du bassin hydrographique de l'ancien lac d'Antsirabé. Il est vraisemblable que c'est par un mécanisme analogue qu'il faut expliquer les traces d'urane existant dans cette variété d'anthracite de Suède, appelée le *kolm*.

L'autunite est assez abondante à Vinanikarena pour qu'on ait pu monter une petite usine, dans laquelle le minéral est concentré par lavage à un degré où il devient marchand pour l'extraction du radium.

Les échantillons de ce gisement sont magnifiques quand on les extrait du sol, mais par dessiccation, ils tombent très vite en poussière.

M. Rosamoël me signale la découverte d'un gisement d'autunite à 9 km. S.-S.-O. du précédent, à Vohimanombo : l'autunite forme des paillettes dans un gneiss traversé par des veinules de pegmatite elle-même uranifère.

AXINITE (T. I, p. 277 ; T. IV, p. 733).

Dans la description de cette espèce, tome I, p. 277, j'ai donné pour la valeur de yz et zx le supplément des valeurs réelles ; il faut donc lire : $yz = 58°28'$, $zx = 135°18'$.

Alpes. — *Isère*. A l'énumération des formes nouvelles observées par MM. Gonnard et Offret dans l'axinite de l'Oisans, que j'ai donnée tome VI, p. 733, il y a lieu d'ajouter $\omega = (376)$ et $\varsigma = (57\bar{2})$.

BARYTINE (T. VI, pp. 47, 902).

Cévennes. — *Gard*. M. Ungemach a retrouvé dans la collection de l'École des Mines les cristaux de barytine étudiés par Ch. Friedel et dont il est question à la page 71 du tome IV. Ils sont indiqués comme provenant de Tamaris, près Alais (probablement de la mine de pyrite). Ils sont caractérisés par l'égal développement de p, m, a^2, e^1 et par la grande richesse en faces de la zone pm, qui, en outre des faces que j'ai indiquées, présentent b^6 (1.1.12) [au lieu de b^5 (1.1.10)], $b^{3/8}$ (443), $b^{1/4}$ (221), $b^{1/8}$ (441) ; a^1, $a^{2/3}$ (302) ; h^3 (210), h^4 (530), h^5 (320).

Madagascar. — La région minière d'Andavakoera renferme un grand nombre de filons stériles de barytine laminaire, parallèles aux filons aurifères ou les croisant. Le même minéral abonde souvent dans la partie axiale des filons aurifères, c'est-à-dire entre les deux mâchoires de quartz cristallisé (voir à *or*). Dans un seul filon, à Betankilaotra, cette barytine renferme de l'or natif et à ce filon en est accolé un autre, dans lequel ont été trouvés de beaux échantillons d'argent natif.

Dans les filons de Ranomafana, il existe des géodes, au milieu desquelles se rencontrent de magnifiques cristaux transparents, incolores, de barytine ; j'en ai extrait moi-même un cristal mesurant 14 cm., il est creusé de profondes figures de corrosion. Ces cristaux sont du type de la figure 56 de la page 84 du tome IV. Aplatis suivant p (001), ils présentent en outre a^4 (104), a^2 (102), e^1 (011) et souvent m (110), $b^{1/2}$ (111).

Ils sont fréquemment recouverts de cristaux de dolomite et contiennent parfois une grande quantité d'inclusions liquides, visibles à l'œil nu, dans lesquelles une bulle gazeuse se déplace, lorsqu'on incline le cristal.

J'ai rapporté du même gisement des périmorphoses de cristaux de barytine (*pm*) (ne mesurant pas moins de 10 cm.) en cristaux de quartz, généralement colorés en jaune brunâtre par de la limonite.

Particulièrement intéressante est l'existence de la barytine, associée au quartz, à l'albite, au microcline, à la galène, comme minéral métamorphique dans les calcaires métamorphisés par le granite d'Ambatoarina, près Ambatofangehana.

BASTNAÉSITE

$$[(Ce.\,La.\,Di)\,F]^3\,(CO^3)^3$$

Hexagonale ou rhomboédrique.

Faciès des cristaux. Les cristaux ont la forme de prismes hexagonaux basés, rarement bordés de pyramides.

Clivages. Certains cristaux de Madagascar possèdent des plans de séparation particulièrement faciles suivant a^1 (0001).

Dureté. 4,5.

Densité. 4,948 (Madagascar) à 5,12 (Colorado).

Coloration et éclat. Jaune clair sur le clivage, qui possède un éclat

nacré très vif, jaune à brun rouge dans les autres directions avec l'éclat gras. Dans quelques gisements, le minéral est uniformément brun. Translucide à transparente.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* ($\mathbf{n}_g$). $\mathbf{n}_p = 1{,}7145$ (Madagascar), 1,7190 (Colorado) (Na).

Très biréfringente.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme dans les teintes jaunes est faible ; son maximum a lieu suivant $\mathbf{n}_g$.

Composition chimique. La formule chimique peut être mise sous la forme $[(Ce, La, Di)\,F]^3(CO^3)^3$, afin de montrer l'analogie de ce minéral avec la parisite $[(Ce,La,Di)\,F]^2Ca(CO^3)^3$, qui présente la même forme cristalline et les mêmes propriétés optiques.

L'analyse suivante a été faite par M. Pisani sur le minéral des environs d'Ambositra ; le fluor a été dosé par M. Armand Gautier.

CO^2.....	20,20
F.....	6,23
Ce^2O^3.....	40,50
$(La, Di)^2O^3$...	36,30
P^2O^5.....	0,60
	103,83
— O(= F)	2,64
	101,22

Essais pyrognostiques. Difficilement attaquable à chaud par l'acide chlorhydrique ; attaquée par l'acide sulfurique avec dégagement d'acide carbonique et de fluor. Infusible au chalumeau en devenant blanche et opaque.

Diagnostic. La bastnaésite est caractérisée par ses propriétés optiques jointes à ses propriétés pyrognostiques ; elle montre au spectroscope les raies d'absorption du didyme. Elle se distingue de la parisite par l'absence de chaux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — J'ai signalé (*B. S. M.* XXXV. 108. 1912) la bastnaésite d'après un échantillon de Torendrika, à l'Ouest d'Ambositra, qui m'a été communiqué par M. Buhan. Il a été trouvé en fragments isolés au milieu de la terre rouge, non loin du gisement analogue qui a fourni la tschewkinite. Un fragment de cristal mesure 4 cm. de plus grand diamètre. Ce minéral provient de la destruction d'une pegmatite à biotite.

BÉRYL (T. II, p. 8 et IV, p. 804).

Madagascar. — J'ai développé, en collaboration avec M. Rengade (*B. S. M.* XXXIV. 123. 1911), l'idée émise p. 806 du tome IV, sur la continuité des propriétés physiques et chimiques des béryls roses. Plus récemment, MM. Duparc, Wunder et Sabot ont décrit des cristaux présentant les mêmes formes et le même faciès que ceux de Maharitra, étudiés dans mon tome IV, mais l'un d'eux, provenant d'Ankitsikitsika (et non de Maharitra), possède une coloration d'un vert bleuâtre (*B. S. M.* XXXIV. 131. 1911), puis ils ont publié (*id.* 239) l'analyse de deux aigues-marines de composition et de propriétés physiques très voisines de celles du béryl rose de Tsilaisina. Ils en ont conclu que les propriétés des béryls sont indépendantes de leur couleur, ce que j'admets très volontiers, car je vais en donner plus loin de nouvelles preuves, mais ils ont admis en outre qu'il existe deux types distincts de béryl, ce qui est en contradiction avec la continuité que je crois avoir démontrée. J'ai repris l'étude de cette question à l'aide des documents que j'ai rapportés de Madagascar (*B. S. M.* XXXV. 200. 1912).

Puisqu'il y a liaison intime entre la densité, les indices de réfraction et la composition chimique des béryls, on peut prendre l'une quelconque de ces propriétés pour démontrer la continuité de la série. Voici les nombres mesurés avec le concours de M. Gaubert sur des échantillons aussi exempts que possible d'inclusions et de bulles [1].

Tsaravovona	+ 2,7027	Rose
Sahanivotry	2,709 à 2,712	Jaune, vert
Ampangabé	2,709 à 2,720	Bleu, vert
Sahatorendrika	2,712	Bleu, vert
Maseza	2,713	Vert, jaune
Jaiky	2,715	Vert
Ikalamavony		Bleu foncé
* Tetehina	+ 2,7116	Bleu
* Tsilaisina	+ 2,7165	Rose
* Tsilaisina	2,710 à 2,729	Rose
Ifempina	4,710 à 2,716	Jaunâtre
Fefena	2,717	Bleu foncé
Tongafeno		Vert

1. Le signe * indique les béryls provenant de pegmatites à minéraux lithiques, + désigne les nombres dus à MM. Duparc, Wunder et Sabot.

Ampangabé	2,718	Jaune
Sahanivotry	2,718	Bleu
Andranomifafa	2,718 à 2,737	Bleu
Ambatolampy	+ 2,7186 (moy.)	Bleu
Ampangabé	2,719	Vert pâle
Sahanivotry		Vert
* Vohimasina	2,720	Vert
* Vohidahy	2,720 à 2,784	Rose
Ampangabé	2,721	Rose
Tongafeno	2,722 à 2,770	Bleu foncé
Tongafeno	+ 2,7379	Bleu foncé
* Ampangabé	2,731	Rose
Ifasina	2,732	Bleu
* Antaboaka	2,738	Bleu foncé
* Antsongombato	2,738	Vert pâle
Maharitra	2,742	Vert
* Vohimasina	2,745 à 2,758	Rose clair
* Ihosy	2,746	Vert pâle
Antaboaka	+ 2,7477 (moy.)	Bleu foncé
* Antandrokomby	2,752 à 2,800	Rosé violacé
* Antaboaka	2,765	Bleu foncé
Tongafeno	2,770 à 2,775	Vert jaune
* Anjanaboana	2,772 à 2,881	Incolore à rose vif
* Marirana	2,782	Rose
* Vohimasina	2,800 à 2,806	Vert pâle
* Antaboaka	2,808 à 2,812	Rosé
* Katokely	2,820	Rose vif
* Maharitra	2,775 à 2,910	Rose
* Ankitsikitsika	+ 2,8474	Bleu verdâtre
* Maharitra	+ 2,8808	Rose
* Maharitra[1]	2,910	Rose

De l'examen de ces nombres, je crois pouvoir tirer les conclusions suivantes :

1° Les béryls constituent bien une série continue.

2° Dans une même localité, l'amplitude des variations est plus ou moins grande ; elle reste quelquefois confinée dans des limites assez étroites, mais dans d'autres cas elle s'étend fort loin.

1. Ce béryl est le plus dense de tous ceux qui ont été décrits jusqu'ici ; il possède aussi les indices les plus élevés :

$$n_g = 1{,}6021 \text{ (Na)}$$
$$n_p = 1{,}5953$$
$$n_g - n_p = 0{,}0068$$

Ampangabé : 2,709 ; 2,714 ; 2,718 ; 2,719.

Tongafeno : 2,717 ; 2,722 ; 2,743 ; 2,756 ; 2,770 [1].

Anjanaboana : 2,772 ; 2,812 ; 2,856 ; 2,881.

Maharitra ; 2,817 ; 2,852 ; 2,865 ; 2,910.

Le béryl de Vohimasina, dont il est question plus loin, fournit des cristaux appartenant presque aux deux extrémités de la série.

De ce qu'en regard du nom de certains des gisements de la liste ci-dessus, il n'existe qu'une valeur, cela ne signifie pas que la composition des béryls qui en proviennent est constante, cela tient surtout à ce qu'il n'en a été mesuré qu'un seul échantillon.

2° Les variations s'observent donc dans les cristaux divers d'une même localité, mais on peut les rencontrer aussi dans un seul et même cristal ; c'est ainsi par exemple qu'il existe des cristaux présentant des portions roses ou vertes, dont les densités sont différentes.

Ampangabé : partie vert pâle 2,709 à 2,714 ; partie rose 2,721.

Vohimasina : partie verte 2,720 ; partie rose 2,745 ; dans un autre cristal, les valeurs sont différentes et en outre leur ordre est renversé : partie verte 2,800 à 2,806, partie rose 2,748 à 2,758.

Maharitra : partie verte 2,742, partie rose 2,775.

3° La couleur n'est pas liée nécessairement à une composition déterminée, ce qui s'explique d'ailleurs par ce fait que le pigment coloré existe en quantité presque impondérable. On vient de voir par l'exemple de Vohimasina que suivant les échantillons, ce sont les parties vertes ou les parties roses qui sont les plus denses.

Cependant, il n'est pas douteux que dans les gisements actuellement connus à Madagascar, les couleurs bleues et vertes (aigue-marine) prédominent dans les variétés légères et que l'inverse a lieu pour les plus lourdes ; je n'ai personnellement observé qu'un béryl de densité supérieure à 2,775, qui soit d'une couleur autre que le rose.

4° La forme aplatie suivant la base, avec prédominance de la pyramide a^1, est jusqu'ici caractéristique des béryls les plus lourds de Madagascar (à partir de la densité de 2,78 de ma liste).

1. Comme contrôle, les indices de trois de ces pierres ont été mesurés (Na).

Δ	2,722	2,743	2,770
$\mathbf{n}_g$	1,5878	1,5910	1,5927
$\mathbf{n}_p$	1,5811	1,5841	1,5859
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p$ ..	0,0067	[0,0069	0,0068

MM. Duparc, Wunder et Sabot ont donné pour un béryl de ce gisement $\Delta = 2{,}7379$; $\mathbf{n}_g = 1{,}5856$; $\mathbf{n}_p = 1{,}5791$; $\mathbf{n}_p - \mathbf{n}_g = 0{,}0065$.

La forme très allongée suivant l'axe vertical a été observée jusqu'à une densité de 2,775, mais les béryls d'Antandrokomby, qui possèdent cette dernière densité, sont raccourcis suivant l'axe vertical comme ceux d'Anjanaboana, dont la densité est de 2,88.

5° En ce qui concerne le gisement, les types les plus lourds (densité supérieure à 2,775) n'ont été trouvés jusqu'à présent que dans les pegmatites à minéraux lithiques, ce qui s'explique d'ailleurs, puisque ce qui caractérise ces béryls c'est leur richesse en lithium, rubidium et césium et que ces métaux alcalins se rencontrent dans beaucoup des minéraux qu'accompagnent ces béryls, alors que les pegmatites à muscovite ne contiennent pas de minéraux très lithiques ; mais ces pegmatites à minéraux lithiques peuvent renfermer aussi toutes les autres variétés de béryl (Vohimasina) ou même uniquement des béryls légers (Tsilaisina, Antsongombato).

Quant aux pegmatites à muscovite, elles constituent le gisement principal des béryls légers, mais l'exemple de Tongafeno montre qu'il peut s'y rencontrer aussi des termes intermédiaires.

De tous ces faits, il ressort l'impossibilité d'admettre l'existence de deux types nettement distincts de béryl : aucun des caractères ne permet d'établir une coupure légitime, nécessaire, dans cette série continue. D'ailleurs, est-il étonnant qu'il en soit ainsi dans ces pegmatites où l'on voit souvent, à côté du béryl, les tourmalines présenter ces extraordinaires zonages, avec passages souvent insensibles, accompagnés de variations de toutes les propriétés physiques?

M. Vernadsky a décrit sous le nom de *worobiéwite* un béryl de l'Oural contenant 3,10 pour 100 de Cs^2O et 1,39 de Li^2O ; les cristaux sont aplatis suivant la base et présentent les faces a^1 $(11\bar{2}1)$ dominantes.

J'ai rapproché antérieurement [1] ce béryl des types de composition similaire de Madagascar et MM. Duparc, Wunder et Sabot ont repris après moi cette comparaison. Mais M. Vernadsky donne pour densité 2,765 [j'ai constaté une valeur voisine (2,72) et des indices de réfraction correspondants, c'est-à-dire faibles, sur un cristal de worobiéwite, que je dois à mon savant ami] : il faut donc en conclure que la densité n'a pas été prise sur l'échantillon analysé et que dans l'Oural il existe probablement une série comparable à celle de Madagascar ; mais cela montre en outre, et cela a de l'importance pour la question que je discute ici, que l'aplatissement des cristaux et leurs formes

1. J'ai écrit à tort worobejvite dans le tome IV.

dominantes ne sont pas sous la dépendance exclusive de la composition chimique.

La démonstration de ce fait découle aussi de la comparaison des cristaux d'Antandrokomby et de Tongafeno, dont j'ai parlé plus haut, qui, avec des densités identiques, présentent, l'un le raccourcissement, l'autre l'allongement suivant l'axe vertical. Il en est de même aussi de la richesse en faces que MM. Duparc, Wunder et Sabot donnent comme caractéristique du béryl dense, alors qu'elle n'est caractéristique que de celui des deux filons (Maharitra, Ankitsikitsika) dont proviennent les cristaux qu'ils ont décrits. Dans d'autres gisements (Antandrokomky, Anjanaboana), des cristaux de densité presque identique sont réduits à un prisme hexagonal basé [1], avec parfois de petites facettes a^1, comme le béryl léger de Tsilaisina.

GROUPE DE LA BETAFITE (voir page 70).

BISMUTH (T. II, p. 386; T. IV, p. 840). — *BISMUTHINITE* (T. II, p. 459; T. IV, p. 840). — *BISMUTHITE* (T. III, p. 776). — *BISMITE* (T. III, p. 23; T. IV, p. 840).

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. M. Didier m'a communiqué un cristal de bismuth natif de Puy-les-Vignes (tome II, p. 388) interpénétré avec un cristal de wolfram, l'un et l'autre étant d'ailleurs dépourvus de formes géométriques extérieures.

Madagascar. — J'ai rencontré (*C. R.* CXLIV. 1040. 1912 et *B.S. M.* XXV. 92. 1912) dans les pegmatites du Plateau Central l'association de minéraux de bismuth à des titano-niobo-tantalates uranifères et aux nombreuses espèces qui rendent ces gisements si remarquables. Seul le bismuth natif se rencontre quelquefois à l'état intact, constituant généralement un seul cristal à large clivage basique, pouvant atteindre plusieurs centimètres d'arête (E. d'Ihosy dans la vallée de la Sahatany et Tsilaisina). Plus souvent (Samiresy), ce minéral est, au moins en partie, transformé en bismuthite, mélangée de bismite ter-

1. Il faut noter seulement qu'à Anjanaboana le prisme est h^1 $(11\bar{2}0)$ et qu'à Tsilaisina, il est m $(10\bar{1}0)$; l'absence de pyramide dans les cristaux d'Antandrokomby y laisse indéterminée la notation du prisme.

reuse jaunâtre et parcourue par des veinules rouges de puchérite.

La bismuthinite, toujours épigénisée en bismuthite d'un gris perle, est associée à de la bismite et à de la puchérite ; elle forme dans la pegmatite à béryl d'Ampangabé des cristaux pouvant atteindre plusieurs kilogrammes. Ils présentent de beaux clivages, à éclat nacré, qui sont ceux du minéral primordial. Ces cristaux transformés ne possèdent que des faces de la zone prismatique (m, h^1, g^1) ; ils englobent des cristaux de muscovite, de béryl, de quartz, etc.

BITYITE (T. IV, p. 673).

Madagascar. — Je n'ai pas trouvé de bityite en dehors des pegmatites de Maharitra, d'où proviennent les échantillons qui m'ont servi à établir cette espèce. Ce minéral se trouve exclusivement dans des druses et dans les deux conditions suivantes :

1° En cristaux épais, mais aplatis suivant la base, implantés sur les cristaux de quartz ou de rubellite ; leur formation date de la fin de la cristallisation normale de la roche. C'est plus tard que s'est formée la variété en petits tonnelets allongés suivant l'axe vertical et englobés, avec rubellite et albite, dans des agrégats de lamelles de lépidolite : cet ensemble a achevé le remplissage de certaines géodes.

2° En lames très minces, aplaties suivant la base et intimement associées à de la rubellite aciculaire d'un rose pâle. Cette variété s'est produite après la précédente dans la phase de corrosion des éléments normaux de la pegmatite. Elle recouvre les cristaux de microcline se transformant en albite, ou bien se trouve dans les cavités de corrosion de celui-ci ou encore est implantée au milieu de fines aiguilles de rubellite recouvrant de gros cristaux de tourmaline.

J'ai étudié un échantillon formé de calcite, à plans de séparations basiques, dans lesquels sont distribuées des lames de bityite, géométriquement orientées sur leur hôte (l'axe ternaire et les axes binaires communs) et de fines aiguilles de rubellite pâle.

BLENDE (T. II, p. 520).

Guinée. — De jolis tétraèdres jaune de miel de blende sur lesquels sont orientés de petits tétraèdres de chalcopyrite, se trouvent à Tabouna dans les fentes d'une diabase.

GROUPE DE LA CALCITE

CALCITE (T. III, pp. 417, 803; T. IV, p. 901).

De nombreux renseignements sur les *marbres* des gisements français sont donnés dans le récent ouvrage de M. Darras intitulé *La marbrerie*, Paris, Dunod, 1912.

Saône-et-Loire. Les calcaires liasiques épigénisés par la romanéchite, qui ont fourni les beaux cristaux de calcite décrits tome III, renferment des macles suivant p $(10\bar{1}1)$ du scalénoèdre d^2, remarquables par leur netteté [type des fig. 6 et 7 (avec aussi développement intermédiaire), de la page 420 du tome III]. Ou bien elles existent seules dans une même géode de calcaire rouge, ou bien elles sont implantées sur de gros rhomboèdres $e^{5/3}$ d^2 (du type de la fig. 1, p. 804, t. III). Ces macles ont de 1 à 4 cm. de plus grande dimension.

Madagascar. — Dans la mine de Ranomafana, de la région d'Andavakoera, les filons de quartz aurifère ont renfermé de gros cristaux de calcite (d^2 et p) aujourd'hui disparus ; ils sont représentés par une enveloppe périmorphique, constituée par des cristaux enchevêtrés de dolomite, associés à de jolis cristaux de chalcopyrite.

D'énormes cristaux de calcite $[d^1(11\bar{2}0)]$ avec une base bosselée accompagnent la laumontite dans les cavités des diabases des environs de Mananjary.

DOLOMITE (T. III, pp. 637, 638).

Algérie. — *Alger.* Je dois à M. Seurat de magnifiques cristaux parfaitement transparents de dolomite, qu'il a recueillis au Rocher de Sel près de Djelfa ; ils ont jusqu'à 8 cm. et présentent les propriétés cristallographiques et notamment les macles des beaux cristaux des environs de Saint-Pandelon, décrits tome III, p. 645 (fig. 3 à 5). Quelques-uns de ces cristaux présentent une cassure conchoïdale, semblable à celle que l'on observe quelquefois dans le spath d'Islande.

Madagascar. — La mine de Ranomafana fournit de belles géodes de dolomite en rhomboèdres d'un blanc laiteux, parfois associés à des cristaux de chalcopyrite et de barytine ; j'y ai recueilli aussi les périmorphoses de gros cristaux de calcite, dont il est question plus haut.

GIOBERTITE (T. III, p. 587).

Madagascar. — La serpentine du mont Vohibory, à 34 km. S. de Benenitra, renferme des veines de giobertite compacte, que j'ai pu étudier (*B. S. M.* XXXIV. 71. 1911) sur des échantillons que m'a communiqués M. Perrier de la Bathie.

C'est dans les mêmes conditions que le même minéral se trouve dans la vallée du Jabo, au N. de Tananarive.

CALÉDONITE (T. IV, p. 155).

Nouvelle-Calédonie. — M. Ungemach m'a signalé l'existence de cristaux extrêmement petits de calédonite dans les druses d'une galène très altérée de la Nouvelle-Calédonie ; ils sont accompagnés de linarite et de cristaux jaunes d'anglésite ; ils paraissent provenir de la mine Mérétrice. Ces cristaux sont allongés suivant l'arête pg^1, parallèlement à laquelle ils sont striés ; ils présentent les formes p, $e^{3/2}$ (023), e^1 (011), $e^{5/6}$ (065), g^1, m, $a^{1/2}$ (201), $b^{1/4}$ (221) et $b^{3/4}$ (223).

CÉRUSITE (T. III, p. 699).

Congo. — Je dois à M. de Romeu une très belle macle de cérusite, allongée suivant l'axe vertical et ne mesurant pas moins de 4 cm. Ce cristal isolé, accompagné de quelques cristaux de dioptase, a été recueilli à Koumbakoa, près Pimbi.

Des cristaux analogues à ceux de Mindouli et parfois de grande taille accompagnent la dioptase de la mine de Djoué. Ils sont contemporains de fin de la cristallisation de ce minéral, reposant sur les plus gros cristaux et en supportant de plus petits. Ils sont en général aplatis suivant g^1, allongés suivant l'arête pg^1 et présentent a^2 très développé.

CHALCOPYRITE (T. II, p. 678 ; T. IV, p. 868).

Madagascar. — La chalcopyrite est l'un des minéraux des veines quartzeuses cuprifères et aurifères intercalées dans les schistes cristallins d'Imaina : dans la vallée de la Kiranomena (Betsiriry), elle imprègne des gneiss à pyroxène.

A Ranomafana (Andavakoera), j'ai recueilli de jolis cristaux de chalcopyrite à faces éclatantes, implantés sur barytine ou sur dolomite dans des géodes quartzeuses du filon aurifère ; il n'y existe que des formes communes $b^{1/2}$, a^1, avec quelquefois des macles suivant $b^{1/2}$.

CHALCOSITE (T. II, p. 512 ; T. IV, p. 853).

Plateau Central. — *Aveyron.* Des recherches effectuées par M. Moise-Corlobé dans le gîte de Labade à Viala du Dourdan, en Calmels et Viala, ont fait trouver dans les schistes et les grès triasiques des veinules et des nids d'une belle chalcosite compacte, souvent irisée, à gangue calcaire. Elle se trouve surtout au mur du gisement et englobe parfois des filets charbonneux.

Congo. — La mine de Djoué renferme comme minerai principal une chalcosite compacte semblable à celle de Mindouli.

Madagascar. — La chalcosite est, avec la chalcopyrite, l'un des minerais de cuivre des lits quartzeux aurifères intercalés dans les gneiss de la région d'Ihosy, dans le pays Bara.

Elle paraît être le minerai originel principal des filons se trouvant au contact de schistes micacés et de quartzites avec des amphibolites dans les environs de Betafo. Les affleurements renferment surtout de la malachite et du chrysocole. J'ai vu notamment de beaux échantillons de chalcosite facilement clivable, provenant de Mandro ; ils renferment de gros cristaux d'épidote.

Particulièrement intéressant est un gisement, dont je dois la connaissance à M. Bonnefond ; il s'agit d'une pegmatite à biotite et tourmaline formant un filon d'environ 1 mètre dans la rivière Ikoly (district d'Ambatofinandrahana). La chalcosite est régulièrement distribuée dans cette roche, dont les feldspaths sont colorés en vert par de la malachite et simulent ainsi l'amazonite.

CHESSYLITE (T. III, p. 756).

Plateau Central. — *Rhône.* M. Gonnard a décrit (*B. S. M.* XXXIII. 241. 1910) quelques cristaux de chessylite de Chessy présentant des

combinaisons de formes déjà connues; il a figuré en particulier (fig. 1) un groupement à axes parallèles de deux cristaux, pouvant être considérés comme accolés suivant p (001) (avec interpénétration partielle).



Fig. 1. — Groupement à axes parallèles de chessylite de Chessy.

Madagascar. — La chessylite est moins abondante que la malachite parmi les produits d'altération des minéraux cuprifères : on peut citer toutefois Imaina, Ambatofangehana, etc.

Congo.— De jolis cristaux de chessylite accompagnent les autres minéraux cuprifères de la mine de Djoué (voir à *dioptase*).

GROUPE DES CLINTONITES

CHLORITOÏDE (T. I, p. 361; T. IV, p. 738).

M. E. Manasse a étudié récemment (*Proc.-Verb. Soc. Tosc. Sc. nat.* 1911) les chloritoïdes de divers gisements et en particulier de gisements français; il a montré qu'ils se rapportent à la même formule $H^2R''R'''^2\,Si\,O^7$, si l'on a soin de déduire (en se basant sur le rapport des divers oxydes entre eux) des résultats bruts de leur analyse le quartz existant à l'état d'inclusions.

Je donne ci-contre les analyses suivantes : *a* (composition brute) et *a'*) (*a'*, *b'*, *c'* représentent la composition calculée correspondante), ottrélite d'Ottré [*Belgique*]; *b* et *b'*) chloritoïde du Fenouillet (*Var*) ; *c* et *c'*) vénasquite du port de Vénasque (*Haute-Garonne*); par M. Manasse et *d*) salmite d'Ottré.

	a	*b*	*c*	*d*
SiO^2	42,93	30,02	37,87	23,94
Al^2O^3	29,60	34,70	31,12	34,38
Fe^2O^3	0,86	4,76	3,25	2,06
FeO	15,43	20,54	20,48	9,37
MnO	3,75	1,42	0,62	17,03
MgO	2,12	1,71	1,44	4,50
CaO	»	1,17	tr.	0,93
H^2O	5,48	6,71	5,80	7,13
	100,17	101,03	100,58	100,01[1]

1. Y compris P^2O^5 0,67.

	a'	*b'*	*c'*
SiO^2	24,44	23,89	23,98
Al^2O^3	39,08	37,19	37,72
Fe^2O^3	1,14	5,10	3,94
FeO	20,36	22,01	24,82
MnO	4,95	1,53	0,76
MgO	2,80	1,83	1,74
CaO	»	1,26	tr.
H^2O	7,23	7,19	7,04
	100,00	100,00	100,00

L'analyse *d*) a été faite par M. de Rauw (*Ann. Soc. géol. Belg.* XXXVIII. 1912. B. 209) sur de grandes lames d'un vert jaune foncé, de 4 à 5 mm. de diamètre, qu'il rapporte à la *salmite*. Ce minéral a été rencontré dans un filon de quartz coupant les phyllades violets à ootícule d'Ottré; il renferme en outre : pyrophyllite, andalousite, davreuxite. La densité est de 3,47.

C'est un chloritoïde très manganésifère, possèdant un clivage basique plus facile, un pléochroïsme plus faible que le chloritoïde normal, avec en outre interversion des couleurs correspondant à $\mathbf{n}_g$ et à $\mathbf{n}_m$. M. de Rauw a en effet observé : suivant $\mathbf{n}_g$ = bleuâtre, suivant $\mathbf{n}_m$ = jaune verdâtre.

GROUPE DE LA COLUMBITE

Le minéral *skogbölite* n'est pas orthorhombique comme je l'ai indiqué p. 618, tome IV, d'après A. E. Nordenskiöld. Il est en réalité quadratique et son apparence rhombique est due à des macles semblables à celles décrites plus loin à l'article *strüvérite*.

COLUMBITE (T. IV, pp. 613, 923).

Madagascar. — J'ai exploré le gisement d'où provient le cristal de columbite représenté par la fig. 3 de la page 618 du tome IV. Il s'agit de la pegmatite à béryl d'Ampangabé, près Miandrarivo; ce minéral existe en grande abondance, souvent intimement associé à la muscovite et à l'ampangabéite; il accompagne aussi la strüvérite et la monazite.

La forme des cristaux est soit celle de la figure précitée, soit celle de la figure 1 du Tome IV.

J'ai observé aussi une belle macle suivant $e^{1/2}$ (021), dont l'un des individus est groupé à axes parallèles avec un cristal simple (fig. 1).

L'analyse suivante en a été faite par M. Pisani.

Nb^2O^5.....	64,60
Ta^2O^5.....	12,60
SnO^2.....	0,40
FeO.....	15,00
MnO.....	7,30
	99,60

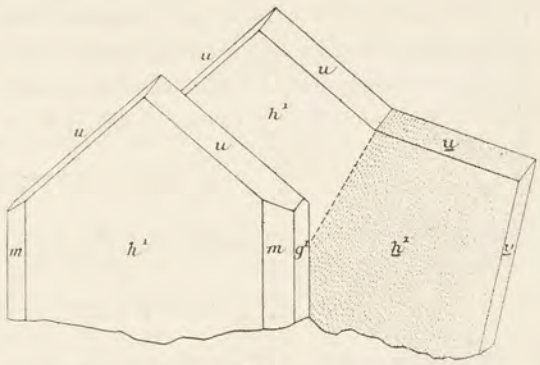


Fig. 1.
Groupement à axes parallèles d'un cristal simple et d'une macle suivant $e^{1/2}$ (021) de columbite d'Ampangabé.

A Ambatofotsikely, à 28 km. à l'ouest de Miandrarivo, de gros cristaux de columbite présentent les mêmes formes qu'à Ampangabé (avec fréquemment des groupements à axes parallèles) : ils sont associés aussi à l'ampangabéite, à la monazite et en outre à l'orthite.

Le même minéral, en cristaux généralement peu distincts, est intimement associé à la blomstrandite de Tongafeno, au S. de Betafo.

J'ai rencontré dans les pegmatites à rhodizite et rubellite de Manjaka dans la vallée de la Sahatany de petits cristaux de *manganocolumbite* d'un brun rouge foncé, transparents en lames minces. Ils n'ont guère plus de 4 à 5 mm., ils sont très aplatis suivant h^1 (100) et présentent m (110) et la forme nouvelle $e^{5/6}$ (065) [$e^{5/6}$ $e^{5/6}$ 87° 2′ calc., 88° env. mes. (angle plan sur h^1)] ; ils sont très fragiles, leur cassure a un éclat gras très vif.

Ce minéral est localisé sur le bord du filon dans les portions riches en albite, apatite bleue et tourmaline d'un brun verdâtre.

COMBUSTIBLES FOSSILES

BOGHEAD (T. IV, p. 645).

M. Cambray a trouvé dans les schistes bitumineux des Thelots, à 125 mètres au-dessous du boghead, une bande noire, à aspect vitreux, se coupant en minces copeaux qui s'enroulent comme de la corne, alors que le reste de la roche se pulvérise finement quand on veut le couper.

M. C.-E. Bertrand rapporte ce produit à ses charbons humiques (*Autun, Bull. Soc. Sc. nat.* XXIV. 1911). Contrairement au boghead, il n'est pas constitué par des algues, mais par une gelée organique, englobant des débris minéraux et des cristaux de quartz formés sur place.

M. Ph. Barbier en a fait l'analyse suivante (*id.* 115) : Carbures volatils 30,17, carbone fixe 17,83 ; résidu minéral 51,99. Il a proposé de l'appeler *naphtolithe* ; évidemment il ne s'agit pas là d'un minéral défini.

GROUPE DES HYDROCARBURES NON CRISTALLISÉS

PÉTROLE, PISSASPHALTE ET ASPHALTE

Madagascar. — Des prospections très actives sont faites actuellement pour la recherche du pétrole et permettent de compléter les renseignements sommaires donnés tome IV, p. 904. Elles sont effectuées dans la région située à l'Ouest d'Ankavandra et de Miandrivazo, au milieu des assises triasiques.

La région prospectée est limitée au Nord par les environs de la rivière Mistiotaka et de Morafenobé, au Sud par Bemoko et Itondy ; elle est comprise entre la chaîne du Bongolava à l'Est et celle du Bemaraha à l'Ouest. Des suintements de pissasphalte y ont été notamment constatés près de Maroboaly et de Folakara et dans de nombreuses autres localités ; par exposition à l'air, ce minéral se transforme en asphalte.

L'existence du pissasphalte a été jadis observée par M. Villiaume dans un sondage effectué dans le trias des environs d'Ankaramy.

Jusqu'à présent, dans ces gisements, il n'a pas été trouvé, au moins à ma connaissance, de pétrole liquide.

DANBURITE (T. IV, p. 721).

Madagascar. — J'ai recueilli (*B. S. M.* XXXV. 78. 1912) en place la danburite dans la pegmatite à rubellite d'Antandrokomby. Elle y constitue un élément essentiel de couleur jaune rosée.

Les cristaux, que j'ai décrits antérieurement comme provenant de Maharitra, y ont été trouvés dans des géodes et j'ai pu rapporter un

cristal de quartz recouvert de cristaux de rubellite, dans lequel est enchâssé un prisme brisé de danburite. Dans la description donnée t. IV, p. 24, il faut remplacer g^2 (130) par g^3 (120) : les angles donnés correspondent à cette dernière forme.

Quant aux cristaux, que j'ai signalés tome IV, p. 723, comme ayant été trouvés à Anjanaboana, ils viennent en réalité d'Imalo (voir à *hambergite*).

DESCLOIZITE (T. IV, p. 427).

Congo. — Les mines de Djoué renferment comme minéral peu abondant de la descloizite en masses concrétionnées brunâtres, dont les cavités sont tapissées de petits cristaux non mesurables.

DUMORTIÉRITE (T. I, p. 15; T. IV, p. 678).

Plateau Central. — *Loire.* M. G. Friedel vient de signaler (*B. S. M.* XXXV. 211. 1912) l'existence de la dumortiérite microscopique dans la cordiérite du gneiss du col de Pavezin sur la route allant à Pélussin : ce gisement paraît identique à celui de Brignais et de Tvedestrand, dont il est question t. I, p. 18.

GROUPE DES ÉPIDOTES

ÉPIDOTE (T. I, p. 127; T. IV, p. 709).

Madagascar. — J'ai vu en place à Ampangabé, près Miandrarivo, de gros cristaux d'épidote englobés dans du quartz hyalin et semblables à ceux dont il est question page 711, tome IV. Ce quartz hyalin homogène forme de petits filons dans les schistes cristallins ; sur ses salbandes, se trouvent des agrégats de cristaux d'épidote, lâchement enchevêtrés.

De gros cristaux d'épidote à faces brillantes ($p\ a^2\ o^1\ b^{1/2}\ m$, etc.), se trouvent engagés dans le chrysocole et la malachite des veines cuprifères (chalcosite) de Mandro au S. de Betafo.

ALLANITE (T. I, p. 156; T. IV, p. 711).

Madagascar. — La pegmatite à muscovite d'Ambatofotsikely renferme avec columbite, ampangabéite et monazite une allanite (orthite)

en grandes masses rappelant celles du sud de la Norvège. L'analyse suivante a été faite par M. Pisani sur un échantillon de densité de 3,43.

SiO^2	32,00
ThO^2	5,60
Al^2O^3	12,40
Ce^2O^3	9,08
$(La, Di)^2O^3$	7,38
$(Y, Er)^2O^3$	0,40
Fe^2O^3	4,50
FeO	14,60
MnO	0,54
CaO	15,58
H^2O	1,24
	100,82

Si l'eau entre dans la constitution du minéral, celui-ci possède une formule $(Al, Ce, La, Di, Fe)^8(Ca, Fe, H^2)^{10}[(Si, Th)O^4]^{11}$ différente de celle de l'orthite normale.

Quoi qu'il en soit, ce minéral est remarquable par sa haute teneur en thorine, qui le rend radioactif.

M. Rosamoël vient de me communiquer des échantillons d'orthite recueillis à Mananjara, au S. E. du mont Vohitrambo, aux sources de la Sahatany.

EUDIALYTE (T. IV, p. 823).

Guinée. — *Iles de Los*. L'eudialyte se trouve dans des tinguaites à aegyrine, formant des filons minces dans la syénite néphélinique à aegyrine et lâvénite du S. de Rouma. Elle y forme des phénocristaux d'un rouge vif, atteignant 1 centimètre de diamètre.

EUXÉNITE (T. IV, p. 160).

Madagascar. — La terre rouge, résultant de la décomposition de la pegmatite de Samiresy, renferme, associés aux octaèdres de samirésite, de très beaux cristaux d'euxénite, souvent complets ; ils peuvent atteindre 3 centimètres de plus grande dimension. Le centre seul est noir et éclatant, l'extérieur étant toujours transformé en une matière jaune à aspect terreux, ou à éclat gras. Parfois les cristaux sont entièrement transformés ; c'est là le cas le plus fréquent pour ceux du mont Tsaramanga entre Antsirabé et Betafo.

Les cristaux sont aplatis suivant g^1 (010) ; allongés suivant c, ils présentent m (110) et $a^{1/2}$ (201) et sont parfois groupés à axes plus ou moins parallèles. L'analyse a a été faite par M. Pisani sur les cristaux de Samiresy (densité, 4,79).

	a	b
Nb^2O^5	29,30	35,50
TiO^2	23,10	23,60
ThO^2	2,80	3,70
UO^2	14,70	3,00
$(Y,Er)^2O^3$	17,80	20.80
Ce^2O^3	2,20	0,40
$(La, Di)^2O^3$		1,70
Al^2O^3	1,65	1,31
FeO	2,25	1,09 (Fe^2O^3)
MgO	0,25	»
CaO	1,90	4,01
Perte au feu	3,95	4,35
	99,90	99,46

Dans les éluvions d'un gisement voisin (Andaobatotany) de celui qui fournit ces cristaux, M. Rosamoël a trouvé des blocs d'euxénite atteignant plusieurs kilogrammes : ils sont entourés d'une croûte ferrugineuse secondaire. J'ai vu l'euxénite dans la pegmatite à béryl vert et rose de Vohimasina au N. de Maharitra.

M. Florens m'a communiqué des cristaux du même minéral, toujours groupés à axes parallèles et atteignant 6 cm.; ils proviennent d'Andibakely près de Sama, entre le Sakay et le Kitsamby ; ils présentent la combinaison habituelle avec souvent en outre $b^{1/2}$ (111) : l'analyse b montre qu'ils sont pauvres en urane (Densité, 4,59). De nombreux autres gisements analogues existent dans cette région.

GROUPE DES FELDSPATHS

ORTHOSE ET MICROCLINE

(T. II, pp. 64 et 118 ; T. IV, pp. 813 et 817).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* M. Gonnard est revenu récemment (*B. S. M.* XXXIV. 48. 1911) sur les macles de l'orthose de Fourla-Brouque et a donné une récapitulation de celles observées par lui et par M. Vigier. En collaboration avec M. Barbier, il a publié (*id.* XXXIV. 235. 1911) les analyses suivantes du microcline de Runchy en Mesvres (*Saône-et-Loire*) (*a*), de Vizézy (*Loire*) (*b*), et celles de l'orthose enclavée dans les basaltes de Pardines (*c*) et de Montaudoux (*Puy-de-Dôme*) (*d*).

	a	*b*	*c*	*d*
SiO^2	66,64	66,01	66,43	66,56
Al^2O^3	18,59	18,36	19,00	19,18
CaO	tr.	»	1,60[1]	0,52
K^2O	10,29	11,02	5,37	6,56
Na^2O	4,34	4,41	7,36	6,94
	99,86	99,80	99,76	99,76

Madagascar. — Le microcline est le feldspath prédominant et souvent exclusif des pegmatites de Madagascar ; tantôt il est d'un blanc éclatant (Antsongombato, Maharitra, Tsilaisina, Antandrokomby), tantôt vert (amazonite) (Anjanaboana, Maharitra, etc.) ou rosé.

La structure de ce microcline est souvent quadrillée, mais fréquemment aussi la macle de l'albite existe seule.

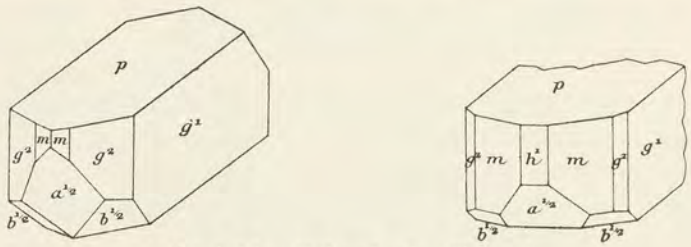


Fig. 1 et 2. — Orthose ferrifère d'Itrongahy.

De beaux et gros cristaux de microcline à formes communes, souvent allongés suivant l'orthodiagonale, tapissent avec améthyste les cryptes d'une pegmatite très quartzeuse à Ambohibé au sud de Betafo.

A Sabotsy, à l'ouest de Fianarantsoa, se trouve une syénite singulière, dans laquelle, sur un fond grenu de microcline rose et de diopside vert, se détachent des cristaux porphyroïdes de plusieurs centimètres d'orthose maclés suivant la loi de Carlsbad ; cette orthose doit à de fines inclusions de magnétite sa belle couleur violette.

Dans la région gneissique d'Itrongahy, à mi-chemin entre Betroka et Benenitra, se rencontrent des cristaux d'orthose de plusieurs centimètres d'un beau jaune d'or, assez transparents pour pouvoir être taillés et former une gemme qui ressemble au premier abord à du béryl. Les cristaux, un peu aplatis suivant p (001), présentent les formes g^1 (010), m (110), g^2 (130) (parfois très développé) (fig. 1), $a^{1/2}(\bar{2}01)$ et exceptionnellement h^1 (100) (fig. 2).

1. Comprenant 0,38 de SrO.

L'angle d'extinction dans g^1 (010) varie de + 4 à 6°.

Les indices mesurés pour la lumière du sodium sont pour un échantillon de densité de 2,565 :

$$\begin{aligned} n_g &= 1{,}5253 \\ n_m &= 1{,}5248 \\ n_p &= 1{,}5197 \\ n_g - n_p &= 0{,}0056 \\ 2V &= 36°6' \end{aligned}$$

L'analyse suivante faite par M. Boiteau sur l'échantillon le plus foncé que j'ai observé montre que la couleur est due à de l'oxyde ferrique, qui remplace une quantité équivalente d'alumine.

SiO^2.....	64,19
Al^2O^3.....	16,62
Fe^2O^3.....	2,88
FeO.....	0,18
Na^2O.....	0,34
K^2O.....	15,81
	100,02

La densité d'échantillons différents oscille entre 2,558 et 2,596 et ce fait résulte de variations de la composition chimique (variations de la teneur en fer).

Quelques échantillons présentent le chatoyement de la *pierre de lune* : il est facile de mesurer l'angle (108° env.) avec p (001) du plan de séparation [$a^{1/8}(\bar{8}01)$], qui détermine cette propriété, dont la production paraît être postérieure à la libération des cristaux de leur gangue : elle gagne toujours de l'extérieur à l'intérieur des cristaux dont le centre est généralement limpide.

Ces cristaux sont recueillis épars sur le sol ou engagés dans un tuf calcaire avec gros cristaux transparents, de diopside vert foncé, d'apatite verte, de quartz, etc. Ils proviennent d'une pegmatite à grands éléments et à structure miarolitique, imprégnée d'opale et de calcédoine.

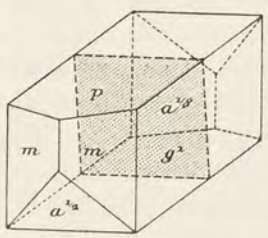


Fig. 3. — Plan de séparation suivant $a^{1/8}$ ($\bar{8}01$) de l'orthose d'Itrongahy.

OLIGOCLASE (T. II, p. 169).

Madagascar. — A Alasora, au sud de Tananarive, les gneiss renferment des intercalations d'une roche formée de diopside vert d'herbe et de microcline rosé. Elle renferme des veinules pegmatiques

renfermant moins de pyroxène, beaucoup de quartz et un oligoclase possédant les reflets rouges de la *pierre de soleil*. Le même minéral se trouve à Mandro au S. de Betafo. Comme en Norwège, ces feldspaths doivent leur chatoiement à des lamelles microscopiques d'hématite.

GALÈNE (T. II, p. 471 ; T. IV, p. 851).

Vosges. — Les indications données page 502 du tome II sur Sainte-Marie-aux-Mines [*Alsace*] sont à compléter de la façon suivante. Il existe deux systèmes de filons très distincts : les uns sont plombifères et par suite riches en galène (Surlatte, etc.), les autres cupro-argentifères, et dans ceux-là la galène est très rare. Quant aux petits cristaux frais de galène, à faces irisées, sur lesquels $a^{1/2}$ (221) est commun, ils proviennent de Sainte-Croix-aux-Mines (*Vosges*).

Madagascar. — Des mouches de galène se trouvent dans les calcaires à imérinite métamorphisés par le granite d'Ambatoarina.

GROUPE DES GRENATS

SPESSARTINE (T. I, p. 254 ; T. IV, p. 729).

Madagascar. — Tout ce qui a été dit p. 724, tome IV, sur le grossulaire des pegmatites de Maharitra s'applique en réalité à la spessartine, qui est le grenat caractéristique des pegmatites à minéraux lithiques (Maharitra, Tsilaisina, Atsongombato, etc.). Elle renferme souvent une proportion importante de chaux, comme à Maharitra, ce qui m'avait conduit à cette première détermination inexacte. La forme dominante de cette spessartine orangée, qui constitue une jolie pierre précieuse lorsque les cristaux sont transparents, est b^1 a^2 et plus rarement a^2 seul.

ALMANDIN (T. I, p. 239 ; T. IV, p. 726).

Madagascar. — Le grenat de la pegmatite à béryl aigue-marine, allongé suivant l'axe vertical, est toujours l'almandin ; il y est souvent extrêmement abondant. Un gisement entre tous mérite d'être signalé pour la beauté de ses cristaux (a^2), qui atteignent plusieurs centimètres de diamètre, c'est Ampangabé ; à citer encore Marirana, à l'O. d'Inanantonana, dont les cristaux sont identiques aux précédents.

Des almandins d'un joli rouge violet clair se trouvent dans les gneiss

acides des environs de Benenitra (entre l'Ibeandro et l'Ianapera) et des variétés d'un rouge plus foncé abondent aussi dans la même région (surtout près de l'Ianapera et aux environs de Ranohira). Il en existe aussi dans la région de Vatomandry. Ces grenats constituent de belles gemmes.

GRAPHITE (T. II, p. 355 ; T. IV, p. 839).

Madagascar. — Je puis préciser les conditions de gisement du graphite, dont il est question tome IV, p. 839.

Ce minéral forme des paillettes dans les gneiss plus ou moins micaschisteux ; elles y deviennent souvent assez abondantes pour que la roche puisse être exploitée fructueusement pour l'extraction de ce minéral. Les lits graphiteux sont discontinus et alternent avec des lits stériles. Quand des amandes ou des veinules de quartz ou de pegmatite sont interstratifiées dans des lits graphiteux, ils sont entourés d'une croûte continue de lames de graphite implantées perpendiculairement à leur surface et pouvant atteindre plusieurs centimètres de diamètre. Ces croûtes se continuent sous forme de veinules interstratifiées; c'est ainsi que se trouvent des échantillons de graphite en lames ou rosettes qui, par leur beauté, rappellent ceux de Ceylan et de Ticonderoga.

Les principaux gisements se trouvent dans deux larges zones, sensiblement parallèles au méridien, situées l'une à l'Est de la ligne Ambohimanga, Tananarive, Ambatolampy, Andranofito, l'autre entre Betafo, Faratsiho, Vahinambo, Soavinimerina, Ambohibeloma; d'autres gisements sont grossièrement alignés suivant une ligne perpendiculaire à la direction précédente, c'est-à-dire Est-Ouest, joignant Manjakandriana à Tsiroanomandidy, en passant par Tananarive et Miarinarivo.

Les gisements, fournissant les plus beaux échantillons de collection de graphite sont : Tsarazafy près Ambohimasina sur la rive gauche de l'Ikopa; Ambohibé, à l'ouest de Betafo, Antsiriribé entre Tsinjoarivo et Ambatolampy, etc.

Le nombre des gisements où l'on a reconnu et où l'on exploite ce minéral augmente tous les jours et s'étend à presque toute la région ancienne de l'île.

Congo. — Du graphite se trouve dans les schistes cristallins de divers points de cette colonie et notamment à Baboua dans la Haute-Sangha.

HALITE (Sel gemme)

(T. II, p. 743 et T. IV, p. 883).

Soudan. — J'ai donné, p. 883 du tome IV, quelques renseignements



Fig. 1. — Saline de l'oasis de Fachi.

sur les cristaux du sel de la région de Bilma. Celui-ci est exploité d'une façon régulière dans de véritables salines.

Un dévoué compagnon de ma mission de la Martinique, l'adjudant Lacombe, mort récemment au Ouadaï, m'avait envoyé, lors de sa dernière campagne au Soudan, une photographie prise par lui dans l'exploitation indigène de Fachi au S. O. de Bilma. Je la reproduis ci-contre en souvenir de ce regretté collaborateur.

HAMBERGITE (T. IV, p. 347).

Madagascar. — La hambergite décrite p. 149 du tome IV ne provient pas d'Anjanaboana comme je l'ai écrit d'après les renseignements qui m'avaient été fournis, mais d'Imalo, localité située à deux jours de marche au S. de Betafo. Ce minéral a été trouvé une seule fois dans la terre rouge avec béryl blanc et rosé et danburite.

Des cristaux meilleurs que ceux que j'ai décrits antérieurement ont été étudiés par MM. V. Goldschmidt et F. C. Müller (*Z. K.* XLVIII. 473. 1910). Ces cristaux, dont j'ai rapporté un bon exemplaire, mesurant 9 cm. $\times 5 \times 3$ (*B. S. M.* XXXV. 79. 1912), sont caractérisés par un grand aplatissement suivant h^1 (100) (fig. 1 et 2), qui est accompagné de m (110), h^3 (210), g^1 (010) et de e^1 (011). MM. Goldschmidt et Müller ont trouvé en outre assez fréquemment les formes suivantes :

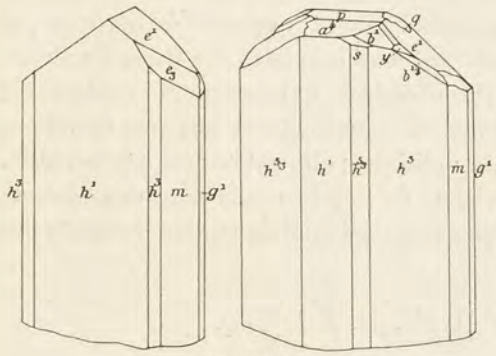


Fig. 1 et 2.
Hambergite d'Imalo.

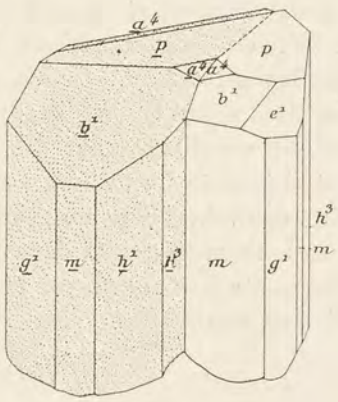


Fig. 3.
Macle suivant m (110) de la hambergite d'Imalo.

p (001) ; $h^{5/3}$ (410) ; a^4 (104) ; b^1 (112), $b^{1/4}$ (221) ; $y = (b^1\, b^{1/3}\, g^{1/2})$ (122) ; e_2 (132), $e_{1/3}$ (123) et une seule fois h^5 (320), $b^{1/2}$ (111), $s = (b^1\, b^{1/3}\, h^{1/2})$ (212), e_3 (121), $t = (b^1\, b^{1/3}\, g^1)$ (124).

La figure 3 représente une macle suivant m (110), décrite par MM. Drugman et Goldschmidt (*Z. K.* L. 596. 1912) ; elle pèse 1 kgm. 6, et mesure 20 cm. de plus grande dimension.

GROUPE DE L'HÉMATITE

ILMÉNITE (T. III, p. 285).

Congo. — *Gabon.* M. Arsandaux a rapporté d'une exploration du Como des blocs d'ilménite compacte recueillis par lui dans le haut Avébé, région constituée par des schistes cristallins.

Madagascar. — Les alluvions d'Ifempina renferment de très gros cristaux de rutile entourés par une croûte uniforme d'ilménite.

HÉMATITE (T. IV, p. 899).

Madagascar. — On a trouvé récemment à Ambahy, sur la rive droite du Morona (province d'Ambositra); à Andavapananona, à 2 km. W. de Samiresy; à Betainakoho, à 10 km. S. E. d'Ambohibé (W. d'Inanantonana) et dans la Varana (affluent du Kitsamby), à 10 km. S. W. de Soavinandriana, de grandes lames d'hématite brillantes, aplaties suivant a^1. Celles d'Ambahy sont quelquefois bordées par des faces p $(10\bar{1}1)$, e_3 $(22\bar{4}3)$ et portent sur la base des faces d'accroissement constituées par des rhomboèdres extrêmement surbaissés; cette hématite forme avec tourmaline, muscovite et fort peu de microcline des veines dans un granite aplitique; elle est imprégnée de rutile.

Les filons de quartz des environs de Betafo renferment des cristaux d'hématite spéculaire, sur lesquels sont géométriquement orientés des cristaux de rutile.

CORINDON (T. III, pp. 237, 805).

Madagascar. — J'ai pu déterminer (*C. R.* CLIV. 787. 1912) le mode de gisement des gros cristaux de corindon signalés p. 805 du tome III et qui font actuellement l'objet d'une exploitation active.

D'abord trouvés dans des terres éluvionnaires, ils sont connus maintenant en place à l'Est du méridien de Tananarive dans une large bande de micaschistes grossièrement orientés N.-S. Ces micaschistes sont métamorphisés par le granite et c'est au voisinage immédiat de celui-ci que le corindon apparaît d'une façon discontinue à la fois en phénoblastes pouvant dépasser 10 cm. de longueur et en individus plus petits, souvent microscopiques. Ces micaschistes sont riches en sillimanite, qui, plus souvent, existe seule ou associée à l'almandin. Je citerai en particulier à une cinquantaine de km. au S.-E. d'Antsirabé, le mont Vatondrangy, Ankazandrano, Vohitrambo, Anjomakely. Dans ce dernier gisement, j'ai observé des injections de pegmatite dans les micaschistes et le passage insensible de micaschistes très feldspathisés, riches en corindon, à des facies de variation endomorphes de la pegmatite, uniquement constitués par du microcline, de la sillimanite et des cristaux de corindon.

Des gisements analogues sont probablement très nombreux et sont l'origine du corindon que l'on rencontre à l'état plus ou moins roulé dans un grand nombre de rivières de la forêt de l'Est : la Sahanofa (Ifempina), l'Ampasary, la Saka et autres affluents de la Mananjary ; la Sakaleona et ses affluents, etc.

Dans tous ces gisements, le corindon présente la forme isoscéloédrique et ses cristaux gris, rarement bleus ou rougeâtres, enveloppent fréquemment des paillettes de mica. Un gisement, celui d'Ambatovory près Anosibé (district de Vatomandry), mérite une mention spéciale ; le corindon, quelquefois prismatique (fig. 1), plus souvent aplati suivant a^1 (0001), présente d^1 ($1\bar{2}10$) comme forme dominante, avec

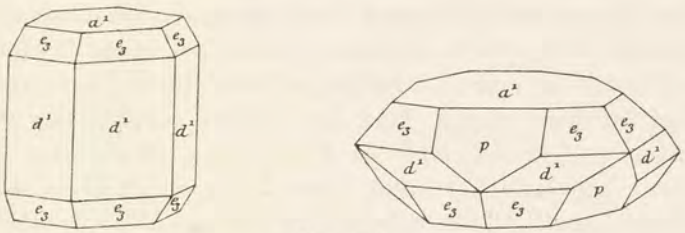


Fig. 1 et 2.
Corindon d'Ambatovory.

quelquefois (fig. 2) p, e_3 ($22\bar{4}3$) ; les cristaux sont très purs, à faces lisses et brillantes et généralement de coloration jaune.

A Ifempina, les alluvions renferment non seulement des gros cristaux de ce genre, qui sont parfois extraordinairement roulés, mais encore de petits cristaux bleus transparents à facies isoscéloédrique et quelques rubis. J'ai examiné récemment des blocs de corindon granulaire (mélangé seulement d'un peu de tourmaline), accompagnant des cristaux nets du même minéral. Je ne connais pas leur gisement exact.

Il me faut citer enfin des gisements fournissant dans des alluvions basaltiques de petits cristaux de saphir très foncé ou plus rarement de rubis, associés à du zircon : le S.-E. de l'Ankaratra (Andranomadio, Andriankely ; entre Ianaborona et Ampitatafika), puis, plus au S.-E. et à l'Est d'Antsirabé les environs du Mont Vontovorona. Ces gemmes associées à des cristaux de zircon et mélangées à des débris volcaniques, rappellent par leur forme et par leur mode de gisement celles du Velay.

HYDRARGILLITE (T. III, pp. 363, 808).

Guinée. — *Madagascar*. Les phénomènes de latéritisation si intenses à Madagascar se manifestent très fréquemment par la production de lamelles d'hydrargillite, épigénisant les feldspaths des roches les plus diverses. J'ai recueilli dans la traversée de la forêt, entre le lac Alaotra et la côte, de nombreux échantillons de diabases, dont les pyroxènes, transformés en limonite pulvérulente, ont peu à peu disparu, tandis que le feutrage des plagioclases est resté cohérent, grâce à la transformation de ces minéraux en hydrargillite nettement déterminable.

M. Max Bauer a antérieurement étudié des transformations analogues (*N.J. Beil. Bd.* 1908, 39) des diabases et des amphibolites de l'île Sainte-Marie et signalé en outre l'existence de concrétions d'hydrargillite de forme extrêmement variée dans les falaises occidentales de cette île. Il a constaté la fréquence de l'association de silicates hydratés d'alumine à l'hydrate d'alumine. Dans la région du Mont Bezavona, j'ai constaté l'association d'halloysite en veinules à l'hydrargillite dans les produits de la latéritisation de la syénite néphélinique.

Sur les hauts plateaux, à Tsilaisina, j'ai observé des pegmatites se transformant en une masse friable qui ressemble à du kaolin, mais qui, en réalité, est surtout constituée par de l'hydrargillite en petites lamelles qu'il est possible d'isoler par lévigation. Dans la même région, à Antsofimbato, près Mandrihariva, le microcline se transforme en masses poreuses, ressemblant à un tuf calcaire, dont l'ossature est constituée par des paillettes enchevêtrées d'hydrargillite, alors que les cavités sont ou ont été remplies par une halloysite à structure cristalline.

Des transformations analogues se rencontrent dans diverses parties de l'île et notamment au sud de Fianarantsoa.

GROUPE DE LA KAOLINITE

KAOLINITE (T. I, p. 461 ; T. IV, pp. 740, 747).

Madagascar. — Les pegmatites de Maharitra sont localement devenues extrêmement fragiles, elles tombent en poussière ; par léviga-

tion, j'en ai extrait un kaolin très pur, formé par de petites lamelles de kaolinite.

J'ai constaté la production de semblable kaolinite aux dépens des leptynites du pays Mahafaly près Ampanihy.

Plateau Central. — *Vienne.* Le colonel Azéma a effectué (après dessiccation à 100°) (*c*) l'analyse des variétés de montmorillonite rose (*a*), blanche ou jaune (*d*) de Bordes en la Trémouille, dont il est question page 749 du tome IV. Il faut noter, en outre, l'existence de traces de manganèse, de *cobalt* et de *nickel*.

	a	*b*	*c*
SiO^2	59,59	58,82	59,00
Al^2O^3	22,83	23,62	18,62
Fe^2O^3	1,07	0,99	11,39
MgO	3,82	3,92	1,04
CaO	2,21	2,07	1,04
K^2O	»	»	2,38
Na^2O	»	»	0,13
H^2O	10,46	10,56	6,45
	99,98	99,98	100,05
Sol. dans Na^2CO^3 au 1/5e	1 %	1,10 %	0,75 %
— NaOH au 1/20	1,47	1,39	

KORNERUPINE

$Mg^6Al^8Si^5O^{28}$.

Orthorhombique : $mm = 98°37'$ (Lx).

Formes observées. m (110), g^1 (010).

Facies. Je n'ai trouvé à Madagascar la kornerupine qu'en fragments de cristaux, réduits à des faces de la zone verticale. Elle forme aussi des masses fibrobacillaires [Groenland] ou des baguettes (*prismatine*) [Saxe], rappelant les cristaux d'andalousite ou ceux de sillimanite.

Clivages. Clivages m (110), assez difficiles et interrompus, mais donnant des surfaces très planes (Madagascar).

Dureté. 6,5.

Densité. 3,273 (Groenland) ; 3,341 (Saxe); 3,27 (Itrongahy).

Coloration et éclat. Blanche (Groenland), jaune brunâtre (prismatine) et seulement translucide ou vert de mer et parfaitement limpide (Madagascar). Éclat vitreux, un peu gras, très vif dans les variétés transparentes.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), parallèle à l'axe vertical.

$\mathbf{n}_g = 1{,}6770$ (Itrongahy) (Na).
$\mathbf{n}_m = 1{,}6760$
$\mathbf{n}_p = 1{,}6650$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0120$
$2\,E = 33°$ (Na)

Pléochroïsme. Incolore en lames minces, la kornerupine de Madagascar est très pléochroïque en lames de quelques millimètres d'épaisseur.

$\mathbf{n}_g$ = vert pâle
$\mathbf{n}_m$ = jaune éclair
$\mathbf{n}_p$ = jaune rougeâtre

Le minéral, vu à travers une plaque parallèle à la base, est vert et un peu rougeâtre perpendiculairement à l'axe vertical.

Composition chimique. La formule admise pour la kornerupine et la prismatine est $MgAl^2SiO^6$ (dans cette hypothèse, ce serait le silicate de Tschermak), mais la formule $(Mg, Na^2, K^2, H^2)^6 (Al, Fe)^8 Si^5O^{28}$ ou $6 (Mg, Na^2, K^2, H^2)O^4, (Al, Fe)^2O^3, 5SiO^2$ (*a*) correspond plus exactement à la composition de la kornerupine d'Itrongahy, dont l'analyse *b* a été faite par M. Pisani.

	a	*b*
SiO^2	31,6	31,35
Al^2O^3	43,1	41,20
Fe^2O^3	»	2,27
MgO	25,3	23,80
K^2O	»	0,24
Na^2O	»	0,60
P. F.	»	0,64
	100,00	100,10

Essais pyrognostiques. Fusible au chalumeau en un émail blanc (la kornerupine est, à tort, indiquée dans les Traités comme infusible). Inattaquable par les acides ; attaquable seulement à chaud par l'acide fluorhydrique additionné d'acide sulfurique.

Diagnostic. Se distingue de l'andalousite transparente du Brésil par sa densité plus grande, l'écartement plus faible des axes optiques et par l'angle de ses clivages; de la sillimanite par le clivage, par le signe de la bissectrice et la biréfringence plus faible; du diopside vert, par l'angle des clivages, l'extinction longitudinale dans ceux-ci, la couleur plus claire, le pléochroïsme et les autres propriétés optiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — La kornerupine n'était connue jusqu'ici que dans les schistes cristallins du Groenland et sa variété, la prismatine, dans la granulite de Waldheim en Saxe.

J'ai rencontré ce minéral (*C. R.* CLV. 675. 1912) sous une forme nouvelle parmi des minéraux recueillis à une vingtaine de kilomètres d'Itrongahy dans la direction de Betroka, sous forme de fragments isolés, absolument limpides, pouvant atteindre 4 centimètres. Sur un seul échantillon, j'ai vu de la phlogopite blanche adhérant à la kornerupine; il me paraît donc vraisemblable que ce minéral constitue un élément de quelque roche exceptionnelle des schistes cristallins. Aux échantillons, que je dois au capitaine Marabail, se trouvent associés de la saphirine et le zircon décrits plus loin.

J'ai fait tailler en brillant cette kornerupine et j'ai pu constater que ce minéral, grâce à sa réfringence, constitue une jolie gemme rappelant certaines aigues-marines, mais avec un éclat beaucoup plus grand, et aussi à certains égards l'andalousite du Brésil et d'une façon plus éloignée l'alexandrite, dont elle se distingue en ce que sa couleur ne change pas avec la nature de la lumière employée.

NONTRONITE

Madagascar. — Les environs d'Ambondrona, au N.-E. de Miandrarivo et le Sud de Faratsiho fournissent en abondance de la nontronite, jaune serin, qui se présente avec des formes variées, limitées par des surfaces de glissement. Près de Faratsiho, ce minéral constitue des veinules dans les trachytes phonolitiques très altérés.

J'ai trouvé dans la collection du R. Baron le même minéral, étiqueté serpentine, et provenant des environs de Mandritsara et de Tsarahonenana, dans l'Antsihanaka.

LÅVÉNITE (T. I, p. 625 ; T. IV, p. 779).

Guinée. — *Iles de Los.* On a vu tome IV, p. 779, que la låvénite est très abondante dans les syénites néphéliniques de l'île de Rouma ; il y a lieu de signaler en outre un type pétrographique analogue se trouvant à Robané dans l'île de Tamara ; la låvénite y est très abondante en baguettes d'un beau jaune clair visibles à l'œil nu.

LAZULITE (T. IV, p. 440).

Madagascar. — Il m'a été possible de préciser et en même temps de rectifier (*B. S. M.* XXXV. 96. 1912) les indications que j'ai fournies tome IV, p. 442, sur la lazulite ; celle concernant le lac Anosy est certainement inexacte.

Les gisements principaux se trouvent au S. et au S.-E. de Betafo (Iamalaza, Ranomainty, etc.) dans les quartzites métamorphiques et dans les filonnets de quartz qui les traversent.

A Andranomilevina (20 km. S. de Betafo), la lazulite accompagne le disthène dans un micaschiste à muscovite.

Enfin c'est de la lazulite microscopique, qui colore en bleu le quartz du flanc oriental du mont Bity.

MANANDONITE

$H^{24}Li^{4}Al^{14}B^{4}Si^{6}O^{53}$

Pseudohexagonale.

Facies. Lames hexagonales, groupées en rosettes ou en masses mamelonnées, sur lesquelles les contours hexagonaux sont nettement distincts.

Clivages. Clivage basique micacé.

Densité. 2,89.

Coloration et éclat. Incolore, blanche. Éclat nacré sur le clivage acile. Transparente en lames minces.

Propriétés optiques. Une section basique examinée en lumière

polarisée parallèle se divise en six secteurs biaxes (fig. 1), dans lesquels le plan des axes est parallèle aux côtés de l'hexagone. La bissectrice aiguë ($\mathbf{n}_g$) est sensiblement perpendiculaire à la lame ; le signe optique est positif, 2 E = 25 à 30°. Localement, ce minéral est uniaxe par suite de l'enchevêtrement des secteurs voisins.

$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}014 \text{ env.}$$

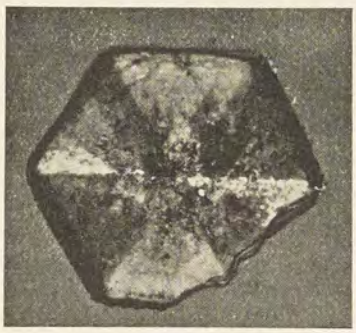


Fig. 1.
Clivage basique de manandonite.
(*Phot. en lumière polarisée parallèle.*)

Composition chimique. L'analyse *b*) a été faite par M. Pisani, elle correspond à la formule $Si^6O^{53}B^4Al^{14}Li^4H^{24}$ ou 6 SiO^2. 7 Al^2O^3. 2B^2O^3. 2Li^2O. 12 H^2O, dans laquelle l'eau est basique, car elle ne part qu'au-dessus de 110° C. (*a*).

	a	*b*
SiO^2	24,2	25,20
Al^2O^3	47,8	47,02
B^2O^3	9,4	9,25
Li^2O	4,0	3,97
K^2O	»	0,20
Na^2O	»	0,48
H^2O	14,6	14,10
	100, 0	100,22

Essais pyrognostiques. Fusible sur les bords en émail blanc, en colorant la flamme en rouge intense (Li). Attaquée par l'acide sulfurique. Mélangée à 4,5 °/$_0$ de bisulfate de potasse et 1 de fluorure de calcium, puis introduite brusquement dans la flamme, la colore en vert (B^2O^3).

Diagnostic. Se distingue des micas lithiques par les propriétés optiques, de la bityite par son signe optique et par les réactions de l'acide borique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — J'ai découvert ce minéral nouveau (*B. S. M.* XXXV. 223. 1912) dans les déblais du filon de pegmatite d'Antandrokomby ; il y forme des croûtes, associées au quartz et à la rubellite. C'est un minéral caractéristique de la période de corrosion pneuma-

tolitique des pegmatites. Elle constitue aussi dans le quartz secondaire épigénisant le microcline des agrégats de lamelles nacrées.

MANGANITE (T. III, pp. 352, 809).

Congo. — M. L. Fourneau vient de me communiquer une manganite fibrobacillaire ou aciculaire deshydratée (pyrolusite) formant des veinules dans les grès de M' Baiki (Lobaye).

MÉTÉORITES

J'ai donné, en traitant de l'*olivine* (tome I, p. 192, et IV, p. 718) et du *fer nickelé* (tome II, p. 399) l'énumération des météorites tombées ou trouvées en France et dans ses colonies. Cette liste doit être complétée de la façon suivante[1] :

MÉTÉORITES PIERREUSES

1492, 16 nov.	Ensisheim (*Alsace*).
1753, 7 sept.	Luponnas près Pont-de-Veyle (*Ain*).
1768, 13 sept.	Lucé (*Sarthe*).
1790, 24 juillet.	Barbotan (*Landes*).
1798, 8 mars.	Salles, près Villefranche (*Rhône*).
1803, 26 avril.	L'Aigle (*Orne*).
1803, 8 oct.	Apt (Saurette) (*Vaucluse*).
1805, nov.	Asco (*Corse*).
1806, 15 mars.	Alais (*Gard*).
1810, 23 nov.	Charsonville, près Orléans, Bois-de-Fontaine, Meung-sur-Loire (*Loiret*).
1812, 10 avril.	Toulouse (*Haute-Garonne*).
5 août.	Chantonnay (*Vendée*).
1814, 5 sept.	Agen (*Lot-et-Garonne*).
1815, 3 oct.	Chassigny, près Langres (*Haute-Marne*).
1819, 13 juin.	Jonzac (*Charente-Inférieure*).
1821, 15 juin.	Juvinas (*Ardèche*).
1822, 3 juin.	Angers (Le Chaumineau) (*Maine-et-Loire*).
21 juin.	Clohars, Fouesnant (*Finistère*).

1. Chutes douteuses : 1829, Groslée près Belley (*Ain*) ; 1835, 13 nov., Belmont (Simonod) (*Ain*) ; 1861, 14 février, Saint-Apre (Tocane) (*Dordogne*) ; 1855, 10 août, Grazac, Montpelegry (*Tarn*).

1822, 13 sept. La Baffe, près Épinal (*Vosges*).
1826, Galapian, près Agen (*Lot-et-Garonne*).
1831, 13 mai. Vouillé, près Poitiers (*Vienne*).
1835, 31 janv. Mascombes (*Corrèze*).
1836, 14 sept. Aubres, près Nyons (*Drôme*).
1837, août. Esnandes (*Charente-Inférieure*).
1838, 22 juillet. Montlivault (*Loir-et Cher*).
1841, 12 juin. Château-Renard, Triguères (*Loiret*).
6 sept. Saint-Christophe (Château de Grammont), près Rocheservière (*Vendée*).
1842, 3 juin. Aumières (*Lozère*).
1844, 21 oct. Favars (*Aveyron*).
1845, 25 janv. Louans (*Indre-et-Loire*).
14 juillet. Le Teilleul, La Vivionnère (*Manche*).
1848, 4 juillet. Montignac, près Marmande (*Lot-et-Garonne*).
1854, été. Quinçay (*Vienne*).
1857, 1er oct. Les Ormes, près Joigny (*Yonne*).
1858, 9 déc. Montrejeau (Ausson, Clarac) (*Haute-Garonne*).
1859, mai. Beuste, près Pau (*Basses-Pyrénées*).
1864, 14 mai. Orgueil, près Montauban (*Tarn-et-Garonne*).
1866, 30 mai. Saint-Mesmin (*Aube*).
1868, 11 juillet. Ornans (*Doubs*).
7 sept. Sauguis-Saint-Etienne (*Basses-Pyrénées*).
1869, 22 mai. Kernouve, Cléguérec (*Morbihan*).
1871, 14 juin. Laborel (*Drôme*).
1872, 23 juillet. Authon, Lancé (*Loir-et-Cher*).
1874, 26 nov. Kerilis, Maël-Pestivien (*Côtes-du-Nord*).
1875, sept. Mornans (*Drôme*).
1879, 31 janv. La Bécasse, près Dun-le-Poëlier (*Indre*).
1883, 28 janv. Saint-Caprais-de-Quinsac (*Gironde*).
1890, 4 juillet. St-Germain-du-Pinel[1], près Vitré (*Ille-et-Vilaine*).
1897, 20 juin. Lançon (*Bouches-du-Rhône*).
1903, 30 juin (trouvée 10 avril 1911). Kermichel en Limerzel (*Morbihan*).

Colonies françaises.

1865, 25 août. Aumale, Constantine (*Algérie*).
1867, 9 juin. Tadjera, près Sétif (*Algérie*).

1. Et non Saint-Germain-du-Puel.

1868, entre le 20 et le 30 juin, Pnompenh (*Cambodge*).
1887, 22 sept. Phu-Hong, Binh-Chanh (*Cochinchine*).
1875, 16 août. Feid Chair, près La Calle (*Constantine*, *Algérie*).

FERS NICKELÉS

1900, 15 juin. N'Goureyma, au N. de Koakourou près Djenné (*Haut-Niger*).
1828, La Caille, près Grasse (*Alpes-Maritimes*).
1865, Dellys (*Algérie*).
1888, Teniet-el-Beguel, 80 km., W. Ghardaia (*Sahara*).
1889, Hassi-Iekna (Oued Mequiden) entre El Goléa et Gourara (*Sahara*).

GROUPE DES MICAS

MUSCOVITE

(T. I, p. 334; T. IV, pp. 734, 740).

Bretagne et Normandie. — M. R. Tronquoy a décrit (*B. S. M.* XXXIV. 252. 1911 et XXXV. 101. 1912) d'intéressants cristaux de muscovite des filons stannifères de la Villeder (*Morbihan*) et des pegmatites de Pont-Percé en Condé-sur-Sarthe (*Orne*) possédant une structure concentrique, avec zones de composition chimique et de biréfringence variables ; certains d'entre eux sont maclés par accolement suivant g^1 (010).

Madagascar. — J'ai indiqué, p. 736, tome IV, sous une forme dubitative, l'existence dans l'île de grandes lames de muscovite utilisables dans l'industrie ; je puis préciser aujourd'hui le gisement de ces lames qui atteignent plus d'un décimètre de diamètre. Il s'en trouve en particulier dans les filons de pegmatite de la chaîne du mont Olotsingy au S. de Betafo, à Ambatofotsikely à deux jours au N.-O. d'Antsirabé (avec monazite), etc.

MINERVITE (T. IV, p. 466).

Réunion. — J'ai visité (*B. S. M.* XXV. 114. 1912) le gisement

d'où provient la minervite, que j'ai décrite page 467 du tome IV. Il se trouve dans un tunnel d'une coulée de basalte entamée par la ravine Saint-Gilles et au-dessus du bassin du Cormoran.

Ce tunnel a été rempli par du guano de chauve-souris, dont les produits solubles, dissous dans les eaux d'infiltration, ont suinté contre les parois, les ont attaquées et ont développé à leur surface ou dans leurs fentes la minervite d'un blanc de lait, qui est particulièrement abondante sous des banquettes de lave peu élevées au-dessus du sol.

La minervite épigénise aussi des fragments de basalte, tombés dans le guano (elle est d'un jaune chamois). On la voit se former à leur surface en concrétions molles et gluantes, ressemblant au premier abord à des champignons.

Le grand intérêt de ce gisement, qui fournit aussi de la newberyite est de montrer sur le fait la réalité des réactions qui ont été discutées tome IV.

Très fréquemment les stalactites de basalte sont transformées en opale.

La caverne du cap Bernard près Saint-Denis fournit de la minervite dans les mêmes conditions que le gisement précédent (voir à *struvite*) ; il est très probable qu'il en est de même pour tous les autres gisements de guano de l'île.

MINGUÉTITE (T. IV, p. 738).

Anjou. — *Maine-et-Loire*. Quand j'ai décrit ce minéral (tome IV, p. 738), je n'avais à ma disposition que des échantillons d'un vert brun foncé, formés par des lames fragiles, enchevêtrées. Depuis lors, j'ai reçu de M. Mermod de meilleurs échantillons, un peu différents des précédents. Dans les fentes d'une faille traversant la magnétite de la mine de Minguet, en effet, ont été trouvées des géodes contenant des lames hexagonales de ce minéral. La couleur originelle de la minguétite est un vert rappelant celui du méroxène de la Somma. Ses cristaux, transparents sous une certaine épaisseur, supportent de beaux prismes transparents d'apatite.

MIRABILITE (T. IV, p. 161).

Tunisie. — Dans une récente exploration de la frontière de la Tunisie et de la Tripolitaine, M. Pervinquière a recueilli à Houdh-

ech-Chebb, près Djeneien, des échantillons d'une mirabilite pulvérulente, qui, d'après les renseignements qu'il m'a donnés, constitue une couche de plusieurs centimètres dans le fond d'un lac desséché.

MOLYBDÉNITE (T. II, p. 461 ; T. IV, p. 850).

Iles anglo-normandes. — *Jersey*. Aux gisements de ce minéral déjà cités, il faut ajouter l'Étacq et Renez; dans cette dernière localité, la molybdénite existe soit dans les filons de quartz traversant le granite, soit dans les veines ou amandes d'orthose rougeâtre, se trouvant dans cette dernière roche. Les échantillons que j'ai étudiés ont été recueillis par M. Mauger (voir à *wulfénite*).

MONAZITE (T. IV, p. 368).

Madagascar. — J'ai signalé d'assez nombreux gisements de monazite dans les pegmatites à béryl aigue-marine. L'un d'eux se trouve au mont Tsaramanga, à mi-chemin entre Antsirabé et Betafo (*B. S. M.* XXXIV. 65. 1911). Les cristaux d'un jaune brun mesurent 3 cm. ; ils présentent les formes h^1 (100), m (110), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) largement développés, avec des facettes plus petites, g^1 (010) $d^{1/2}$ (111), o^1 (101), $e^{1/2}$ (021), $a^{1/x}$ (fig. 1).

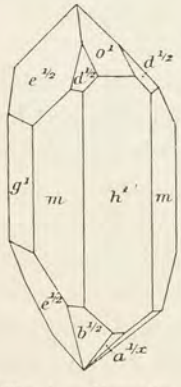


Fig. 1. — Monazite du Mont Tsaramanga.

Dans le filon de pegmatite à béryl d'Ambohitravorano (vallée de la Sahatany), j'ai rencontré (*B. S. M.* XXXV. 82. 1912) des cristaux analogues d'un jaune ambré : ils sont plus petits et ont la même forme, mais sont très aplatis suivant h^1 (100).

Un des gisements les plus importants est celui d'Ampangabé, où les cristaux de monazite, atteignant 5 cm. de plus grande dimension, souvent intimement associés à la columbite, présentent par leur forme et par leur couleur d'un brun jaune l'aspect de la monazite des environs d'Arendal en Norvège. La combinaison la plus fréquente est m, h^1, $d^{1/2}$, $b^{1/2}$ (avec ou sans a^1), avec aplatissement suivant h^1 (fig. 2) ; plus rare-

ment, on n'observe que h^1 et g^1 dans la zone verticale ; ces deux

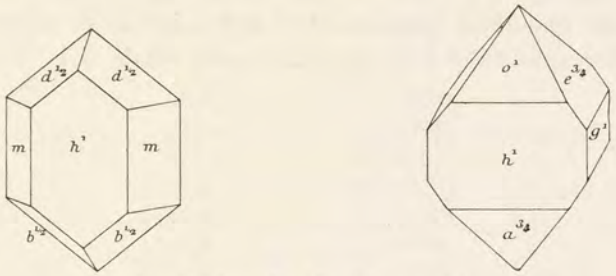


Fig. 2 et 3. — Monazite d'Ampangabé.

formes sont associées à o^1 (101), $a^{3/4}$ ($\bar{4}03$) et $e^{3/4}$ (043) (fig.3). Ces cristaux sont souvent incrustés dans le mica.

	Angles calculés.	observés.
$e^{3/4}\,e^{3/4}$ s. g^1	100°6′	101°
$h^1\,a^{3/4}$	136°40′	136°

A Ambatofotsikely, de gros cristaux de monazite sont associés à de la muscovite. Les figures 2 et 4 représentent des formes fréquentes ; la

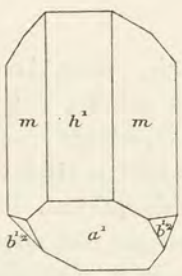


Fig. 4.
Monazite
d'Ambatofotsikely.

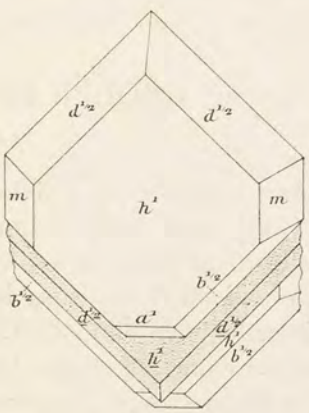


Fig. 5.
Macle suivant h^1 (100) de la monazite
d'Ambatofotsikely.

figure 5 une macle suivant h^1 (100) constituée par un cristal englobant celui avec lequel il est maclé. Le même gisement renferme des cristaux de columbite, d'ampangabéite et de l'orthite ; je les dois à M. Girod,

M. Boissier m'a communiqué une monazite jaune, trouvée avec béryl et euxénite à l'Ouest de Miandrarivo (probablement dans le voisinage du gisement précédent). La densité de ce minéral, dont l'analyse suivante a été faite par M. Pisani, est de 5,1

P^2O^5	27,45
Ce^2O^3	31,85
$(La,Di)^2O^3$	27,90
$(Y,Er)^2O^3$	2,93
ThO^2	9,15
Al^2O^3	0,21
Fe^2O^3	0,42
Perte au feu	0,74
	100,65

J'ai rencontré de jolis cristaux transparents de monazite accompagnant la barytine, l'albite, l'imerinite et le quartz dans les calcaires d'Ambatoarina métamorphisés par le granite. La monazite se renconte dans les sables du sud du pays Bara (Giraud. *C. R.* CXLIV. 98. 1912) ; M. Jamet l'a observée au mont Amboana, près d'Ihosy. Cette monazite forme de petits cristaux arrondis, semblables à ceux du Mananjary, décrits page 375 du tome IV (à ajouter à ces gisements, Kiravoravo à l'E. d'Amboasary, jolis cristaux avec xénotime).

GROUPE DE LA NÉPHÉLINE

LOSITE

Guinée. — *Iles de Los.* J'ai donné ce nom (*Paris, Nouv. Arch. Mus.* III. 37. 1911) à un minéral du groupe de la cancrinite, épigénisant la néphéline dans les syénites de l'île de Rouma. Il possède les propriétés de la cancrinite, mais sa biréfringence (0,013) n'atteint pas la moitié de celle de ce minéral. Il est vraisemblable qu'il en diffère au point de vue chimique et que la cancrinite constitue non une espèce unique, mais un groupe d'espèces dont les relations mutuelles sont à comparer à celles qui lient la davyne et la microsommite, avec cette réserve toutefois que la différence de biréfringence entre ces deux derniers minéraux est moindre.

Madagascar. — J'ai trouvé ce minéral comme élément essentiel des gneiss à néphéline des environs de Makarainga.

NEWBERYITE

$HMgPO^4 + 3H^2O$

Orthorhombique : $mm = 92°39'$.

$[a : b : c = 0{,}9548 : 1 : 0{,}9360$ (Schmidt).]

Formes observées. Les cristaux du gisement décrit plus loin ne sont pas mesurables ; ce sont de petits prismes h^1 (100), g^1 (010), peu ou pas allongés suivant c et terminés par des dômes ; quelquefois ils sont aplatis suivant h^1(100).

Clivages. Clivages, parfait suivant g^1 (010), imparfait suivant p (001).

Dureté. 3 à 3,5.

Densité. 2,10.

Coloration et éclat. Incolore ou blanche. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* (n_g) perpendiculaire à p (001).

$2E = 70°$ environ.

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule $HMgPO^4 + 3H^2O$ ou $2\,MgO.\,P^2O^5.\,7H^2O$ est la suivante :

P^2O^5	40,8
MgO	23,0
H^2O	36,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Dégage beaucoup d'eau dans le tube.

Soluble dans les acides à froid.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Réunion. — La newberyite est un minéral du guano de chauve-souris ; je l'ai rencontrée remplissant les vacuoles d'un basalte à la voûte d'une caverne de lave située dans la ravine Saint-Gilles près du bassin du Cormoran (*B. S. M.* XXXV. 119. 1912) (voir à *minervite*). A l'état frais, ce minéral est transparent et incolore ; il perd rapidement son eau de carrière en devenant d'un blanc laiteux.

Il est vraisemblable qu'une partie au moins de la magnésie a

été fournie par l'olivine du basalte qui, à l'inverse de ce qui a lieu dans la roche du voisinage, est très altérée dans les échantillons même renfermant la newberyite.

OPALE (T. III, pp. 316, 810 ; T. IV, p. 899).

Un nouveau nom encore (*grossouvréite*) a été employé (Stan. Meunier, *B. S. G. 30.* 1902. 250) pour désigner l'opale pulvérulente de l'Indre (tome III, p. 330).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* J'ai montré (*B. S. M.* XXV. 208. 1912) que les végétaux silicifiés de Saint-Nectaire (tome III, 323) et du Mont-Dore (tome IV, 899) ne sont pas épigénisés par l'opale, mais embaumés dans celle-ci ; il suffit en effet de les traiter par l'acide fluorhydrique pour faire disparaître la silice et isoler le tissu végétal intact, qui brûle avec une odeur empyreumatique. Cette observation montre le mécanisme vraisemblable de la silicification des végétaux, qui peuvent être ainsi conservés intacts pendant longtemps et qui ne doivent disparaître que peu à peu par une combustion fort lente.

Madagascar. — Les sources thermales bicarbonatées sodiques d'Antsirabé produisent à leur émergence des dépôts d'opale englobant des végétaux herbacés, sur lesquels j'ai fait la même observation que sur les produits similaires d'Auvergne.

De petites veinules d'une très belle opale noble à beaux reflets traversent un trachyte phonolitique altéré, à 2 km. au S. de Faratsiho. Il existe dans le voisinage des veinules plus épaisses d'une opale d'un brun rouge, rappelant un peu l'opale de feu du Mexique.

Je dois à M. Florens de jolies masses concrétionnées d'hyalite transparente, recueillies dans une roche volcanique décomposée des environs d'Ampangabé, près de Miandrarivo.

La pegmatite à orthose jaune transparent d'Itrongahy est imprégnée d'opale qui se voit parfois en croûtes hyalines à la surface et dans les fentes des cristaux d'orthose, de diopside, de zircon : elle est souvent recouverte de calcédoine.

Réunion. — Les stalactites de basalte des tunnels de lave envahis par le guano de chauve-souris sont souvent (ravin Saint-Gilles, cap Bernard) recouvertes et parfois transformées en opale. Tantôt celle-ci est compacte, à cassure vitreuse et plus ou moins translucide, et tantôt formée de lames minces fragiles, blanches et nacrées.

OR (T. II, p. 518; T. IV, p. 841).

Maine. — *Maine-et-Loire.* Dans les mines de la Bellière près Saint-Pierre-Montlimard, le filon principal de mispickel atteint 10 m. de puissance avec teneur en or (non visible) descendant parfois au-dessous de 10 gr. à la tonne, mais les petits filons de 1 à 2 m. ont souvent plus de 50 gr. La production en or, qui était de 212 kg. en 1906, croît rapidement et a été de 1206 kg. en 1910 (*A. M.* I. 1912. 163).

Plateau Central. — *Haute-Vienne. Dordogne.* Les travaux de recherches qui se poursuivent sur les filons de mispickel aurifère du Limousin ont fait découvrir l'or visible soit dans le quartz, soit dans le granite encaissant, souvent très déformé par actions mécaniques. A citer : Beaune, à 10 km. N. E. de Limoges, Beaugirand près Saint-Sulpice-Laurière, les environs de Saint-Yrieix, de Roche-l'Abeille (*Haute-Vienne*), de Tindeix (*Dordogne*), etc.

De l'or argentifère, d'un jaune très pâle, se trouve avec blende, galène, pyrite, mispickel, distribué dans un filon de quartz blanc du Champ-Vert en la Porcherie. Ces minéraux métalliques remplissent des cavités miarolitiques, laissées entre eux par les cristaux de quartz.

Puy-de-Dôme. Je dois à M. Demarty un échantillon de quartz de la Bessette renfermant de l'or visible, associé à de la pyrite, de la blende, de la dolomite.

Madagascar. — J'ai recueilli sur place un certain nombre d'observations me permettant de compléter ou de rectifier ce que j'ai écrit page 844 du tome IV sur les gisements d'or de Madagascar.

Comme gisements incontestablement filoniens, on ne peut guère citer que ceux de la région d'Andavakoera ; ils sont caractérisés par ce que le quartz s'y présente uniquement sous forme de cristaux implantés perpendiculairement aux parois de fissures ou de réseaux de fissures souvent très petites. Les deux parois quartzeuses constituent une sorte de mâchoire, laissant souvent entre ses deux parties des vides géodiques, que remplit dans d'autres cas un agrégat miarolitique de quartz et d'or natif ou bien de la barytine stérile, fréquemment séparée des cristaux de quartz, soit par de la psilomélane terreuse, soit par une sorte de jaspe noir, que l'examen microscopique montre constitué par des grains ou des fibres quartzeuses colorées

par de la psilomélane. C'est dans ce remplissage central quartzeux ou barytique et non aurifère que se rencontrent (Ranomafana) de la blende jaune de miel, de la galène, de la pyrite. Dans ce même gisement de Ranomafana, j'ai vu des géodes quartzeuses tapissées de cristaux de barytine, de chalcopyrite, de dolomite ; ces derniers constituent parfois des périmorphoses de cristaux disparus de calcite.

Quant au métal précieux, il se trouve uniquement au point d'insertion des aiguilles de quartz sur les épontes ou dans le remplissage géodique, jamais dans la masse même des cristaux de quartz. Une autre caractéristique des parties déjà explorées des filons réside dans la très grande irrégularité de leur teneur en or.

L'or ne se trouve dans la barytine que comme grande rareté et seulement dans un filon qui, à Betankilaotra, est accolé à un autre filon barytique renfermant de l'argent natif.

Ainsi qu'il a été dit dans le volume précédent, l'or d'Andavakoera, très argentifère, est toujours cristallisé et fréquemment filiforme. On le trouve aussi en belles lames minces, rappelant par leur aspect celles de l'or de Transylvanie.

Enfin, j'ai pu déterminer quel était le minéral ayant rempli originellement les cavités du quartz dans lesquelles se trouvent les fils d'or terminés par des faces distinctes que représente la figure 3 de la page 846. Ce minéral est de la blende ; un échantillon que j'ai rapporté montre que l'or natif est englobé par celle-ci, qu'il est par conséquent d'origine primaire et n'est pas dû à la décomposition de sulfures. J'ai pu étudier ce remarquable gisement grâce à l'amabilité de MM. Mortages, Boyer et Benoist.

Tout autres sont les gisements aurifères du reste de l'île qui présentent entre eux une remarquable similitude. Si à Soavinarivo, il semble bien y avoir un filon quartzeux aurifère intimement associé à une pegmatite contenant de l'or libre, en général, le métal précieux se trouve soit distribué dans les schistes cristallins eux-mêmes [gneiss à biotite (Mandraty, Antsolabato, Imaina, etc.), gneiss à pyroxène (Sahofa) ; micaschistes (Itea et région de l'Ivodirandrano à l'Ouest d'Ambositra) ; quartzites à magnétite (Mandraty, Tsimbolovolo, etc.) ; cipolins (Imaina), etc.], soit et plus souvent, dans des veines quartzeuses, pouvant n'avoir que quelques millimètres d'épaisseur, qui sont intercalées dans tous les types pétrographiques décrits plus haut. Il ne me paraît guère douteux que ces veines de quartz ne soient liées

plus ou moins directement au granite et en tous cas contemporaines du métamorphisme des schistes cristallins ; l'or y est en effet associé aux minéraux silicatés les plus divers : micas, feldspaths (Sahofa, Ialantsara près Tsinjoarivo, Dabolava, Kiranomena), pyroxène et amphibole (Sahofa), tourmaline (Vahinambo), etc. Dans certains gisements, cet or (Dabolava, région d'Ihosy) se présente parfois en cristaux nets, globuleux, jamais aciculaires comme ceux de l'Andavakoera.

Cet or, toujours à haut titre, est assez fréquemment accompagné de pyrite, plus rarement de chalcopyrite, de chalcosite (région d'Ihosy, Imaina, etc.), de sylvanite (Voatavolana).

En outre de cet or primaire, il existe fréquemment dans les fissures du quartz ou des roches voisines, de l'or d'origine secondaire, existant seul (Ambodimanga, dans la région de Mananjary, échantillons communiqués par M. Dabren) ou associé à de la pyrite (Sahofa).

GROUPE DES PÉRIDOTS

OLIVINE (T. I, p. 170 ; T. IV, p. 717).

Réunion. — Dans la Plaine des Sables, j'ai recueilli non seulement des cristaux isolés d'olivine, semblables à ceux décrits tome I, p. 579, mais encore de petits nodules à olivine, uniquement formés par du péridot (*dunite*).

De jolis cristaux d'olivine à formes communes, mais très nettes, se trouvent dans le tachylite basaltique, qui forme les bords de certains sills, visibles au milieu des brèches basaltiques du Cirque de Cilaos.

Une roche intéressante, que je considère comme une picrite feldspathique, constitue un accident minéralogique des laves basaltiques récentes du Piton de la Fournaise ; elle forme aussi des coulées et des dykes dans le massif du Piton des Neiges. Elle renferme de 40 à 50 % de cristaux translucides d'olivine jaune verdâtre atteignant un demi-centimètre de diamètre. Par altération, ces cristaux prennent un éclat métallique rouge et noir ; dans ce dernier cas, ils contiennent fréquemment des dendrites de magnétite.

Des dunites forment des masses intrusives dans les brèches basal-

tiques de la Rivière du Mât ; elles ont localement une couleur noire, avec une cassure mate, qui rappelle celle des météorites noires ; cette particularité est due à la production secondaire d'une grande quantité de magnétite, qui imprègne l'antigorite épigénisant progressivement le péridot ; la roche est devenue magnétique.

L'existence de beaucoup d'olivine dans la plupart des roches volcaniques de la Réunion entraîne comme conséquence l'extraordinaire abondance de ce minéral dans les sables du littoral ; sur la côte sud-ouest, battue par la mer, près de l'Etang Salé, il existe des dunes essentiellement constituées par de l'olivine et de la titanomagnétite ; ces minéraux, grâce à leur densité différente, se classent d'une façon tout à fait remarquable.

Tahiti et **îles Gambier**. — Ces îles renferment des picrites feldspathiques semblables à celles de la Réunion.

Guinée. — *Iles de Los*. Certaines des monchiquites, qui traversent en filons minces la syénite néphélinique de l'île de Rouma, contiennent des phénocristaux d'olivine, ayant jusqu'à 1 cm. de diamètre, cristaux souvent entourés d'une enveloppe, qui est constituée par des lames de biotite, mélangées ou non à de la magnétite. Parfois la pseudomorphose est totale et les cristaux d'olivine sont remplacés par un petit nodule micacé ayant fréquemment à son centre une portion uniquement formée par de la magnétite. Ces pseudomorphoses sont très analogues à celles que j'ai rencontrées dans les facies de variation microessexitiques des syénites néphéliniques de Nosy komba à *Madagascar*. Ces dernières toutefois en diffèrent en ce que la biotite y est généralement accompagnée par un pyroxène.

PLANCHÉITE (T. IV, p. 757).

Congo. — Il se confirme de plus en plus que la planchéite est un minéral caractéristique des gisements cuprifères du Congo français. J'en ai vu récemment de beaux échantillons accompagnant la dioptase, le chrysocole, la chalcosite, etc., de la mine de Djoué.

PLATINE (T. II, p. 389 ; T. IV, p. 841).

Madagascar. — J'ai pu préciser les indications sommaires données dans le tome IV, p. 841, et me procurer notamment grâce à MM. Berthier, Dabren et Sisteron des échantillons du platine trouvé dans quelques rivières de la côte Est.

Ce métal précieux a été rencontré dans trois régions :

1° Au Nord-Ouest de Fenerive, près de Maherivaratra sur la Manantsatrana. 2° Au Sud de Vatomandry, dans deux gisements distincts, près d'Ambia sur la Vatana et près d'Ampasimpotsy sur la Farafara, affluent de droite du Manampotsy. 3° Dans la région de Farafangana sur l'Isongo, affluent de la Manambia, elle-même affluent de gauche du Mananara. Ce platine est souvent magnétique et forme des grains très roulés, qui accompagnent l'or dans les alluvions.

PREHNITE (T. I, p. 264; T. IV, p. 732).

Madagascar. — Quelques beaux échantillons de prehnite fibro-bacillaire ont été rencontrés dans les basaltes et les diabases de l'Ambongo, au voisinage de l'Ambohitrosy, et des régions situées entre celui-ci et le massif cristallin, notamment près du poste d'Ambatomainty sur la haute Mahavavy.

Réunion. — J'ai pu trouver en place la prehnite, que j'ai signalée tome IV, p. 732, sans indication précise de gisement. Celui-ci se trouve dans le lit de la rivière du Mât, près du sentier allant au Gros Ilet. La prehnite tapisse de ses concrétions vertes mamelonnées de petites géodes et des fentes de gabbros très altérés.

Guinée. — Les travaux du chemin de fer de Conakry au Niger ont fait trouver au km. 177 un gisement de prehnite dans des blocs de diabase. La prehnite forme des rognons stalactiformes, fibrobacillaires, extérieurement, garnis de cristaux verts, à forme casquée, semblables à ceux de l'Oisans ; ils sont associés à de l'albite, à du sphène, à du quartz et à de la calcite. Tous ces minéraux sont sensiblement contemporains, et sont recouverts par des rhomboèdres de chabasie transparente englobant de l'actinote.

PUCHÉRITE

$BiVO^4$

Orthorhombique : $mm = 123°55'$.

$[a : b : c = 0{,}5327 : 1 : 2{,}3357$ (Websky).]

Formes observées. Les cristaux, toujours fort petits, sont formés par le prisme m (110) basé, associé à b^1 (112) et à diverses pyramides; ils sont souvent tabulaires suivant p (001).

Clivages. Clivage parfait suivant p (001).

Dureté. 4. Fragile.

Densité. 6,25.

Coloration et éclat. Brun rouge. Éclat vitreux à adamantin. Poussière jaune; transparente à opaque.

Composition chimique. La formule $BiVO^4$ ou $Bi^2O^3\,V^2O^5$ correspond à la composition centésimale suivante.

V^2O^5	28,2
Bi^2O^3	71,8
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite. Au chalumeau, fond en donnant sur le charbon un enduit de Bi^2O^3 et avec la soude un globule de bismuth métallique. Avec le sel de phosphore, donne la perle verte au feu réducteur et jaune au feu oxydant caractéristique du vanadium. Soluble dans l'acide azotique, la liqueur évaporée à sec sur une lamelle de verre laisse une coloration brun rouge d'oxyde de vanadium. Soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement de chlore; la solution rouge foncé devient verte par addition d'eau, avec dépôt d'un chlorure basique jaune pulvérulent.

Diagnostic. Le minéral est facile à reconnaître à cause de sa couleur, de son éclat et de son association avec d'autres minéraux de bismuth.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — J'ai trouvé (*B. S. M.* XXXV. 92. 1912) des cristaux extrêmement petits et des enduits de puchérite à la surface ou dans les fentes de la bismuthite résultant de l'épigénie du bismuth natif de Samiresy et de la bismuthite d'Ampangabé.

GROUPE DES PYROXÈNES

DIOPSIDE-AUGITE (T. I, p. 568).

Plateau Central. — MM. Gonnard et Barbier ont donné (*B. S. M.* XXXIV. 228. 1912) des analyses de l'augite du Puy de la Rodde (*Puy-de-Dôme*) (*a*) et de Maillargues (*Cantal*) (*b*).

	a	*b*
SiO^2.....	45,16	45,50
TiO^2.....	3,42	3,12
Al^2O^3.....	8,09	10,93
FeO.....	9,79	6,46
MgO.....	13,51	13,94
CaO.....	19,11	19,01
alcalis.....	0,81	0,91
	99,89	99,87

M. Gonnard a décrit (*B. S. M.* XXXIV. 16. 1911) des cristaux d'augite du type de ceux du Puy de la Rodde et provenant du Puy de Birgaudix près Rochefort (*Puy-de-Dôme*). Les macles suivant h^1 (100) présentent quelquefois $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$), associé à $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) et $e^{1/2}$ (021). Des cristaux semblables se trouvent à Bartau, à un km. à l'Ouest de Saint-Paulien (*Haute-Loire*). Ils présentent a^1 ($\bar{1}01$) et de larges faces a_3 ($\bar{2}11$) dans la zone $b^{1/2}\,h^1$.

Dans cette même note, M. Gonnard a rectifié une erreur concernant des cristaux du Puy de Corent, que j'ai reproduite d'après lui, p. 595 du tome I; à la ligne 11, la forme μ (121) doit être remplacée par $b^{1/4}$ et p par a^1.

Madagascar. — J'ai recueilli de très beaux cristaux d'augite semblables aux précédents dans les cendres basaltiques des cônes bien conservés du S. de l'Ankaratra (mont Vohitromby près Antsirabé) et du massif de l'Itasy (Mont Ampala près de l'Ambohitromby, aux environs de Soavinandriana, avec cristaux de hornblende). Le premier de ces gisements est particulièrement remarquable; M. Cespedes y a recueilli en un jour une trentaine de kgm. de cristaux mesurant de 1 à 2 cm.

Le diopside est abondant dans les cipolins de l'île, où il constitue souvent à lui seul des pyroxénites blanchâtres ou vertes. Le gisement de Soavinarivo mérite une mention spéciale; on y trouve en effet

des blocs énormes, constitués par l'accolement de cristaux de diopside blanc mesurant plusieurs décimètres de longueur et possédant des plans de séparation faciles suivant la base.

A signaler des masses de diopside blanc en lits parfois entourés de trémolite blanchâtre ou noirâtre dans les calcaire métamorphisés par le granite de Marosaha près Voanana, aux environs d'Ambatofangehana.

Dans les cipolins, se rencontrent fréquemment des veines de roches essentiellement constituées par du microcline (avec ou sans quartz) et par un pyroxène qui, à Alasora, au S. de Tananarive, est d'un beau vert d'herbe.

Les granites amphiboliques sont quelquefois traversés par des veines de pegmatites à grands éléments, qui renferment de beaux cristaux de diallage, brun jaune clair, mesurant plusieurs centimètres de plus grande dimension. Je citerai à cet égard, la haute falaise, que surmonte le palais de la Reine à Tananarive.

La pegmatite à orthose jaune transparent d'Itrongahy renferme des cristaux de diopside vert ou jaunâtre, ayant parfois une couleur noire quand ils sont vus par réflexion. Ils atteignent 10 cm. suivant l'axe vertical et présentent les combinaisons m (110), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $d^{1/2}$ (111) ; m, h^1, g^1, h^2 (310), $d^{1/2}$, $d^{1/4}$ (221), $b^{1/6}$ ($\bar{3}31$) et m, h^1 (100), p (001), e^1 (011) avec aplatissement suivant h^1. La densité est de 3,26.

Les variétés vertes, quand elles sont transparentes, constituent une jolie gemme : les constantes optiques sont les suivantes.

$$\mathbf{n}_g = 1{,}7001 \text{ (Na)}.$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}6785$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}6730$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0271$$
$$2V = 53°44' \; 2E \text{ (mes.)} = 104°40'.$$

Sahara. — Je dois à M. E. Gautier des échantillons de cipolin d'In-Ouzel (Adrar) qui contiennent du diopside.

ÆGYRINE (T. I, p. 610; T. IV, p. 771).

Réunion. — J'ai observé dans les conglomérats basaltiques du Bras Rouge de Cilaos des syénites miarolitiques à ægyrine, des dikes et des sills. Dans leurs géodes, j'ai recueilli avec de jolis cristaux de quartz, d'orthose et d'albite, des cristaux nets d'ægyrine aplatis suivant h^1 (100) [avec m plus ou moins développé] et terminés par $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Cette roche est riche en *katoforite*.

WOLLASTONITE (T. I, p. 619; T. IV, p. 777).

Madagascar. — Les cipolins d'un blanc bleuâtre d'Antetezambato au N. W. de Mahanoro, renferment localement des cristaux de wollastonite régulièrement distribués et ayant en moyenne 1 cm. de longueur. De beaux agrégats fibrobacillaires de wollastonite se trouvent dans les pegmatites traversant ce cipolin. Cette roche est comparable à celle que j'ai signalée au Roc Blanc d'Orlu dans l'Ariège.

Le même minéral en cristaux d'un blanc nacré très vif, soit seul, soit associé à du diopside, à de la scapolite, forme des lits entièrement silicatés au milieu des cipolins de divers points de l'île, notamment dans la région de Fort-Dauphin et dans les environs de Bedjofo (région d'Ananalava).

PECTOLITE

$HNaCa^2(SiO^3)^3$

Monoclinique : $mm = 94°\,6'$ [1]

$a : b : c = 0{,}9864 : 1 : 1{,}1755$

$zx = 70°\,40'$.

Macles. Macles suivant $p\,(001)$.

Facies des cristaux. La pectolite se présente en cristaux allongés suivant l'arête ph^1 et striés horizontalement; le plus souvent, elle forme des agrégats fibreux ou fibrolamellaires, quelquefois radiés.

Clivages. Clivages parfaits suivant p (001) et $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$).

Dureté. 5. Fragile.

Densité. 2,7 à 2,78.

Coloration et éclat. Blanche ou grise. Éclat soyeux ou vitreux suivant la cassure. Transparente à opaque.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) perpendiculaire à g^1 (010). La bissectrice obtuse ($\mathbf{n}_p$) est sensiblement perpendiculaire au clivage p (001).

$2V = 60°$ env.

$\mathbf{n}g - \mathbf{n}p = 0{,}038$

1. Cette orientation est celle que j'ai adoptée pour la wollastonite. Voir note 1 de la page suivante.

Composition chimique. La formule $HNaCa^2(SiO^3)^3$ ou $6SiO^3$ $4CaO$, Na^2O, H^2O correspond à la composition suivante :

SiO^2	54,2
CaO	33,8
Na^2O	9,3
H^2O	2,7
	100,0

Il existe parfois en outre une petite quantité de fer et de manganèse.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond facilement en un émail blanc. Facilement attaquable par les acides. Certaines variétés possèdent la tromboluminescence.

Diagnostic. La pectolite se distingue facilement des zéolites fibreuses par sa réfringence et sa biréfringence élevées ; de la wollastonite, par sa biréfringence plus grande et le signe constamment positif de son allongement.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Guinée. — *Iles de Los*. J'ai rencontré de grosses baguettes de pectolite dans un nodule englobé par une monchiquite de l'île de Rouma (*Nouv. Arch. Muséum*. III. 84. 1911). Cette pectolite est enveloppée dans de la mésotype, associée à de l'augite et à de l'olivine se transformant en biotite.

ROSENBUSCHITE

Monoclinique : $mm = 92°32'$

$$a : b : c = 0,9572 : 1 : 1,1689 \text{ (Brögger)}^1$$

$$zx = 78°10'$$

Facies des cristaux. La rosenbuschite ne se trouve qu'en cristaux, toujours allongés suivant l'arête ph^1 (001) (100) ; ils sont fréquemment groupés en gerbes, en éventail ; ils forment des agrégats imparfaitement parallèles.

1. M. Brögger, qui a décrit cette espèce, a pris une forme primitive permettant de montrer son analogie avec la wollastonite et il l'a rapportée à l'orientation donnée par Vom Rath à ce minéral. C'est dans le même but que j'ai pris une forme se rapprochant de celle que j'ai adoptée pour la wollastonite (voir tome II, p. 619, pour l'équivalence des formes dans les deux positions).

Clivages. Clivages, parfait suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), faciles suivant p (001) et $e^{1/4}$ (401).

Dureté. 5 à 6. Fragile.

Densité. 3,3.

Coloration et éclat. Gris jaune ou jaune orangé. Éclat vitreux. Transparente en lames minces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) perpendiculaires à g^1 (010). Dans g^1, $\mathbf{n}_g$ fait un angle d'environ 13° avec le clivage le plus facile.

$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}025 \text{ à } 0{,}27.$$

La réfringence moyenne est voisine de 1,65.

Pléochroïsme. Léger pléochroïsme : jaune pâle suivant $\mathbf{n}_g$ et $\mathbf{n}_m$, incolore suivant $\mathbf{n}_p$; le maximum d'absorption est donc tranversal à l'allongement.

Composition chimique. La formule est, d'après M. Brögger : $6CaO\ SiO^3.2Na^2\ ZrO^2F^2.(TiSiO^3.TiO^3)$.

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau en colorant la flamme en jaune. Aisément attaquable par les acides.

Diagnostic. La rosenbuschite se distingue de la carpholite, dont elle possède la couleur, par sa facile attaquabilité par les acides et par le signe de son allongement. Ce dernier caractère permet également de la distinguer de la wollastonite, qui est moins, de la pectolite qui est plus biréfringente qu'elle.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Guinée. — *Iles de Los.* La rosenbuschite est un minéral rare, connu seulement dans un très petit nombre de gisements de roches alcalines. Je l'ai trouvée comme élément essentiel très abondant (*Nouv. Arch. Muséum.* III. 73. 1911) d'une tinguaite formant un filon mince dans la syénite néphélinique à lâvénite à l'Est de Tahiré dans l'île de Rouma.

La rosenbuschite y forme de très nombreuses aiguilles, associées à l'astrophyllite, à la catapléite, à la fluorine, à la cancrinite, etc.

QUARTZ (T. III, pp. 25, 810 ; T. IV, p. 891).

Esterel. — *Var.* M. J. Drugman a découvert dans les carrières de microdiorite (esterelite) de Saint-Raphaël une curieuse macle du

quartz suivant p $(10\bar{1}1)$ (*Miner. Magaz.* XVI. 112. 1911). Les cristaux composants ont souvent exactement les mêmes dimensions, la macle présente alors la régularité théorique de la fig. 1. Les échantillons ont été recueillis assez nombreux pour qu'on puisse être certain que l'on ne se trouve pas en présence d'un groupement accidentel. L'angle rentrant de cette macle est de 152°52′.

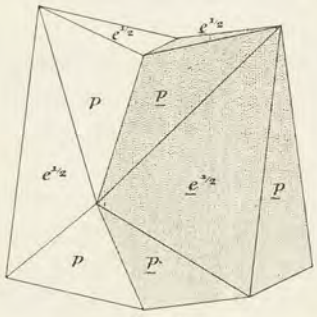


Fig. 1.
Macle suivant p $(10\bar{1}1)$ du quartz de Saint-Raphaël.

Madagascar. — Je me suis attaché au cours de mon voyage à solutionner (*C. R.* CLV. 491. 1912) une question qui me préoccupe depuis longtemps et que j'ai indiquée à plusieurs reprises dans cet ouvrage, notamment p. 892, tome IV. Je veux parler du mode de gisement du quartz transparent, qui a rendu Madagascar célèbre parmi les minéralogistes. Ce mode de gisement est complexe ; si l'on laisse de côté les amygdales des roches basaltiques, qui ne fournissent que de très petits cristaux (quelquefois améthystes), associés à de la calcédoine, on peut ranger les gisements actuellement reconnus dans trois groupes.

1° Cryptes miarolitiques des pegmatites. Les cristaux rarement absolument incolores (Anjanaboana, Tongafeno, Antaboaka) sont généralement teintés de jaune ou de brun, souvent très nets, à faces brillantes, ils peuvent atteindre plusieurs décimètres (Maharitra, Tsilaisina, Antaboaka, Tongafeno, Anjanaboana, etc.). J'ai observé, notamment à Maharitra, des arrêts de développement de certains cristaux, dont quelques faces restent en creux et sont généralement recouvertes par de très petits cristaux de bityite, de rubellite, de lépidolite, etc. Les cristaux de quartz des pegmatites sont très souvent polysynthétiques et souvent aussi encapuchonnés ; il est assez fréquent (Maharitra) que dans l'intervalle de la production de deux zones consécutives, le quartz ait été recouvert de divers minéraux cristallisés (albite, tourmaline), qui ensuite se sont trouvés emprisonnés dans la couche plus récente à travers laquelle on les distingue.

Exceptionnellement (Ampangabé, etc.), ce quartz est d'une belle couleur améthyste ; cette variété se trouve plus fréquemment dans les géodes de filons de quartz terminant des filons de pegmatite ; ces cristaux

d'améthyste sont très polysynthétiques (Ambohibé, au Sud de Betafo).

2° Filons spéciaux. Ils ressemblent aux filons ordinaires de la région, mais en diffèrent en ce que le quartz, au lieu d'être blanc et plus ou moins opaque, est parfaitement limpide et présente une orientation homogène sur un grand volume. C'est certainement de filons de ce genre que proviennent beaucoup de très gros blocs de quartz limpide, dépourvus de formes géométriques, que l'on recueille dans les gisements alluvionnaires ou éluvionnaires.

Ce quartz est tantôt absolument pur, et tantôt il renferme de gros cristaux d'épidote (Ampangabé ; région de Vohémar), du rutile aciculaire (cheveux de Vénus) (S. et O. de Betafo), de la tourmaline aciculaire (Mangily dans la région du Loky), de la muscovite, etc. Je considère ces filons comme des dépendances des pegmatites ; tel est celui d'Ampangabé qui traverse les schistes cristallins.

3° Enfin, la plus grande partie du quartz actuellement exporté de Madagascar, tout celui qui est extrait en place, provient de vastes cryptes, qui abondent dans les quartzites métamorphisées par le granite (Massifs du Bity, du mont Olotsingy au Sud de Betafo ; Volavaky au Sud d'Anjanaboana, etc.). Ces cryptes sont généralement disposées suivant les plans de stratification des quartzites ; elles sont tapissées de cristaux de toute taille pouvant atteindre quelques décimètres de longueur ; ces cristaux sont généralement pauvres en faces et souvent ternes ; ils sont fréquemment isolés, quelquefois bipyramidés, au milieu d'argiles remplissant en partie la cavité ; je n'ai vu aucun autre minéral dans les gisements de ce genre.

Le quartz rose, dont il a été question tome IV, 893, est caractéristique des pegmatites à béryl aigue-marine ; il ne se trouve pas dans les pegmatites à minéraux lithiques ; l'indication de Maharitra que j'ai donnée antérieurement est donc inexacte. De même, le quartz opalescent que j'ai cité (d'après renseignements) comme venant du même gisement, se trouve un peu plus à l'Est en veines dans les quartzites du mont Bity où je l'ai recueilli en abondance ; il en existe aussi à Itrongahy, etc.

C'est encore dans la même région (Mont Bity) que se trouve le quartz bleu de ciel, coloré par des cristaux microscopiques de lazulite ; il constitue des lits à gros éléments dans les quartzites métamorphiques.

RHODIZITE (T. IV, p. 350).

Madagascar. — J'ai visité le gisement d'Antandrokomby, qui a fourni les cristaux de rhodizite, décrits dans le tome IV, et j'en ai exploré un autre, celui de Manjaka, qui se trouve dans la vallée de la Sahatany; j'en ai fait connaître la constitution (*B. S. M.* XXXV. 76. 1912). Le filon de pegmatite renferme beaucoup de rubellite d'un rouge foncé, associée à des cristaux de rhodizite atteignant 2 cm. Ils sont localisés près des épontes et présentent les mêmes formes que dans le premier gisement connu.

Ils sont d'un jaune pâle et parfois assez transparents pour que j'aie pu en faire tailler deux petites pierres assez jolies. Le même gisement renferme beaucoup de triphane et, surtout aux épontes, de la tourmaline brune, de l'apatite bleue.

C'est de Manjaka (et non d'Ampakitra, nom inconnu dans le pays) que provient le cristal isolé de toute gangue dont MM. Duparc, Wunder et Sabot ont donné l'analyse suivante (*B. S. M.* XXXIV. 136. 1911) : $n = 1,6652$ (Na).

B^2O^3	43,33
Al^2O^3	27,40
MgO	0,11
Li^2O	0,68
Na^2O	1,78
K^2O	1,41
Cs^2O	3,47
Rb^2O	2,29
SiO^2	3,18
Perte au feu...	1,42
	100,00

Cette analyse conduit à la formule : $B^{14}Al^6Gl^7(Cs, Rb, Na, K, Li)^4\ O^{39}$, qui doit être préférée à celle que j'ai proposée antérieurement. M. Pisani a bien voulu examiner ce qui me restait du minéral d'Antandrokomby et a constaté que la grande quantité de lithine indiquée dans sa première analyse est due à une erreur analytique explicable par la très petite proportion de matière, qui, d'ailleurs, ne lui avait pas permis de doser les alcalis rares.

RUTILE (T. III, p. 192).

Pléochroïsme. Dans la description de ce minéral, je n'ai pas parlé du pléochroïsme ; celui-ci est d'ordinaire presque nul en lames minces, mais il devient distinct et souvent assez fort dans les types ferrifères : $\mathbf{n}_g > \mathbf{n}_p$

$\mathbf{n}_g$ = jaune brun ; rouge sang à noir.
$\mathbf{n}_p$ = brun jaune à jaune verdâtre brun jaune à noir.

J'ai rencontré dans certains gneiss, et particulièrement dans ceux d'Odegården en Norvège, des variétés dont je ne connais pas la composition chimique et qui présentent les colorations suivantes :

$\mathbf{n}$ = violacé presque noir ; violet évêque.
$\mathbf{n}_g$ = jaune verdâtre clair ; violet prune.

Madagascar. —Le rutile est fréquent dans les alluvions aurifères. Un gisement mérite d'être cité d'une façon plus particulière, c'est celui d'Ifempina. Les cristaux toujours très roulés y atteignent plusieurs centimètres. M. Gafforï m'en a remis un qui mesure 6 cm suivant l'axe vertical et correspond à la figure 3 de la page 193 du tome III.

Ce rutile, d'un brun rouge très éclatant, est entouré par une gaine d'ilménite d'environ 2 mm. ; il s'agit là d'une transformation de l'ordre de celle qui est fréquente dans les environs ds Vannes (fig. 4, p. 198, tome III). De très gros cristaux de rutile se trouvent dans les mêmes conditions dans le secteur d'Andriamena (dans le Marolambo et au Nord de Fort Carnot).

Le quartz hyalin renfermant de fines aiguilles de rutile (cheveux de Vénus), que j'ai cité tome III, p. 205 (fig. 8), sans indication précise de gisement, se trouve dans la région de Betafo et notamment aux environs de Tongafeno.

J'ai rapporté de cette même région un échantillon d'hématite englobé dans le quartz et supportant des cristaux de rutile régulièrement orientés comme dans la figure 3 de la page 193 du tome III.

Enfin les pegmatites à beryl d'Ampangabé, près Miandrarivo, renferment quelques cristaux de rutile très cannelés dans la zone verticale mais présentant des faces $b^{1/2}$ (111) et a^1 (101) éclatantes en même temps qu'inégalement développées ; ces cristaux sont maclés suivant a^1, ils se distinguent de la strüvérite du même gisement par leurs plus petites

dimensions (1 cm.), leur couleur, l'éclat de leurs faces et leur densité beaucoup plus faible.

SOUS-GROUPE ILMÉNORUTILE-STRÜVÉRITE-NIGRINE

Ce groupe de minéraux est une annexe de celui du rutile ; on peut le considérer comme constitué par le mélange isomorphe du rutile avec les composés suivants, dans lesquels le rutile joue toujours le rôle prédominant.

Mossite. $Fe(NbO^3)^2$.
Tapiolite. $Fe(TaO^3)^2$.
$FeTiO^3$.

Le nom d'*ilménorutile* est réservé aux variétés dans lesquelles Nb domine sur Ta et celui de *strüvérite* aux variétés dans lesquelles Ta est égal ou plus grand que Nb. Enfin, la *nigrine* est le minéral dans lequel il existe seulement $FeTiO^3$, mélangé au rutile. La prédominance de Ta sur Nb entraîne une augmentation de la densité et de la longueur de l'axe vertical. La densité est voisine de 5,59 pour la strüvérite, de 4,64 pour l'ilménorutile : ce caractère permet facilement la distinction avec le rutile, dont la densité est de 4,25.

Tous ces minéraux ont une forme très voisine de celle du rutile et les mêmes propriétés optiques. Ils sont très peu transparents, et plus pléochroïques que celui-ci, dans les teintes d'un brun foncé, avec maximum d'absorption suivant $\mathbf{n}_g$.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — J'ai trouvé dans la pegmatite à béryl d'Ampangabé (*B. S. M.* XXXV. 185. 1912) un minéral de ce groupe, qui vient d'être rencontré dans les mêmes conditions à Fefena et aussi dans la région de Torendrika ; ses cristaux atteignent jusqu'à 6 kg.

D'un noir de fer, ils possèdent une densité de 4,91 ; L'analyse suivante, effectuée par M. Pisani, montre qu'ils ont une composition intermédiaire entre celle de la strüvérite et de la nigrine.

TiO^2	71,15
SnO^2	0,05
Ta^2O^5	10,14
FeO	15,84
Al^2O^3	1,80
	98,98

Les formes observées sont : m (110), h^1 (100), $b^{1/2}$ (111) ; je n'ai observé qu'une seule fois l'octaèdre a^1 (101).

Les cristaux se présentent sous deux types.

Le type I est caractérisé par le développement normal des différentes formes avec faible allongement suivant l'axe vertical (fig. 3).

Le type II est allongé suivant une arête $b^{1/2}b^{1/2}$ et comme il existe toujours dans la zone d'allongement une face h^1, les cristaux ont une

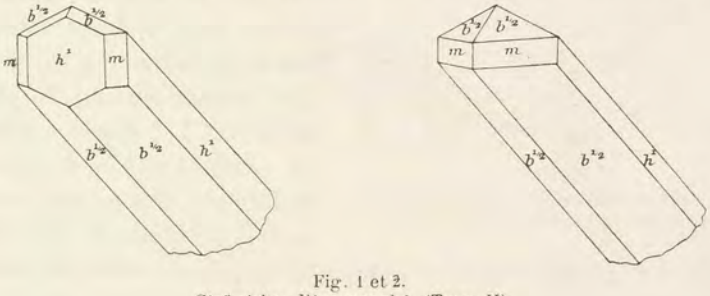


Fig. 1 et 2.
Strüvérite d'Ampangabé (Type II).

section hexagonale ($b^{1/2}\,b^{1/2} = 123°8'$; $b^{1/2}h^1$ $118°26'$). Lorsqu'ils sont terminés, les faces m, h^1, $b^{1/2}$ de leur extrémité sont normalement développées (fig. 1) ou bien irrégulièrement formées (fig. 2) avec quelquefois disparition de certaines d'entre elles.

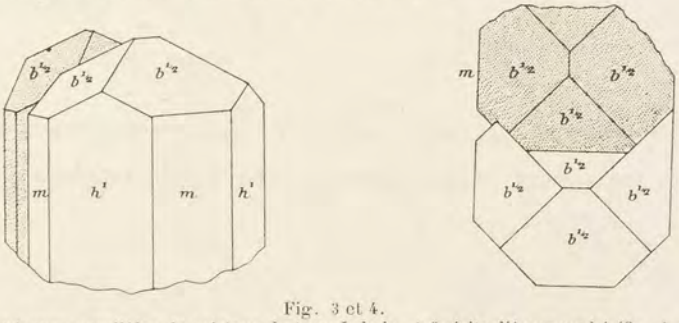


Fig. 3 et 4.
Groupement à axes parallèles de cristaux du type I de la strüvérite d'Ampangabé (fig. 4, projection sur la base).

Les cristaux groupés sont aussi fréquents que les cristaux simples ; j'ai observé :

1° Des groupements à axes parallèles d'individus ayant souvent la même dimension ; deux faces $b^{1/2}$ $b^{1/2}$ adjacentes forment un angle rentrant de $92°54'$ (fig. 3 et 4). Ces groupements ne se produisent qu'entre cristaux du type I.

La figure 5 représente le groupement à axes parallèles d'un cristal du type II et d'un cristal du type I possédant un facies hémimorphe par suite du remplacement à l'une des extrémités des faces $b^{1/2}$ par une face a^1.

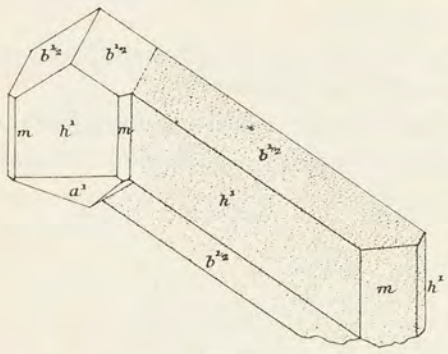


Fig. 5.
Groupement à axes parallèles d'un cristal de strüvérite du type I et d'un cristal du type II.

2° Macle suivant a^1 (101) de cristaux du type II. Tantôt ces macles sont aplaties suivant la face h^1 commune (fig. 6) et tantôt elles le sont suivant le plan de macle (fig. 7) ; dans les deux cas, ces cristaux ont un facies orthorhombique. La macle est quelquefois à répétition (fig. 8 et 9), donnant des groupements en roue, qui rappellent ceux du rutile de

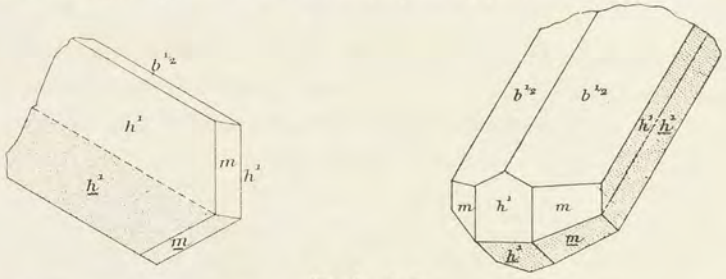


Fig. 6 et 7.
Macle suivant a^1 [(type I) (fig. 6) (type II) (fig. 7)] de la strüvérite d'Ampangabé.

Géorgie, mais sans angles rentrants. La macle représentée par la

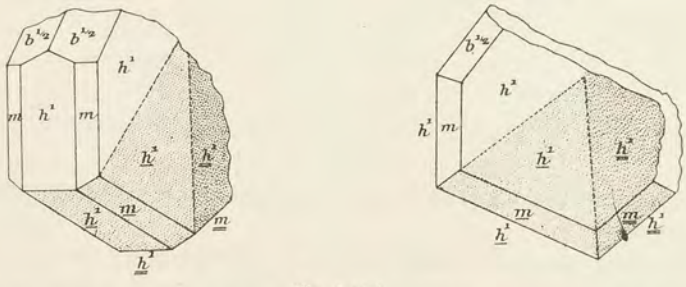


Fig. 8 et 9.
Macle suivant a^1 (101) de trois cristaux de strüvérite d'Ampangabé [fig. 9, projection sur h^1 (100)].

fig. 7 est fréquente dans l'ilménorutile.

SAMARSKITE

Orthorhombique : $mm = 122°46'$.

$a : b : c = 0{,}5456 : 1 : 0{,}5178$ (Edw. Dana).

a^1a^1 s. $p = 93°$.

Formes observées. m (110), h^1 (100), g^1 (010) ; a^1 (101).

Facies des cristaux. Les cristaux, aplatis suivant g^1 (010), sont un peu allongés suivant l'axe vertical et généralement terminés par a^1 (101).

Clivages. Clivage g^1 (010) à peine distinct.

Cassure. Cassure conchoïdale.

Dureté. 5 à 6. Fragile

Densité. 5, 6 à 5, 8, s'abaissant jusqu'au voisinage de 4 par hydratation. 4, 2 (Manendrika.)

Coloration et éclat. Noire de velours. Éclat vitreux et résineux. Poussière brun rouge foncé.

Transparente seulement en lames très minces. Monoréfringente.

Composition chimique. La samarskite est essentiellement un niobotantalate des terres cériques et yttriques, avec urane, fer, etc.

L'analyse suivante a été faite par M. Pisani sur le minéral très hydraté de Manendrika :

Nb^2O^5	43,60
Ta^2O^5	11,15
TiO^2	1,42
UO^2	8,70
ThO^2	1,05
$(Y,Er)^2O^3$	9,50
$(Ce, La, Di)^2O^3$	4,05
FeO	5,40
CaO	2,43
Al^2O^3	0,80
Perte au feu	11,14
	99,24

Essais pyrognostiques. A l'état frais, ce minéral est à peine attaquable par les acides. Au chalumeau, il fond sur les bords en un verre noir.

Altérations. Le minéral fixe de l'eau par altération ; il devient d'un jaune plus ou moins foncé et moins opaque ; il perd de sa haute densité et devient très attaquable par les acides.

Diagnostic. Par ses caractères extérieurs, la samarskite ressemble à l'euxénite ; elle s'en distingue par ce que la pyramide habituelle est moins aiguë, par sa fusibilité au chalumeau et enfin par sa très faible teneur en titane, qui n'est pas essentielle.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — La samarskite a été trouvée en petite quantité dans une pegmatite à béryl, almandin, magnétite, etc., de Manendrika, à 3 km. 5 environ au Sud d'Antanamalaza et à quelques kilomètres du gisement d'autunite de Vinanikarena.

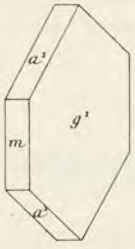


Fig. 1. Samarskite de Manendrika.

Les cristaux sont presque toujours entièrement altérés en matière jaune, ils sont parfois très nets (fig. 1) et mesurent de 1 cm. à 1 cm. 5, d'après les observations que j'ai eu l'occasion de faire (*B. S. M.* XXXIV. 67. 1911).

La roche qui les renferme étant très altérée, ils ne peuvent être obtenus qu'isolés de leur gangue.

GROUPE DE LA BETAFITE[1]

Je désigne sous ce nom des titano-niobates uranifères, souvent riches en acide tantalique, cristallisant dans le système cubique, avec facies octaédrique (*B. S. M.* XXXV. 84. 1912). Ils se rapprochent du groupe du pyrochlore, mais s'en distinguent par leur richesse en titane et l'absence des alcalis et du fluor ; je n'insiste pas toutefois sur cette dernière différence, tous ces minéraux étant altérés, ont fixé de l'eau, ce qui abaisse leur densité et les rend très facilement attaquables par les acides (solution jaune d'or précipitant en jaune par la potasse, indiquant que l'urane s'y trouve à l'état de UO^3 ; c'est par suite d'une faute d'impression dans une note antérieure que j'y ai indiqué UO^2).

1. Ce groupe n'est pas ici à sa place orthographique parce qu'au moment de la mise en pages, je m'étais proposé de prendre la samiresite comme type, à cause de la netteté plus grande de ses cristaux, mais je viens de recevoir d'admirables cristaux de betafite, qui me conduisent à prendre ce minéral comme tête de ligne.

Il est vraisemblable que les progrès de l'exploitation des pegmatites, d'où ils proviennent, les feront trouver dans un état de fraîcheur meilleur et qu'il sera possible alors de discuter leur formule. Je crois utile dès à présent de distinguer trois espèces, que je désigne sous les noms de *betafite*, de *samiresite*, et de *blomstrandite*.

BETAFITE

C'est ce minéral que j'ai décrit tome IV, p. 612, sous le nom de *blomstrandite*; à ce moment, n'avant pas voulu créer une espèce nouvelle, je l'avais rapproché de la substance connue s'en éloignant le moins, la blomstrandite de Nohl en Suède. Mais depuis lors, ayant étudié les divers minéraux qui constituent ce groupe, il me semble nécessaire de distinguer, sous le nom de betafite, le minéral d'Ambolotara (à l'ouest de Betafo), d'une autre substance qui va être décrite plus loin, et qui, elle, se rapproche beaucoup du minéral de Suède.

Il suffira donc de substituer le mot de betafite à celui de blomstrandite dans la description du volume précédent et de compléter celle-ci par l'indication que le minéral est cubique.

En effet, de magnifiques cristaux à faces planes de la même substance ont été trouvés par M. Florens, à Antanifotsy, à environ à 2 km. à l'E. d'Ampangabé : la forme dominante est a^1 associé à b^1 qui, exceptionnellement, devient prédominant et très rarement à p (100). Ces cristaux (densité 3,59) sont accolés à de la biotite, dont ils portent toujours l'empreinte sur un de leurs côtés; parfois ils sont aplatis suivant une de leurs faces, ou encore groupés à axes parallèles par enfilement suivant un axe quaternaire. Des cristaux identiques se trouvent à Andibakely sur la rive gauche du Sakay, affluent du Kitsamby, à Ambalahazo, etc. (voir page 93).

SAMIRESITE

Formes observées. Octaèdres réguliers a^1 (111), avec très rarement de petites facettes b^1 (110).

Dureté. Très fragile.

Densité. 5,24.

Coloration et éclat. Jaune gomme-gutte. Éclat gras très éclatant.

Composition chimique. L'analyse suivante a été faite par M. Pisani.

Nb^2O^5	45,80
Ta^2O^5	3,70
TiO^2	6,70
SnO^2	0,10
UO^3	21,20
$(Ce,La,Di)^2O^3$	0,20
Al^2O^3	0,74
PbO	7,35
FeO	1,06
K^2O	0,30
Perte au feu	12,45
	99,60

Diagnostic. La caractéristique de la samiresite réside dans la prédominance de l'acide niobique, la pauvreté en acides tantalique et titanique, la présence du plomb et l'absence de la chaux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — La samiresite, associée au zircon brun, à l'euxénite, au bismuth natif (transformé en bismuthite) et à une petite quantité de pyromorphite, se trouve dans la terre rouge résultant de la décomposition de la pegmatite de Samiresy, au S. O. du lac Tritriva. Ses octaèdres ne dépassent que rarement un centimètre de plus grande dimension. J'ai été conduit à leur gisement par M. Rosamoël.

BLOMSTRANDITE

Formes observées. p (100), a^4 (111), b^4 (110), a^2 (211).

Dureté.

Densité. 4,74.

Coloration et éclat. Brun verdâtre foncé, devenant extérieurement jaune par altération. Éclat gras très éclatant.

Composition chimique. L'analyse suivante a été faite par M. Pisani.

Nb^2O^5	23,30
Ta^2O^5	28,50
TiO^2	10,80
SnO^2	0,30
UO^3	18,10
Bi^2O^3	0,40
$(Ce,La,Di)^2O^3$	2,50
$(Y,Er)^2O^3$	0,30
MgO	0,20
CaO	4,00
FeO	1,35
MnO	0,50
Perte au feu	9,60
	99,85

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — La blomstrandite forme dans la pegmatite à béryl de Tongafeno des cristaux octaédriques pouvant atteindre 4 cm. de plus grande dimension. Ils n'ont été trouvés jusqu'ici que dans la terre rouge, avec béryl, tourmaline noire, almandin, magnétite, cyrtolite. La forme dominante est a^1, avec fréquemment b^1, a^2 ou p. Leurs faces sont toujours ternes et plus ou moins corrodées. Fréquemment ils englobent des cristaux peu distincts de columbite.

C'est au même minéral que je rapporte sous réserve des octaèdres de quelques millimètres de diamètre que j'ai recueillis dans les pegmatites d'Antandrokomby[1], de Tsilaisina, de Maharitra, d'Antsongombato et aussi des cristaux plus gros de Manendrika près d'Antanamalaza; mais l'analyse complète n'a pu en être faite faute de matière.

SAPHIRINE

$$Mg^{11}Al^{24}Si^{5}O^{57}$$

Monoclinique : $mm = 114°40'$.

$$a : b : c = 0{,}731 : 1 : 1{,}4115 \text{ (Lx.)}.$$

$$z\,x = 68°33'.$$

Formes observées. m (110), h^1 (100), g^1 (010); o^2 (102); e^1 (011), e^2 (012). J'ai mesuré les angles suivants sur un cristal de Madagascar.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calcu és.	Angles mesurés.
mm	114°40′		$g^1\,e^1$	142°44′	142°58′
$^*mh^1$	147°20′	147°20′	$g^1\,e^2$	123°11′	122°55′
mg^1	122°40′	122°40′	$^*me^2$	87°50′	87°50′
ph^1	111°27′		$^*o\,e^2$	133°30′	133°30′
h^1o^2	146° 7′	145°25′	h^1e^2	107°11′	107°15′
g^1o^2	90°				

Facies. Les cristaux sont rares, aplatis suivant g^1 (010).
Clivages. Pas de clivage. Cassure conchoïde ou inégale.
Dureté. 7,5.
Densité. 3,49, 3,29 (Itrongahy).

1. J'ai rapporté avec doute le minéral de ce gisement au microlite (T. IV), avant d'avoir pu faire des essais plus complets.

Coloration et éclat. Bleu clair à bleu foncé ; plus rarement vert. Éclat vitreux très vif. Translucide à transparente.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèle à g^1 (010).

Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), faisant dans g^1 (010) un angle de 98° avec l'axe vertical, dans l'angle aigu [1] ph^1.

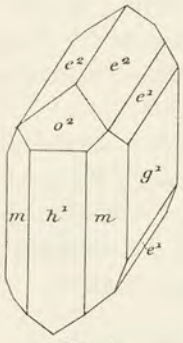


Fig. 1.
Saphirine des environs d'Itrongahy.

$\mathbf{n}_g = 1{,}7077$ (Itrongahy) (Na).
$\mathbf{n}_m = 1{,}7074$
$\mathbf{n}_p = 1{,}7042$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0033$.

Pléochroïsme. Pléochroïsme intense en plaques épaisses.

$\mathbf{n}_g$	bleu foncé	bleu verdâtre un peu jaune,
$\mathbf{n}_m$		bleu vert foncé,
$\mathbf{n}_p$	incolore	jaune verdâtre.

Composition chimique. La formule admise pour la saphirine du Groenland est $Mg^5\ Al^{12}\ Si^2\ O^{27}$. L'analyse *b*, faite par M. Pisani sur le minéral d'Itrongahy, est mieux représentée par la formule $(Mg, Fe)^{11}\ Al^{24}\ Si^5\ O^{57}$ ou 11 (Mg, Fe)O,12 Al^2O^3, 5 SiO^2 (*a*)

	a	*b*
SiO^2	15,3	14,90
Al^2O^3	62,3	62,55
MgO	22,4	21,20
FeO	»	1,78
	100,0	100,43

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau. Inattaquable par les acides, même l'acide fluorhydrique ; attaquée par le bisulfate de potasse, qui détermine des figures de corrosion sur g^1.

Diagnostic. Parmi les minéraux bleus, la saphirine se distingue, du corindon par sa biaxie, du spinelle par sa biréfringence, de la cordiérite par sa réfringence et sa biréfringence.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — J'ai trouvé ce minéral avec kornerupine et zircon parmi des échantillons épars sur le sol à 20 km. d'Itrongahy, dans la direction de Betroka. Ce sont des fragments de cristaux

1. Cette orientation est déduite de l'observation de Ussing, qui a pris pour *p* (001), mon a^4 ($\bar{1}04$) ; son e^1 (011) devient ($\bar{2}58$).

avec des faces g^1 brillantes et quelques faces m (110), h^1 (100), e^1 (011), e^2 (012), o^2 (102) (fig. 1). Ils ne dépassent guère 1 cm. ; ils sont translucides et n'adhèrent à aucune gangue ; par analogie avec la saphirine du Groenland, on peut supposer que le minéral d'Itrongahy provient des gneiss.

SCORODITE (T. IV, p. 471).

Tonkin. — M. Dupouy m'a communiqué un bel échantillon de scorodite de Phuc-Yen identique à celle de Vaulry.

Congo. — M. Buttgenbach a récemment trouvé de petits cristaux de scorodite dans le gîte cuprifère de M' Boko Songho.

SILLIMANITE (T. I, p. 50 ; T. IV, p. 678).

Madagascar. — Les micaschistes métamorphisés par le granite renferment de la sillimanite associée au *corindon* (Ankazondrano et Anjomakely, au Sud-Est d'Antsirabé) ; la sillimanite existe aussi dans les veinules de pegmatite endomorphe injectées dans ces roches.

SMALTITE (T. II, p. 629 et t. IV, p. 861).

Madagascar. — La smaltite en concrétions englobées par de la calcite et associées à de l'argent natif, forme des veinules en relation avec une diabase à Rafiatokana à l'Est d'Ankavandra (voir à *argent*).

SPINELLE (T. IV, p. 298).

Madagascar. — La spinelle se trouve dans les cipolins

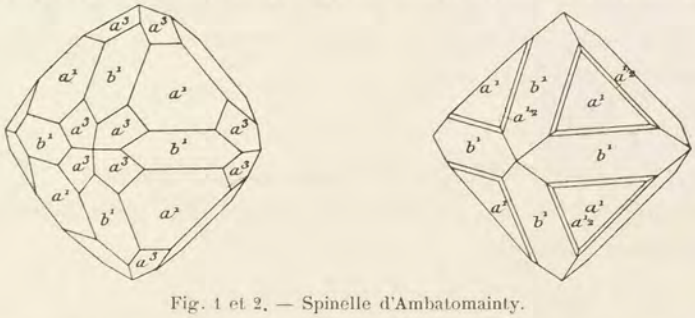


Fig. 1 et 2. — Spinelle d'Ambatomainty.

d'Ambatomainty, au S. de Betroka, en cristaux d'un vert foncé, atteignant 2 cm. ; ils présentent a^1 (111) constant, avec presque

toujours b^1 (110) et fréquemment a^3 (311), ces trois formes étant parfois également développées ; enfin il faut signaler $a^{1/2}$ (221) (fig. 2). Ces cristaux se rencontrent isolés avec des cristaux de tourmaline noire ; ils forment aussi des roches avec phlogopite, diopside et trémolite incolores.

SPHÈNE (T. II, p. 233 ; T. IV, p. 821).

Plateau Central. — *Corrèze.* Je dois à M. Puyaubert des cristaux de sphène brun (fig. 11, p. 244, T. II) des lits feldspathiques des gneiss amphiboliques de la Borie de Naves, près Tulle.

Madagascar. — J'ai reçu de M. Rosamoël des masses de sphène brunâtre provenant de gneiss de Mananjara, sur la rive gauche de la Manandona. Des cristaux atteignant 2 cm. ont été trouvés par M. Perrier de la Bathie dans les roches amphiboliques de Mandro (voir à *chalcosite*) ; ils sont maclés suivant h^1 (fig. 15, p. 244, T. II, mais avec m moins développé). Ils sont jaunes de soufre et opaques quand ils sont englobés dans l'amphibole, d'un brun rouge et translucides lorsqu'ils se trouvent dans des géodes avec albite et adulaire.

STANNITE

$Cu^2S.FeS.Sn\,S^2$.

Quadratique, hémiédrique sphénoédrique.

Formes et faciès. Les cristaux de Bolivie sont maclés par pénétration et ont l'apparence d'octaèdres réguliers modifiés. Le plus souvent, la stannite est compacte et grenue.

Dureté. 4. Fragile.

Densité. 4,3 à 4,5.

Coloration et éclat. Gris d'acier à noir de fer. Opaque.

Composition chimique. La formule donnée plus haut correspond à la composition suivante.

S.....	29,9
Sn.....	27,5
Cu.....	29,5
Fe... ...	13,1
	100,0

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Creuse.* J'ai décrit page 229 du tome III un échantillon de cassitérite de Montebras, englobé dans de l'amblygonite, sur lequel mon attention avait été appelée par des taches bleuâtres, dues à des produits d'altération cuprifères. Des essais chimiques ayant permis de mettre en évidence l'existence du soufre et du cuivre, j'ai émis l'hypothèse que ces corps s'y trouvent peut-être à l'état de chalcosite. M. G. Friedel venant de signaler brièvement (*B. S. M.* XXXV. 236. 1912) l'existence de la stannite dans ce gisement; j'ai repris l'étude de mon échantillon et constaté que dans les lames minces apparaissent, au milieu de la cassitérite transparente, de petites taches à éclat métallique d'un gris d'acier, qui doivent en effet être attribuées à la stannite. Elles se dissolvent dans l'acide azotique en donnant une dissolution bleue comme le ferait de la chalcosite ; mais le résidu insoluble est constitué non seulement par du soufre, mais aussi par de l'acide stannique; c'est la réaction caractéristique de la stannite.

STRUVITE (T. IV, p. 441).

Réunion. — La grotte de lave du cap Bernard, près Saint-Denis, riche en guano de chauve-souris, a fourni des stalactites de struvite incolore ou jaune et translucide. Elles sont géodiques et contiennent de petits cristaux transparents (voir à *minervite*).

SYLVANITE (T. IV, p. 866).

Madagascar. — Dans un échantillon de quartz, que je dois à M. Gaugé et qui provient de Voatavolana, à 65 kilomètres d'Ambolovao, j'ai observé avec de la magnétite, un grain d'or natif enveloppé par un tellurure, qui, par sa couleur, son aspect et ses réactions qualitatives, doit être rapporté à la sylvanite.

TALC (T. I, p. 448; T. IV, p. 744).

Madagascar. — La trémolite épigénisée par du talc, décrite comme provenant d'Ambohimanga Atsimo (T. I, p. 453), puis

d'Ambatofangehana (T. IV, p. 744), vient de Valojoro au S. d'Ambositra. Elle forme dans une serpentine un filon de 1 m. de puissance.

Le flanc S. E. du mont Bity renferme des couches de talc lamelleux, utilisé par les indigènes pour la fabrication de divers objets.

TOPAZE (T. I, p. 59).

Madagascar. — La topaze blanche, parfois limpide, forme de grands cristaux indistincts associés à la muscovite dans la pegmatite d'Ampangabé. De gros cristaux atteignant 500 gr. (roulés, limpides, incolores ou bleutés) se rencontrent dans les alluvions d'Ifempina : ils constituent une belle gemme, prise d'abord pour du corindon.

TOURMALINE (T. I, p. 78; T. IV, p. 684).

Bretagne. — *Finistère*. Le colonel Azema a trouvé au lac de

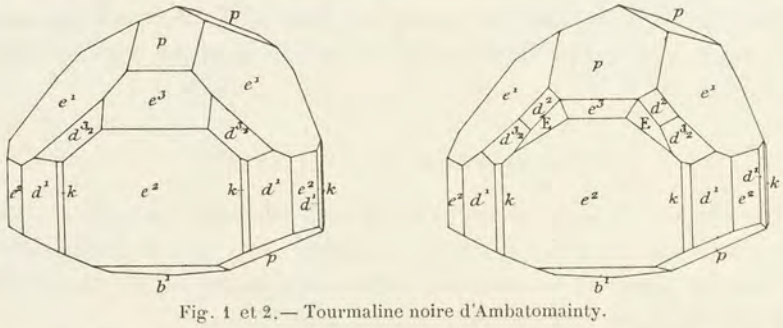


Fig. 1 et 2. — Tourmaline noire d'Ambatomainty.

Huelgoat, dans les arènes du granite à cordiérite, un bloc de tourmaline bacillaire, rappelant celle de Castailhac (p. 685, T. IV); elle est intacte, brune et translucide.

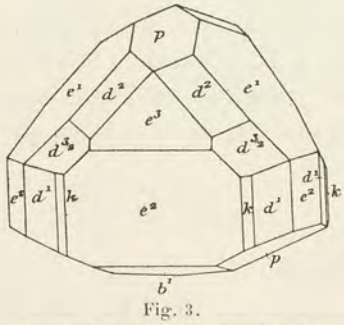


Fig. 3.
Tourmaline noire d'Ambatomainty.

Madagascar. — Les pegmatites se divisent en deux groupes, caractérisés, le premier par l'association de la muscovite à du béryl allongé suivant c, la tourmaline y est noire ; le second par l'albite, les minéraux lithiques (lépidolite, triphane, etc.) et les tourmalines polychromes ; la tourmaline noire n'y est que rarement associée à celles-ci (sauf à Tompombohitra où les cristaux sont zonés, rouges et noirs) ; elle est localisée dans des parties distinctes des filons,

où elle est souvent associée à la spessartite (Maharitra, Tsilaisina). C'est surtout dans les pegmatites du premier type que se trouvent les très gros cristaux de tourmaline noire : à Sahanivotry (Sud-Est du Mont Bity), ils atteignent près d'un mètre.

J'ai décrit (*B. S. M.* XXXV. 123. 1912) quelques cristaux rappor-

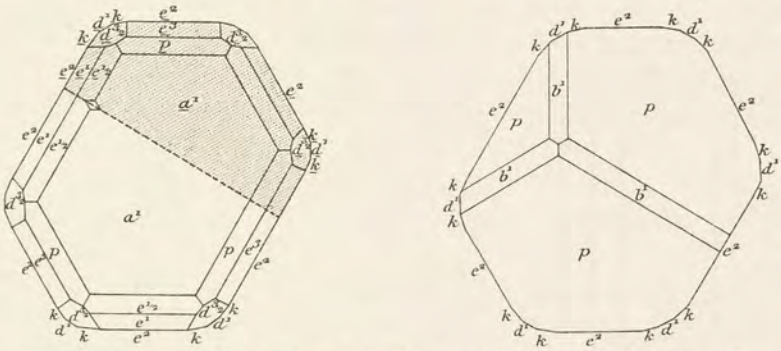


Fig. 4 et 5. — Projection sur la base des deux extrémités d'une macle de tourmaline noire d'Ambatomainty.

tés de ma mission. La tourmaline noire en gros cristaux est abondante à Tongafeno (avec béryl et almandin, blomstrandite) ; près Benenitra ; à Ambatomainty (vallée de l'Ivanoha au S. de Betroka). Leurs

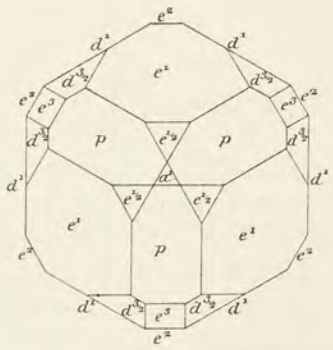


Fig. 6.
Tourmaline noire d'Ambatomainty (projection sur la base).

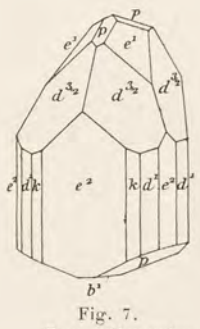


Fig. 7.
Tourmaline noire d'Andrangavola.

formes sont d'ordinaire simples, mais à Ambatomainty il existe aussi des cristaux de 1 à 3 cm., présentant $\dot{e}^3$ (4043), d^2 (21$\bar{3}$1), $d^{3/2}$ (32$\bar{5}$1), E $= (b^{1/4}\, d^1\, d^{1/2})$ (51$\bar{6}$1) et peut-être $e^{2/13}$ (05$\bar{5}$8).

Ces cristaux, généralement bipyramidés, possèdent, grâce à ces diverses faces, qui ne se trouvent qu'au pôle antilogue, un facies hémimorphe remarquablement net. Les figures 4 et 5 représentent la projection sur la base d'un remarquable cristal d'Ambatomainty (macle par accolement suivant d^1), qui, au pôle antilogue, possède un

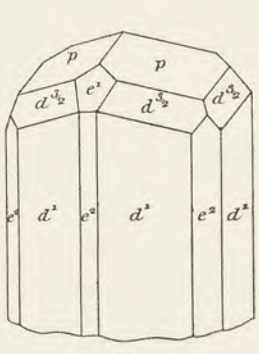


Fig. 8.
Tourmaline noire d'Ambositra.

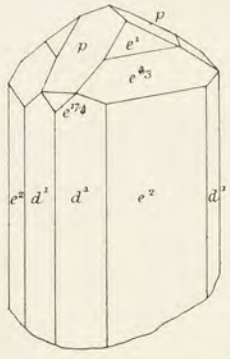


Fig. 9.
Tourmaline noire d'Ankitsikitsika.

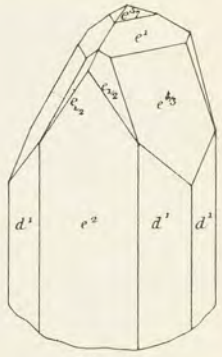
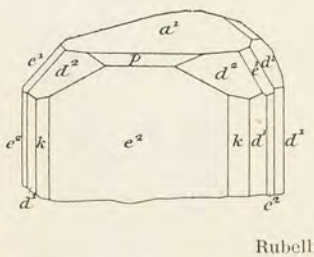


Fig. 10.
Rubellite d'Ankitsikitsika.

aspect hexagonal par suite de l'égal développement de p $(10\bar{1}1)$ et de $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$; ce dernier rhomboèdre est fréquent dans ce gisement (fig. 6).

Le cristal représenté par la figure 7 provient des alluvions aurifères d'Andrangavola sur la Sakaleona ; je le dois à M. Button, il est



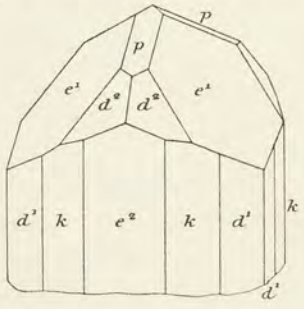


Fig. 11 et 12.
Rubellite d'Antsongombato.

caractérisé par le grand développement de $d^{3/2}$. A ce propos, je reproduis ci-contre (fig. 8) la figure corrigée d'un cristal des environs d'Ambositra, que j'ai donnée page 701 du tome IV d'après MM. Duparc, Wunder et Sabot. En rectifiant l'interprétation de ces savants, j'ai commis une inexactitude du même ordre, le scalénoèdre que j'ai noté u $(23\bar{5}1)$ est $d^{3/2}$ $(32\bar{5}1)$, puisqu'il fait partie de la zone pd^1.

Tous ces cristaux proviennent du premier type de pegmatite. Dans le second (pegmatites lithiques), j'ai recueilli à Anjanaboana, dans le filon qui a fourni les gros cristaux de tourmaline zonés décrits dans mon premier supplément, des cristaux de tourmaline noire de plus d'un décimètre de longueur. Ils ne sont terminés que par e^1, mais ils présentent des particularités intéressantes ; leur surface possède une structure fibreuse, d'un brun foncé, et certaines faces de leur sommet ont subi un arrêt de développement ; une face e^1 par exemple est restée en creux et porte çà et là de petites pyramides, qui correspondent à la couche superficielle fibreuse continue de l'autre forme.

D'Ankitsikitsika, situé au Sud-Ouest de Maharitra, j'ai étudié de gros cristaux de tourmaline noire portant les rhomboèdres $e^{17/4}$ $(70\bar{7}9)$ et $e^{4/3}(07\bar{7}2)$.

La tourmaline polychrôme qu'ils accompagnent est analogue à celle de Maharitra ; sur de beaux cristaux rouges et verts, j'ai observé $e_{1/3}$ $(13\bar{4}1)$ et $e^{5/7}$ $(04\bar{4}3)$ (fig. 10).

	Angles calculés.		Angles calculés.
$p\,e^{17/4}$	157°30′	d^1 E	151°50′
$e^1\,e^{5/7}$	168°37′	E e^3	169°26′
$e^1 e^{2/13}$	151°51′	$d^1\,e^3$	141°14′

Les figures 11 et 12 représentent deux cristaux de rubellite d'Antsongombato, remarquables par le grand développement de d^2 $(21\bar{3}1)$.

TSCHEWKINITE

Monoclinique ?

Facies. Masses le plus souvent dépourvues de formes géométriques.

Cassure. Cassure conchoïdale.

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 4,2 à 4,55. 4,22 (Itrongahy), 4,49 (env. d'Ambositra).

Coloration et éclat. Noire de velours. En lames minces brun rouge foncé. Éclat vitreux un peu gras. Poussière brune.

Propriétés optiques. Le minéral est biaxe. Son peu de transparence ne m'a pas permis de déterminer ses propriétés optiques.

Pléochroïsme. Très pléochroïque dans les teintes brunes et noires.

Composition chimique. Les analyses suivantes ont été faites par M. Pisani sur mes matériaux provenant : *a* des environs d'Ambositra et *b* des environs d'Itrongahy

	a	*b*
SiO^2	18,60	22,80
TiO^2	19,30	16,10
ThO^2	0,83	0,57
Al^2O^3	3,35	7,00
Fe^2O^3	1,91	2,08
Ce^2O^3	22,67	33,13
$(LaDi)^2O^3$	21,83	5,51
FeO	8,20	4,40
MgO	0,60	1,10
CaO	3,30	7,20
	100,59	99,89

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond sur les bords en un verre noir. Attaquée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée, la solution donne énergiquement la réaction du titane et des terres cériques.

Diagnostic. Présente les caractères extérieurs de l'euxénite et des minéraux analogues, mais avec un éclat plus vitreux que gras. Elle s'en distingue par ses réactions pyrognostiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — La tschewkinite a été trouvée près du gisement de bastnaésite en morceaux de plusieurs centimètres de diamètre dans une pegmatite à biotite de Torendrika, à l'Ouest d'Ambositra.

C'est sous la même forme que je l'ai observée parmi des minéraux provenant de la région d'Itrongahy.

VANADINITE (T. IV, p. 410).

Congo. — J'ai examiné récemment un échantillon de vanadinite provenant de Djoué : des cristaux d'un rouge foncé sont encroûtés de descloizite.

VARISCITE (T. IV, p. 479).

Guinée. — *Iles de Los.* J'ai montré (*Nouv. Arch. Muséum.* III. 91. 1911) que les syénites à haüyne de l'îlot de Corail ont subi des phénomènes de phosphatisation très intenses ; elles sont transformées en une masse brune, monoréfringente, mais montrant au microscope une structure finement fibreuse. Suivant la terminologie que j'ai proposée dans mon tome IV, cette substance, dont la composition chimique est voisine de celle de la variscite, est une *redondite*.

Annam et Tonkin. — Je viens de recevoir de M. Dupouy des échantillons d'un phosphate d'alumine concrétionné vert pomme, qui se rapproche de la variscite, mais qui, après étude plus complète, devra très probablement en être distingué. Ils proviennent de veinules quartzeuses traversant les formations paléozoïques du canton de Quan-Son au Sud de Thanh Hoa (Nord de l'*Annam*) et de la route de Nari à Cho-Moi (canton de Nhu Co, au Sud de Bac-Kan (*Tonkin*).

WAWELLITE (T. IV, p. 524).

Plateau central. — *Creuse.* M. Ungemach (*in litt.*) a observé les formes suivantes sur de petits cristaux de wawellite de Montebras : h^1, h^2 (310), h^7 (430), m, g^1, $b^{1/2}$ (linéaire), e_3 (121).

WHEWELLITE (T. III, p. 794).

Vosges. — *Alsace.* M. Ungemach m'a communiqué la liste suivante de formes, non encore signalées par lui dans ses mémoires sur la whewellite de la mine Saint-Sylvestre à Urbeis.

$g^{5/3}$ (140), $g^{11/7}$ (290), h^1, h^2 (310), h^{11} (650), h^7 (430), h^4 (530) ; o^2 (102) ; $e^{2/5}$ (052), $e^{1/2}$ (021), $e^{4/5}$ (054) ; $(d^1d^{1/11}g^1)$ (561) ; $(b^1b^{1/8}h^1)$ $(\bar{9}72)$; $(b^1b^{1/9}h^1)$ $(\bar{5}41)$; $(b^1B^{1/5}h^1)$ $(\bar{3}21)$; $(b^1B^{1/3}\,h^{1/2})$ $(\bar{2}12)$; $(b^{1/3}\,b^{1/5}\,h^{1/4})$ $(\bar{4}14)$; $(b^{1/3}\ b^{1/7}\ g^{1/4})$ $(\bar{2}54)$.

Ces nouveaux cristaux, souvent maclés en cœur, mesurent 1 centimètre : ils sont parfaitement hyalins avec, parallèlement au plan de symétrie, des reflets bleus semblables à ceux de la pierre de lune.

GROUPE DES WERNÉRITES

SCAPOLITE-DIPYRE

(T. II, pp. 204 et 232 ; T. IV, pp. 828 et 829.)

Madagascar. — J'ai rencontré en assez grande abondance la scapolite dans les cornéennes à pyroxène résultant de la transformation de calcaires sous l'influence des filons de pegmatite (Antandrokomby,

Antsongombato) ; c'est un trait de ressemblance de plus entre ces roches de contact et les cipolins des gneiss de cette colonie.

Ceux-ci renferment très fréquemment à Madagascar de la scapolite, que l'on peut isoler et qui se trouve parfois en cristaux à formes nettes dans les cavités obtenues en attaquant par un acide les gneiss à pyroxène intercalés dans les cipolins. Je signalerai à ce dernier point de vue les environs d'Ampanihy (pays Mahafaly) et la région de la province de Fort-Dauphin située à l'est du Mandrare.

Exceptionnellement, les cristaux de wernérites peuvent prendre de très grandes dimensions ; c'est ainsi qu'à Ambohimirakitra, au sud de Tananarive, j'ai extrait de blocs de gneiss, des clivages de scapolite mesurant 20 centimètres suivant l'axe vertical.

Sur la route d'Ampanihy à Tranaroe, se trouvent, dans les mêmes conditions, des roches uniquement constituées par du dipyre d'un blanc laiteux; dans une roche analogue, du ruisseau de Beheny, affluent de l'Ankangafohy près Ambohitsara (province d'Analalava), la wernérite est une scapolite accompagnée d'un peu de diopside.

WILLÉMITE (T. IV, p. 719).

Congo. — La willémite en petits cristaux hexagonaux et surtout en rosettes régulières se rencontre dans la mine de Djoué avec les mêmes caractéristiques que dans les gisements de la région de Mindouli (Tchicoumba, Pimbi).

Tonkin. — M. Dupouy m'a communiqué de longues aiguilles incolores et transparentes (d^1, p) de willémite tapissant les cavités d'un minerai de zinc ferrugineux provenant de Cho-Dan, près Bac-Kan.

GROUPE DU WOLFRAM

HUBNÉRITE (T. IV, p. 292).

Bretagne. — *Morbihan*. Je dois à M. R. Tronquoy la connaissance de petites lames de hübnérite rouge, qui sont associées à des cubes de pyrite dans un filon de quartz du Redigaux entre le Zoir et Pourbelan, à l'W. du Roc Saint-André (la Villeder).

WULFÉNITE (T. IV, p. 267).

Iles anglo-normandes. — *Jersey.* Je dois au P. Pelletier un échantillon de quartz d'un filon qui traverse le granite de l'Etacq ; il renferme de la molybdénite ; il est creusé de géodes, renfermant, les unes des aiguilles de stibine ferrifère, et les autres des cristaux blancs de wulfénite ($b^{1/2}$ 1/2 h^5, avec souvent en outre p (001), soit à peine indiqué (fig. 1), soit prédominant). L'intérêt de cet échantillon est de montrer l'association de la molybdénite à la wulfénite, occupant la place de galène disparue.

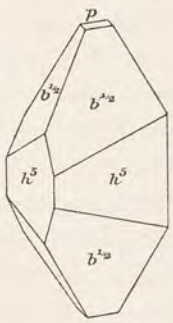


Fig. 1.
Wulfénite de l'Étacq.

XÉNOTIME (T. IV, p. 366).

Plateau Central. — *Loire.* M. G. Friedel a trouvé (*B. S. M.* XXXV. 212. 1912) des cristaux de xénotime, groupés à axes parallèles avec du zircon, comme élément microscopique du gneiss à cordiérite du col de Pavezin sur la route allant à Pélussin.

Madagascar. — J'ai rencontré des cristaux de xénotime jaunâtres identiques à ceux du Brésil, associés à la monazite dans les alluvions de Kiravoravo à l'E. d'Amboasary, au disthène dans ceux de la Volatarana.

GROUPE DES ZÉOLITES

THOMSONITE (T. II, p. 258 ; T. IV, p. 829).

Madagascar. — J'ai rencontré dans les basaltes feldspathiques des ravins entamant le mont Tsiafajavona des enduits mamelonnés et fibreux de mésole ; ils supportent des cristaux de chabasie.

Réunion. — Le mésole se trouve dans les basaltes des cirques de Cilaos, de Mafatte, de Salazie, etc. ; c'est la première zéolite formée et recouverte par la chabasie et l'analcime. Quelquefois cependant la chabasie supporte une nouvelle formation de mésole.

MÉSOTYPE (T. II, p. 263 ; T. IV, p. 830).

Plateau central. — M. Gonnard (*B. S. M.* XXXIII. 279. 1910) a indiqué l'ordre de succession des zéolites dans les basaltes du

puy de Marman ; 1° analcime, 2° mésotype et calcite, 3° aragonite, 4° apophyllite (puy de la Piquette), christianite et phacolite, 5° ankérite.

Guinée. — *Iles de Los*. La mésotype est très abondante dans les syénites néphéliniques de l'archipel, mais elle s'y présente rarement en cristaux déterminables, aussi est-il nécessaire de signaler l'existence de géodes tapissées de cristaux aux formes communes qui se rencontrent dans la syénite à amphibole de la Pointe de Topsail dans l'île de Tamara.

Madagascar.— J'ai signalé (*B. S. M.* XXXIV. 70. 1911), d'après des échantillons que m'a envoyés M. Perrier de la Bathie, un remarquable gisement de mésotype, situé dans la diabase du pic d'Ambatomainty sur la haute Mahavavy, à l'Ouest de Mevatanana. La mésotype y forme des cristaux de 4 à 5 cm. de longueur accolés, enchevêtrés ou constituant des masses fibreuses.

MÉSOLITE (T. II, p. 276 ; T. IV, p. 832).

Réunion. — La mésolite est le dernier minéral formé dans les basaltes de Cilaos, Mafatte et Salazie ; elle constitue des agrégats à aspect cotonneux, légers, consistant en aiguilles extrêmement fines. C'est exceptionnellement que je l'ai observée (Bras rouge de Cilaos, rivière Saint-Denis) en masses fibreuses, divergeant d'un centre, blanches et opaques, sauf à leur extrémité libre, qui est transparente, et pourvue des formes simples habituelles à ce minéral.

ANALCIME (T. II, p. 281 ; T. IV, p. 832).

Guinée. — *Iles de Los*. J'ai signalé déjà l'abondance de l'analcime dans les syénites néphéliniques de cet archipel et particulièrement dans celles de l'île de Rouma. Dans la partie occidentale de cette dernière il se trouve au milieu d'une pegmatite à grands éléments une variété d'analcime qui mérite d'être signalée à cause de sa couleur insolite ; elle est en effet d'un magnifique jaune d'or et transparente. Elle ne forme pas de cristaux distincts.

Réunion. — L'analcime est très abondante dans les basaltes de cette île (Rivière du Mât, Rivière Saint-Étienne, Rivière des Galets, etc.) Elle s'y présente d'ordinaire en trapézoèdres, mais j'ai aussi recueilli (*B. S. M.* XXXV. 119. 1912) de magnifiques cristaux limpides, dans lesquels la forme dominante est *p* (100) associé seulement à de

petites facettes a^2 (sentier descendant du village de Cilaos à l'établissement thermal). Ces cristaux rappellent par leur limpidité ceux des îles Cyclopes.

GISMONDITE (T. II, p. 321 ; T. IV, p. 836).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Je dois à M. Julien de nombreux échantillons de zéolites, qu'il a recueillis dans la téphrite constituant la butte 600 mètres près de Saint-Babel. Il faut y signaler en particulier de la gismondite en petits cristaux octaédriques de la forme habituelle, de l'analcime et une zéolite hexagonale, à un axe positif, qui n'a pu être identifiée faute d'une quantité suffisante de matière ; elle est certainement différente de la herschelite et de l'offrétite.

CHRISTIANITE (T. II, p. 296 ; T. IV, p. 835).

Madagascar. — J'ai recueilli de petits cristaux de christianite dans la néphélinite à olivine du mont Ambohimahavony au sud d'Arivonimamo.

Réunion. — La christianite accompagne les autres zéolites dans les basaltes du cirque de Cilaos, de Mafatte et de Salazie ; elle est toujours blanche et opaque. Quand elle existe seule, elle revêt des cavités de ses cristaux globuleux, rappelant le rhombododécaèdre ; la macle observée est celle de Marburg. Une autre variété, généralement associée au mésole, présente des macles en croix, avec branches distinctes, comme dans l'harmotome d'Andreasberg.

STILBITE (T. II, p. 312 ; T. IV, p. 835).

Pyrénées. — *Ariège*. J'ai recueilli de belles rosettes fibrobacillaires de stilbite blanche sur le gneiss de Samortens dans la vallée de Bethmale.

CHABASIE (T. II, p. 324 ; T. IV, p. 836)

Madagascar. — La chabasie abonde dans les vacuoles du basalte à phénocristaux de plagioclases, qui affleure dans les ravins de la haute chaîne de l'Ankaratra, notamment dans les flancs des monts Tsiafajavona et Tsiafakafo ; elle y est accompagnée de mésole.

Le même minéral est extraordinairement abondant au village d'Ambodinapahitra, sur le revers occidental de l'Ankaratra.

Réunion. — La chabasie est la zéolite dominante dans les basaltes et les picrites feldspathiques de l'île ; elle se rencontre dans tous les basaltes et dans les picrites feldspathiques du massif du Piton des Neiges ; on peut en recueillir de magnifiques échantillons, ne présentant guère que le rhomboèdre primitif (avec quelquefois b^4 et les macles habituelles), dans les blocs roulés par les rivières de Mafatte, de Saint-Denis, du Mât (notamment dans le cirque de Salazie) et surtout par la rivière Saint-Étienne, et dans tous ses affluents ravinant le cirque de Cilaos.

Il est curieux de constater l'abondance de la chabasie dans les picrites feldspathiques (Cilaos) ; elle épigénise plus ou moins complètement leurs feldspaths, tapisse toutes leurs cavités, alors que l'olivine est absolument intacte.

Guinée. — La prehnite du km. 177 du chemin de fer, dont il est question page 55, supporte de très jolis rhomboèdres transparents et incolores de chabasie, qui renferment fréquemment de longues aiguilles d'actinote, minéral qui est aussi implanté sur eux.

LAUMONTITE (T. II, p. 338 ; T. IV, p. 837).

Madagascar. — Les diabases des environs de Mananjary renferment des géodes tapissées par des cristaux de calcite et de laumontite d'un blanc rosé ; je dois à M. Fauchère un admirable échantillon, qui est le plus beau de ceux de cette espèce minérale que possède le Muséum. Il est formé par le groupement d'un grand nombre de ces cristaux, mesurant individuellement 2 cm. de longueur. Ils ne présentent que les formes communes.

APOPHYLLITE (T. II, p. 345).

Réunion. — J'ai rencontré dans les basaltes du cirque de Cilaos des cristaux d'apophyllite, présentant la combinaison $b^{1/2}$ (111), m (110), et terminés par p (001), qui est le plus souvent dû à un clivage. Ce minéral est d'ordinaire associé à la gyrolite qu'il recouvre ; il est recouvert à son tour par la mésolite.

GYROLITE

$H^2Ca^2Si^3O^9 + 2H^2O$

Rhomboédrique : $pp = 75°32'$

$a : c = 1 : 1{,}9360.$

$pa^1 = 114°6'$

Formes observées. a^1 (0001), p ($10\bar{1}1$).

Facies des cristaux. La gyrolite forme des lamelles micacées, aplaties suivant la base, avec quelquefois des contours hexagonaux et plus souvent des bords irréguliers. Elles sont fréquemment plissées, groupées en éventail, en rosettes.

Clivages. Clivage micacé suivant a^1 (0001), donnant des figures de percussion à six branches.

Dureté. 3 à 4.

Densité. 2,42 à 2,45, tombant à 2,38 dans les échantillons altérés. (2,415, Cilaos).

Coloration et éclat. Blanche. Éclat nacré sur les lames de clivage. Transparente en lames minces.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$).

$$\mathbf{n}_g = 1{,}553 \text{ env. (Cilaos) (Na).}$$

La variété *reyérite*, qui n'a que $0{,}5H^2O$, possède une réfringence plus grande :

$$\mathbf{n}_g = 1{,}5645 \text{ (Böggild) (Na).}$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}5590.$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0055.$$

Composition chimique. La formule $H^2Ca^2Si^3O^9 + 2H^2O$ correspond à la composition suivante :

SiO^2	52,1
CaO.....	32,3
H^2O	15,6
	100,0

Le minéral renferme en général un peu d'alcalis et d'alumine.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau, se gonfle et se délite en lamelles minces. Au chalumeau, se boursoufle et fond assez difficilement en un émail blanc. Attaquable par les acides.

Diagnostic. La gyrolite, qui a été pendant longtemps considérée et à tort comme une apophyllite altérée, se distingue nettement de ce minéral par sa forme cristalline. Celle-ci et sa structure lamellaire ne permettent de la confondre avec aucune autre espèce. Deux autres minéraux ont une composition voisine et des propriétés physiques semblables ; ils en diffèrent par la densité qui est de 2,578 dans la *reyérite* et de 2,764 dans la *zéophyllite*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Réunion. — J'ai rencontré (*B. S. M.* XXXV. 119. 1912) la gyrolite dans les vacuoles du basalte du Bras-Rouge de Cilaos et dans des blocs roulés par la rivière Saint-Étienne, qui, d'ailleurs, proviennent peut-être du même gisement.

La gyrolite remplit souvent à elle seule les cavités du basalte, garnissant leurs parois de ses croûtes écailleuses. Quelquefois elle est recouverte de cristaux d'apophyllite ; il s'est fréquemment produit une cristallisation postérieure de mésolite cotonneuse.

La gyrolite est moins abondante dans les blocs de basalte roulés par la Rivière des Galets et provenant du Cirque de Mafatte.

ZIRCON (T. III, p. 206).

Dans le texte et dans les figures de la description de ce minéral, j'ai commis une erreur pour l'abréviation en symboles de Lévy de la pyramide ($b^{1/2}\ b^{1/4}\ h^1$) (311) ; il faut remplacer a_3 par x : de même, les errata de la page 816, ligne 6 à 9 (en remontant) sont à supprimer.

Iles Anglo-normandes. — *Jersey*. Des cristaux de zircon d'un brun rouge, atteignant 1 cm. suivant l'axe vertical, ont été signalés dans les pegmatites de l'Etacq et de Montorgueil par les P. Teilhard de Chardin et Pelletier (*Soc. Jersiaise*. XXXVI. 104. 1911) ; ces cristaux présentent $b^{1/2}$ (111), avec m (110) plus ou moins développé.

Madagascar. — J'ai observé dans les pegmatites à béryl de l'ouest d'Antsirabé des cristaux isolés et généralement agglomérés de *cyrtolite* ($h^1\ b^{1/2}$), à aspect de rhombododécaèdres à faces bombées ; ils sont gris ou brunâtres ; à citer notamment Tongafeno (avec columbite), Ambolotara (avec euxénite), Ampangabé, etc. La samiresite de Samiresy est associée à de gros cristaux bruns et opaques de zircon ($m^1\ b^{1/2}$ avec ou non h^1) : ils atteignent plus de 1 cm.

Aux gisements alluvionnaires, signalés p. 812, tome III, et 896, tome IV, qui fournissent de gros cristaux de zircon hyacinthe rouge orangé, semblables à ceux d'Espaly, et comme eux associés à du corindon, il faut citer la partie S. E. du massif de l'Ankaratra (Andranomadio,

Andriankely et des gisements situés entre Ianaborona et Ampitatafika) et les environs du Vontovorona.

La kornerupine des environs d'Itrongahy est accompagnée de cristaux ou de fragments de cristaux de zircon, remarquables à la fois par leurs dimensions (ils ont jusqu'à 4 centimètres) et par ce fait qu'ils présentent dans leur densité, leurs propriétés optiques et leur façon de se comporter sous l'action d'une haute température les particularités, jadis étudiées par Damour et Des Cloizeaux (*C. R.* LVIII. 154.

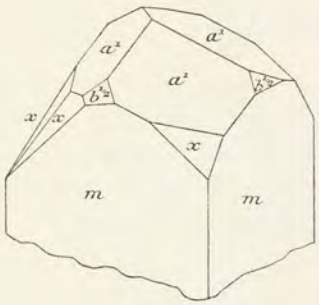


Fig. 1.
Zircon des environs d'Itrongahy.

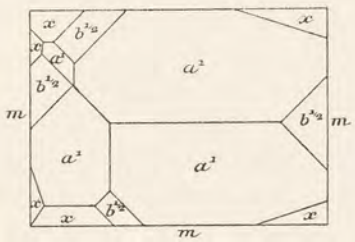


Fig. 2.
Projection sur la base de la figure 1.

1864), et plus récemment par M. Stevanovic (*Z. K.* XXXVII. 247. 1) de Köchlin (*T. M. M.* XXII. 371) et M. Spencer (*Min. Mag. London.*, XIV. 48. 1904) sur certains cristaux de Ceylan.

Les uns, violets d'axinite et transparents, constituent une gemme. Leur densité oscille entre 4,40 et 4,70 ; les figures 1 et 2 représentent leur aspect remarquablement dissymétrique, une partie seulement des faces x (311) est représentée. Ces cristaux ne dépassent guère 1 cm. 5.

Les autres sont toujours dépourvus de formes géométriques, ne présentant guère que de mauvais clivages prismatiques ; ils sont noirs, bruns de différentes nuances, ou d'un vert olivâtre, parfois zonés, translucides ou transparents. Leur densité oscille autour de 4,08, mais tombe à 3,984 dans certains échantillons noirs.

Ces cristaux sont uniaxes, optiquement positifs, mais possèdent une biréfringence à peine égale à celle du quartz. Par calcination au rouge, sans qu'aucun changement de poids puisse être constaté, leur couleur devient plus pâle ; leur transparence augmente, ainsi que la densité, qui monte jusqu'à 4,50. Par calcination, à très haute température, le minéral se fendille et devient d'un blanc de porcelaine.

La conclusion de l'étude du zircon de Ceylan est qu'il existe deux formes stables de ce minéral : le zircon α, peu biréfringent, de densité voisine de 4, et le zircon β, à biréfringence élevée (zircon normal), de densité voisine de 4,7 ; les propriétés de ces zircons ne changent pas sous l'influence de la chaleur. Il existe en outre une variété instable (zircon γ), de densité voisine de 4,3 : elle se mélange aux deux autres et se transforme en zircon β sous l'action de la chaleur. Ces trois types sont réunis dans la région d'Itrongahy.

APPENDICE

BETAFITE (voir page 71).

Au moment de la mise en pages de ce supplément, j'ai reçu de nouveaux documents sur ce minéral.

M. Rosamoël m'a communiqué de beaux cristaux (a^1 ; $a^1\ b^1$) provenant d'Ambalahazo, à 50 km. W. d'Ampangabé, ils sont semblables à ceux d'Antanifotsy. D'autre part, M. Florens m'a envoyé des cristaux de la même forme, dont les formes sont souvent moins nettes, mais dont les dimensions sont colossales : l'un d'eux pèse plus de 500 gr. et d'autres forment des groupes pesant plusieurs kilog. ; ils ont été recueillis à l'est du gisement d'euxénite d'Andibakely, à Ambalavatokely.

L'analyse faite par M. Pisani donne en *b* la composition du minéral d'Ambalahazo et en *c* celle d'un cristal d'Ambalavatokely, qui est exceptionnellement riche en chaux. Ces analyses, mises en regard de celle (*a*) de la betafite d'Ambolotara donnée dans le tome IV, montrent que ces minéraux sont analogues.

	a	*b*	*c*	
Nb^2O^5	34,80	34,80	32,10	
Ta^2O^5	tr.	1,00	tr.	
TiO^2	18,30	16,20	17,30	
SnO^2	0,30	0,37	»	
ThO^2	1,30	1,12	1,25	
UO^3	26,60	27,15	28,60	
$(Ce,La,Di)^2O^3$	0,60	1,00	1,20	
$(Y,Er)^2O^3$	0,90	»	»	
Al^2O^3	2,10	1,50	0,50	
Fe^2O^3	2,87	0,50	1,38	
MgO	0,40	tr.	0,25	(MnO)
CaO	3,45	3,12	11,61	
PbO	»	0,38	»	
H^2O	7,60	12,50	5,20	
	99,22	99,64	99,39	

Les cristaux, à faces planes, d'un jaune clair d'Ambalahazo, ont une densité de 3,75, dont la valeur peu élevée est due à leur haute teneur en eau (secondaire) ; ils se trouvent dans une pegmatite avec béryl, almandin, magnétite. Le minéral d'Ambalavatokely a une densité de 4,475.

La betafite paraît exister avec euxénite et strüvérite dans la région de Torendrika, à l'ouest d'Ambositra.

INDEX GÉOGRAPHIQUE

INDEX GÉOGRAPHIQUE[1]

FRANCE

A

Abaucourt, près Pont-à-Mousson, Meurthe-et-Moselle.
Houille IV.656
Abbaretz, Loire-Inférieure.
Cassitérite III.227
Abbaye (l'), près Bacilly, Aisne.
Calcite III.492
Abbeville (entre) et Amiens, Somme.
Tourbe IV.667
Aber Ildut (l'), Finistère.
Tourmaline I. 86
Ablain-Saint-Nazaire, Pas-de-Calais.
Houille IV.655
Ablon (plaine d'), Seine-et-Oise.
Ménilite III.332
Accous (vallée d'), Basses-Pyrénées.
Colophanite IV.568
Erubescite IV.868
Trémolite IV.785
Adé, Hautes-Pyrénées.
Barkévicite IV.791
Prehnite IV.732
Adervieille (entre) et Azet, Hautes-Pyrénées.
Friedélite I.304
Adervielle (vallée du Louron), Hautes-Pyrénées.
Alabandite II.543
Calcite III.560
Grossulaire I.222
Hübnérite IV.295
Adjots (les), Charente.
Limonite III.394
Adour (fleuve), Hautes-Pyrénées.
Axinite I.289
Microcline I.126
Adoux (canton de Gilette), Alpes-Maritimes.

1. Les noms de lieux ont été revus avec soin. L'orthographe des noms de communes et de hameaux a été mise en harmonie avec celle adoptée dans le dictionnaire des postes et des télégraphes. Il a paru inutile de faire un erratum pour les rectifications orthographiques ; il doit être entendu que dans le cas de discordance entre l'orthographe employée dans le cours de l'ouvrage et celle adoptée dans cet index, c'est cette dernière qui fait foi.

Lignite IV.661
Adrets-de-Fréjus (les), Var.
Fluorine II. 786
Affenadou (l'), en Portes, Gard.
Houille IV.658
Pyrite II.586
Sidérite III.603
Agay, Var.
Analcime II.286
Orthose II. 93
Quartz III. 56
Agay (entre) et Saint-Raphaël, Var.
Andésine II.180
Agde, Hérault.
Apatite IV.390
Hornblende I.677
Olivine I.187
Age (l'), près Montembœuf, Charente.
Graphite II.359
Age (bois de l'), entre Grand-Bourg et Chamborandt, Creuse.
Tourmaline I. 97
Agel, Hérault.
Lignite IV.663
Agen (environs d'), Lot-et-Garonne.
Météorite I.192
Agly (vallée de l'), Pyrénées-Orientales.
Dipyre II.227
Ahun (mines d'), Corrèze.
Dolomite III.650
Houille IV.657
Pyrite II.600
Aigaliers, Gard.
Lignite IV.662
Aigle (l'), Orne.
Chromite (météorite) IV.314
Aiglemont, Ardennes.
Colophanite IV.569
Aigné, Sarthe.
Limonite III.392
Aigotorto (col d'), massif du Saint-Barthélemy, Ariège.
Almandin I.247
Andalousite I. 34
Béryl II. 16
Aigue-Blanche (vallée de l'), Hautes-Alpes.
Lawsonite IV.704
Riebeckite IV.798
Aiguecluse (montagne d'), S. E. de Barèges, Hautes-Pyrénées.
Scapolite II.233
Aiguefonde, Tarn.
Tourmaline I. 95
Aigues-Crucès (col d'), Hautes-Pyrénées.
Almandin I.247
Aiguesmortes, Bouches-du-Rhône.
Gypse IV.196
Aigues-Vives, Hérault.
Lignite IV.663
Aiguille (pont de l') sur route d'Aixe, Haute-Vienne.
Hornblende I.687
Aiguille verte, près le Dru, Haute-Savoie.
Fluorine II.780
Aiguilles rouges (les), Haute-Savoie.
Graphite II.359
Quartz III. 77
Aiguillon (l'), tranchée du chemin de fer, près Nevers, Nièvre.
Colophanite IV.571
Ailhon, Ardèche.
Limonite III.374
Sidérite III.609
Aillant-sur-Tholon, Yonne.
Marcasite II.658
Aillaud, près Digne, Basses-Alpes.
Gypse IV.176

Aillères, Ariège.
Bauxite III.346
Aincille, Basses-Pyrénées.
Source salée. II.758
Ainhoa (filons d'), Basses-Pyrénées.
Chalcopyrite II.681
Galène II.498
Mésitite III.595
Panabase II.725
Sidérite III.601
Aisne (vallée de l'), Eure.
Glauconie I.414
Aix, Bouches-du-Rhône.
Anhydrite IV. 45
Calcite III.485
Gypse IV.192
Aix (entre) et Eguillet, Bouches-du-Rhône.
Gypse IV.192
Aix (Ile d'), Charente-Inférieure.
Calcédoine III.148
Lignite IV.662
Marcasite II.658
Orbicules siliceux III.148
Aix (vallée de l'), Loire.
Galène II.489
Aix-les-Bains, Savoie.
Calcite III.506
Gypse IV.210
Pickéringite IV.259
Soufre II.369
Aixe-sur-Vienne, Haute-Vienne.
Rutile III.201
Ajaccio, Corse.
Allanite I.158
Ajol (val d'), Vosges.
Hématite III.274
Kaolin I.467
Orthose II. 83
Sphène II.252
Ajoux (roche d'), près Chénelette, Rhône.
Andalousite I. 49
Ajouy (pont d'), entre Broye et Montjeu, Saône-et-Loire.
Autunite IV.548
Alagnon (vallée de l'), Haute-Loire.
Apatite IV.394
Cordiérite I.523
Fibrolite I. 57
Lignite IV.665
Oligoclase-andésine II.172
Plagioclases II. 61
Sillimanite I. 57
Alagnon (entre l') et le col du Lioran Cantal.
Sanidine II. 99
Sphène II.248
Alais, Gard.
Barytine IV.71; V. 9
Bournonite II.703
Calcédoine III.147
Calcite III.474, 479,518, 560
Gypse IV.192
Météorite I.192; V. 43
Orbicules siliceux III.148
Alançon (entre le quartier d') et Ollioules, Var.
Mercure II.417
Alassac. Voir **Allassac**.
Alban-le-Fraysse (mines d'). Voir **Costes**, en Alban-le-Fraysse, Tarn.
Albaret-Sainte-Marie, Lozère.
Tourmaline I. 95
Albepierre (route d') à Murat, Cantal.
Biotite I.326
Christianite II.305
Albespeyre (tunnel d'), Lozère.
Fluorine IV.885

Albi, Tarn.
Houille IV.658
Pyrite II.599
Albo, Corse.
Smaragdite I.673
Albusy, en Saint-Christophe-en-Jarret, Loire.
Tourmaline I. 98
Alefroide (Pelvoux), vallée de Vallouise, Hautes-Alpes.
Graphite II.362
Alençon, Orne.
Axinite I.285
Barytine IV. 98
Quartz III. 51
Tourmaline I. 85
Alesani (rivière de l'), Corse.
Quartz améthyste III. 87
Smaragdite I.673
Alet, Aude.
Lignite IV.663
Résine fossile IV.642
Aleu, Ariège.
Bowlingite I.446
Dipyre II.230
Hématite III.269
Muscovite I.344
Alezani. Voir **Alesani**.
Algajola, Corse.
Microcline II.126
Sphène II.246
Alibert, Haute-Loire.
Opale résinite III.336
Allagnon. Voir **Alagnon**.
Allassac, Corrèze.
Barytine IV. 89
Allauch, Bouches-du-Rhône.
Bauxite III.347
Allègre, Haute-Loire.
Barytine IV. 60
Galène II.486
Pyrite II.592
Allemagne (car. d'), près Caen, Calvados.
Célestite IV.113
Allemogne-en-Thoiry, Ain.
Pétrole IV.631
Allemont, Isère.
Ankérite III.662
Argent II.410
Calcite III.539
Hématite III,274
Magnétite IV.333
Sidérite III.607
Allenc, près le Bleymard, Lozère.
Barytine IV.59
Allevard, Isère.
Albite II.162
Calcite III.538
Gœthite III.352
Hématite III.274
Limonite III.374
Manganite III.358
Magnétite IV.333
Panabase II.732
Pyrite II.589
Quartz III.43, 100
Rancièite IV. 26
Sidérite III.605
Soufre II.369
Alleyras, Haute-Loire.
Hornblende I.678
Pyrite II.592
Sillimanite I. 57
Tourmaline I. 95
Vivianite IV.460
Allier (rivière), Haute-Loire.
Clinochlore I.382
Fibrolite I. 56
Olivine I.185
Sillimanite I. 57

Allier (rivière de l'), Puy-de-Dôme.
Or II.431
Alligny, en Morvand, Nièvre.
Fluorine II.784
Allinges, près Thonon, Haute-Savoie.
Allingite IV.645
Allogny, Cher.
Opale III.330
Allos (massif d'), Basses-Alpes.
Quartz III.108
Sidérite III.615
Allos (entre) et Barcelonnette, Basses-Alpes.
Quartz III.108
Alloue (mine d'), Charente.
Anglésite IV.133
Blende II.532
Cérusite III.708
Galène II.487
Pyromorphite IV.400
Smithsonite III.636
Allouis, Cher.
Limonite III.393
Allues (les), Savoie.
Anhydrite IV. 44
Ally (mine d'), Haute-Loire.
Boulangérite IV.873
Stibine II.451 ; IV.849
Alos (col d'), Basses-Alpes.
Quartz IV.892
Alou (puy d'), Puy-de-Dôme.
Haüyne, noséane I.512
Alp (vallon d'), sources de la Romanche, Hautes-Alpes.
Panabase II.733
Alpes.
Labradors II.188
Lawsonite IV.704
Plagioclases II.55, 63
Rutile III.202
Zoïsite I.132
Alpe Sarret, N. E. du Bourg-d'Oisans, Isère.
Epidote I.150
Alpreck (pointe d'), près Boulogne-sur-Mer, Pas-de-Calais.
Gypse IV.200
Alticcione (monte), S. de Luri, Corse.
Diallage I.589
Alzon, Gard.
Calcédoine III.141
Gœthite III.352
Quartz III.111
Alzon (entre) et Aumessas, Gard.
Dolomite III.646
Amance, Aube.
Gypse IV.202
Amange (route d') à Moissey, Jura.
Calcite III.494
Amaré (maison), près Pouzac, Hautes-Pyrénées.
Dipyre (couseranite) II.220
Quartz III. 62
Ambazac, Haute-Vienne.
Damourite I.346; IV.734
Orthose II. 80
Topaze IV.682
Ambert, Puy-de-Dôme.
Biotite I.321
Chalcolite IV.552
Ambert (tranchée du Chemin de fer d') à Vichy, Puy-de-Dôme.
Tourmaline I. 97
Ambierle, Loire.
Barytine IV. 89
Fluorine II.783
Amélie-les-Bains, Pyrénées-Oriental.
Calcite III.577
Orthose II. 74
Quartz III.111
Soufre II.369

Amiens (entre) et Abbeville, Somme.
Tourbe IV.667
Amilhac, en Fontarèche, Gard.
Bois silicifié III.158
Amoureux (rocher des), près du Bourget, Savoie.
Albite II.163.
Ampus, Var.
Bauxite III.347
Amy (entre le bois d') et Genvry (Oise).
Résine fossile IV.644
An-Avalennou, près Huelgoat, Finistère.
Andalousite I. 43
Ancerville, Meuse.
Célestite IV.118
Anchal, près Pontgibaud, Puy-de-Dôme.
Rutile III.200
Ancy-le-Franc, Côte-d'Or.
Limonite III.387
Andard, Maine-et-Loire.
Résine fossile IV.641
Andelot-en-Montagne, Jura.
Pyrite II.608
Andernay, Meuse.
Colophanite IV.572
Andouillé, Mayenne.
Pyrite II.594
Anduze, Gard.
Calcite III.505, 804
Gypse IV.174
Anet. Voir **Annet-sur-Marne.**
Angelard, en Compreignac, Haute-Vienne.
Angelardite IV.524
Autunite IV.546
Dufrénite IV.439
Angers, Maine-et-Loire.
Calcite III.454, 545
Colophanite IV.567
Fluorine II.792
Galène II.504
Mispickel II.667
Météorite I.192
Pseudocalcédonite III.160
Pyrite II.595
Ranciéite IV. 25
Sidérite III.614
Stibine II.458
Anglar, Creuse.
Berthiérite II.694
Stibine II.454
Voir aussi **Angelard.**
Anglas (mines d'), près des Eaux-Bonnes, Basses-Pyrénées.
Albite II.157
Arite II.561
Blende II.528
Calamine I. 21
Calcite III.546
Galène II.498
Greenockite II.546
Grossulaire I.222
Harmotome II.311
Idocrase I.162
Pyrrhotite II.569
Smithsonite III.636
Ullmannite II.640
Angle-Bas, en Perpezat, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 71
Stibine II.454
Angle (plateau de l'), Mont-Dore.
Biotite IV.734
Anglès-du-Tarn, Tarn.
Tourmaline I. 95
Angoulême, Charente.
Gypse IV.202
Limonite III.394
Marcasite II.658
Nitre, Nitrocalcite III.412

Résine fossile IV.642
Angoumé, Landes.
Glauconie I.413
Aniche, Nord.
Anthracite IV.649
Houille IV.654
Pseudowollastonite I.624
Anis (mont), Haute-Loire.
Gypse IV.191
Annet-sur-Marne, Seine-et-Marne.
Gypse IV.183
Annœullin, Nord.
Pyrite II.597
Annois, Aisne.
Résine fossile IV.644
Annonay, Ardèche.
Cordiérite I.522, 526
Anor, Nord.
Quartz IV.891
Anozel, en Saulcy-sur-Meurthe, Vosges.
Chessylite III.772
Malachite III.747
Anthezat, voir **Authezat**.
Antibes, Alpes-Maritimes.
Pélagosite III.539
Antraigues-sur-Volane, Ardèche.
Almandin I.248
Anzat-le-Luguet, Puy-de-Dôme.
Hyalite (fiorite) III.321
Panabase II.728
Senarmontite III. 16
Anzin, Nord.
Anthracite IV.649
Barytine IV. 79
Blende II.540
Colophanite IV.573
Houille IV.654
Kaolinite I.469
Pyrite II.597
Apchat (plateau d'), Puy-de-Dôme.
Bauxite III.348
Stibine II.454
Apchon, Cantal.
Sphène IV.822
Appi, Ariège.
Cordiérite I.522
Apt, Vaucluse.
Limonite III.389
Météorite V. 43
Ar (mine d'), près des Eaux-Bonnes. Basses-Pyrénées.
Anglésite IV.134
Annabergite IV.465
Argent II.407
Argyrite II.510
Arite II.560
Bismuth II.388
Blende II.528
Calamine I. 21
Chalcopyrite II.682
Dyscrasite II.466
Galène II.498
Greenockite II.546
Grossulaire I.222
Idocrase I.162
Mispickel II.671
Panabase II.725
Pyrargyrite II.716
Pyrite II.586
Pyrrhotite II.569
Sidérite III.611
Smithsonite III.636
Ullmannite II.640
Araules (col d'), Haute-Loire.
Chabasie II.328
Christianite II.304
Katoforite I.690
Sphène II.248
Araux, en Erp, Ariège.
Orthose II. 80
Tourmaline I. 91

Arbalétan, en Saint-Pierre-de-Belleville, Savoie.
Hématite III.280
Arbas, Haute-Garonne.
Andalousite I. 33
Arbizon (pic d'), Hautes-Pyrénées.
Adulaire II.111
Albite II.155
Andalousite I. 48
Axinite I.286, 289
Clinozoïsite IV.710
Epidote I.153
Grossulaire I.220, 222
Idocrase I.164
Labrador II.191
Löllingite II.662
Mispickel IV.862
Prehnite IV.733
Stilbite II.316
Wollastonite I.621
Arbois, Jura.
Gypse IV.175
Arbresle (l'), Rhône.
Orthose II.104
Arbu (lac d'), Ariège.
Graphite II.358
Orthose II. 80
Tourmaline I. 91
Arbuzy, Rhône.
Almandin I.251
Arc (l'), Bouches-du-Rhône.
Lignite IV.663
Arc-et-Senans, Doubs.
Sel gemme II.762
Arc-sous-Montenot, Doubs.
Pyrite II.608
Arches, près Saint-Fortunat, Ardèche.
Blende II.541
Arcueil, Seine.
Apatélite IV.247
Calcite III.545
Célestite IV.120
Fluorine II.793
Marcasite II.659
Arcy. Voir **Arsy**.
Ardalos (ravin d'), nord du pic du Midi, Hautes-Pyrénées.
Microcline II.126
Ardèche (pont de l'), Gard.
Calcite III.509
Truffite III.509
Ardemais, Haute-Loire.
Sphène II.248
Ardennes (département).
Microcline IV.818
Pyrite II.607, 609
Ardennes (monts des).
Rutile III.202
Ardennes, en Saint-Julien-Chapteuil, Haute-Loire.
Lävenite I.626
Néphéline I.499
Orthose II. 74
Ardes, Puy-de-Dôme.
Hornblende I.679
Labrador II.189
Tourmaline I. 97
Ardes (entre), Puy-de-Dôme, et Blesles, Haute-Loire.
Muscovite I.345
Ardillats (les), Rhône.
Barytine IV. 61
Cérusite III.713
Cuivre II.403
Fluorine II.788
Fournétite II.728
Galène II.489
Panabase II.728
Voir **Montchonay**.
Ardoisières (tunnel des) près Ventelon, Hautes-Alpes.

Calcite III.485
Arec (cirque d'), Hautes-Pyrénées.
Axinite I.286
Grossulaire I.223
Idocrase I.164
Arèches, Savoie.
Anthracite IV.650
Aregno, Corse.
Sphène II.246
Areilladon (suc de l'), Ardèche.
Augite I.593
Arentées de Corcieux (les), Vosges.
Orthose II. 83
Arfons, Tarn.
Andalousite I. 39
Argein, Ariège.
Hornblende IV.789
Argelès-Debat, sur le Sus, Hautes-Pyrénées.
Dipyre II.221
Quartz III. 62
Argelès-sur-Mer, Pyrénées-Orient.
Muscovite I.345
Argelliers, Hérault.
Bauxite III.346
Argentat, Corrèze.
Galène II.487
Houille IV.657
Kaolinite IV.748
Sidérite III.619
Stibine II.453
Tourmaline I. 96
Argentella, Corse.
Chalcopyrite II.686
Galène II.496
Orthose II. 95
Argentella (entre) et Calvi, Corse.
Molybdénite II.464
Molybdite III. 9
Argentelle (mine de l'), Puy-de-Dôme.
Cassitérite III.231
Mispickel II.667
Argenteuil, Seine-et-Oise.
Calcite III.515
Célestite IV.122
Gypse IV.180, 189
Magnésite I.459
Ménilite III.332
Psilomélane IV. 17
Sel gemme II.765
Argentière (l'), Ardèche.
Chalcopyrite II.684
Plomb II.405
Argentière (l'), Hautes-Alpes.
Calcite III.477
Galène II.496
Argentière (glacier d'), Haute-Savoie.
Epidote I.143
Fluorine II.780
Molybdénite II.463
Ripidolite I.392
Argentières (chaîne des Aiguilles d'), Haute-Savoie.
Quartz III. 77
Argentières (mine des), vallée d'Aulus, Ariège.
Andalousite I. 48
Calamine I. 22
Cérusite III.709
Fluorine II.787
Galène II.483
Greenockite II.547
Grossulaire I.224
Idocrase I.165
Smithsonite III.636
Wollastonite I.621
Argentine, Savoie.
Talc I.452
Argenton, Indre.
Colophanite IV.570
Argentré, Mayenne.
Pyrite II.597

Argillier (l') en Rochefort-Montagne Puy-de-Dôme.
Hornblende I.679
Argnat, en Sayat, Puy-de-Dôme.
Cordiérite I.524
Argonne (l'), Ardennes.
Opale III.328
Arguénos, Haute-Garonne.
Dipyre II.221
Nouméite I.441
Olivine I.184
Pyrope I.238
Argut (mine d'), Haute-Garonne.
Blende II.529
Galène II.498
Sidérite III.611
Ariège (vallée de la haute), Ariège.
Cordiérite I.522
Graphite II.361
Grossulaire I.227
Ariège (entre Crampagna et Saverdun), Ariège.
Or II.429
Ariège (entre l') et la vallée du Salat, Ariège.
Muscovite I.344
Arignac, Ariège.
Almandin I.247
Anhydrite IV. 43
Antigorite I.431
Blende II.542
Brucite III.402
Calcite III.441
Clinohumite I.123
Corindon III.246
Epidote I.141
Galène II.507
Graphite II.360, 362
Gypse IV.173
Hornblende I.686
Humite I.123
Leuchtenbergite I.384
Muscovite I.344
Olivine I.193
Orthose II. 80
Pargasite I.687
Phlogopite I.333
Pyrite II.593, 622
Pyrrhotite II.570
Rutile III.199
Scapolite II.232
Spinelle IV.302
Tourmaline I. 91
Arize (ruisseau de l') à Durban, Ariège.
Or II.429
Arlanc, Puy-de-Dôme.
Almandin I.249
Biotite I.321
Tourmaline I. 97
Arleuf, Nièvre.
Autunite V. 8
Barytine IV. 62
Galène II.490
Limonite III.376
Wulfénite IV.272
Armantieu (concession d'), Landes.
Bitume IV.633
Armeau, Yonne.
Calcite III.510
Armentier (rocher d'). Voir **Armentières**.
Armentières (rocher d'), Isère.
Albite II.150
Anatase III.181
Axinite I.294
Brookite I.174
Calcite III.580
Crichtonite III.297
Epidote I.149; IV.710
Prehnite I.275
Ripidolite I.393

Armentières (côte d'), Puy-de-Dôme.
Chessylite III.771
Armentières, près Trilport, Seine-et-Marne.
Célestite IV.121
Armentières en la Chapelle-aux-Pots, Oise.
Sidérite III.620
Armoy-Liaud, Haute-Savoie.
Lignite IV.664
Arnave, Ariège.
Actinote I.650
Albite II.161
Analcime IV.834
Anhydrite IV. 42
Antigorite I.431
Clinochlore I.384
Diopside I.607
Dipyre II.226
Dolomite III.646
Epidote I.141
Gypse IV.173
Leuchtenbergite I.384
Magnétite IV.331
Mélanite I.234
Phlogopite I.330
Pyrite II.622
Quartz III. 62
Tourmaline I.82, 107
Trémolite I.650
Arnave (route d') à Casenave, Ariège.
Actinote I.658
Chabasie II.335
Dipyre II.226
Heulandite II.292
Laumontite III.342
Orthose II. 80
Phlogopite I.333
Scapolite II.232
Stilbite II.317
Tourmaline I. 93
Arnave (sentier d') à la Chapelle-Saint-Paul, Ariège.
Prehnite I.276
Arnay-le-Duc, Côte-d'Or.
Colophanite IV.570
Arnéguy (filon d'), Basses-Pyrénées.
Sidérite III.602
Arnon (vallée de l'), Cher.
Limonite III.393
Aromanches, Calvados.
Calcédoine III.148
Arpille, Haute-Savoie.
Graphite II.360
Arpont (Vanoise), Savoie
Glaucophane I.704
Arques (les), Lot.
Limonite III.394
Arradon (du S. d') à Locoal-Mendon, Morbihan.
Graphite II.357
Arras, Pas-de-Calais.
Blende II.540
Calcite III.545
Arrats, Tarn-et-Garonne.
Gypse IV.193
Arraunts, près Ustarits, Basses-Pyr.
Vivianite IV.460
Arreau (vallée d'), Hautes-Pyrénées.
Colophanite IV.568
Arrée (montagne d'), Finistère.
Disthène I. 70
Arrentès-de-Corcieux, Vosges.
Muscovite I.348
Pyrope I.239
Tourmaline I.100
Arrigas (mines d'), Gard.
Allophane IV.749
Aragonite III.686
Brochantite IV.150
Calcite III.457
Cérusite III.721

Dolomite III.653
Gypse IV.173
Limonite III.378
Malachite III.746
Smithsonite III.631

Arron (lac d'), massif du pic d'Arbizon, Hautes-Pyrénées.
Tyrolite IV.516

Arsan, Oise.
Calcite III.545

Arsy, Oise.
Marcasite II.659

Artégus, Hautes-Pyrénées.
Andalousite I. 48

Arthon (fours à chaux d'), Loire-Inf.
Diopside I.609
Melilite I.495
Pseudowollastonite I.624

Artigous (ravin d'), près l'étang de Lherz, Ariège.
Dipyre II.225

Artigues, Aveyron.
Graphite II.358

Art-sur-Meurthe, Meurthe-et-Mos.
Sel gemme II.760

Arudy (route d') à Saint-Christau, Basses-Pyrénées.
Analcime II.285
Barkévicite I,671
Dipyre II.219
Prehnite I.276

Arve (rivière de l'), Haute-Savoie.
Or II.433

Arve (vallée de l'), Haute-Savoie.
Adulaire II.112
Barytine IV. 65

Arvieu, Aveyron.
Albite II.147
Almandin I.248
Anthophyllite I.639
Antigorite I.429
Asbeste I.656
Bronzite I.550
Clinochlore I.382
Diallage I.588
Disthène IV.680
Grossulaire IV.725
Hypersthène I.557
Labrador-Bytownite II.187
Magnétite IV.321
Plagioclases II. 48
Pyroxène I.545
Talc I.454
Trémolite I.656

Arz (Ile d'), Morbihan.
Actinote I.652
Graphite II.357
Hornblende I.685
Omphazite I.605
Orthose II. 77

Arz (vallée de l'), Morbihan.
Alunite IV.142

Ascou (village), Ariège.
Andalousite I.34,I. 39
Grossulaire I.227
Idocrase I.168
Laumontite III.342
Stilbite II.318
Tourmaline I. 94

Ascou (route d') à Prades, Ariège.
Pinite I.522

Ascou (vallée d'), Ariège.
Almandin IV.727

Aspeich, en Gère-Belesten, Basses-Pyrénées.
Chalcopyrite II.682
Panabase II.725

Aspeigt, près Bielle, Basses-Pyrénées.
Pyrite IV.859

Aspet, Haute-Garonne.
Calcite III.543

Asprières, Aveyron.
Andalousite I.36, 40
Galène II.484
Assigny, Cher.
Colophanite IV.572
Asté, Hautes-Pyrénées.
Dipyre II.221
Aste-Béon (ravin entre) et Louvie-Soubiron, Basses-Pyrénées.
Magnétite IV.332
Sidérite III.602
Aste-Béon (vallée d'Ossau), Basses-Pyrénées.
Albite II.160
Calcite III.576
Chloritoïde I.369
Sidérite III.602
Astoin, Basses-Alpes.
Gypse IV.176,208
Astos (granges d'), vallée d'Astos d'Oo, Haute-Garonne.
Andalousite I. 48
Attancourt (route d'), Haute-Marne.
Célestite IV.114
Atton, Meurthe-et-Moselle.
Houille IV.655
Aubary, en Saint-Julien, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 82
Aubazaguet, en Aubazat, Haute-Loire.
Boulangérite IV.874
Bournonite IV.874
Aube (sentier du col d') au lac Bleu, Hautes-Pyrénées.
Stilbite II.316
Aube (crêtes du col d') au col d'Oncet, Hautes-Pyrénées.
Grossulaire I.226
Idocrase I.167
Aubenas, Ardèche.
Augite I.600
Chabasie II.328
Christianite II.304
Hibschite IV.706
Hornblende I.678
Mélanite IV.725
Mésole II.259
Wollastonite IV.621
Aubenas (route d') à Lazuet, Ardèch.
Fluorine II.780
Quartz III. 93
Aubenton, Aisne.
Marcasite II.657
Aubépin (l') en Moudeyres, Haute-Loire.
Mésotype II.267
Aubière, Puy-de-Dôme.
Christianite II.305
Aubiers (les), en Montreuil, Vendée.
Calcédoine III.136
Quartz III. 42
Quartzine III.123
Aubignas, Ardèche.
Aragonite III.691
Aubigny, Ardennes.
Marcasite II.657
Aubigny-la-Ronce, Côte-d'Or.
Houille IV.656
Aubin, Aveyron.
Alunogène IV.238
Arsénolite III. 13
Houille IV.658
Kalinite IV.253
Orpiment II.445
Pyrite II.600
Réalgar II.442
Aubrac (volcan d'), Cantal.
Augite I.594
Hornblende I.678
Aubrelong, en Bach, Lot.
Quercyite IV.585

Aubres, Drôme.
Météorite IV,718 ; V. 43
Oldhamite IV.854
Auchy-au-Bois, Pas-de-Calais.
Houille IV.655
Pyrite II.597
Audifert (montagne), près de Caille, Alpes-Maritimes.
Fer nickelé (*Météorite*) II.399
Augmontel, Tarn.
Calcite III.522
Augué (entre) et Loiré, Maine-et-L.
Limonite III.380
Aujour (montagne d'), Hautes-Alpes.
Barytine IV. 99
Aulignac, en Bordes-sur-Lez, Ariège.
Dipyre II.223
Aullene, Corse.
Hornblende I.672
Aulnais, près Alençon, Orne.
Kaolin I.465
Aulnois (les), Meurthe-et-Moselle.
Sel gemme II.760
Aulon, près Aurignac, Haute-Gar.
Calcédoine III.143
Aulus (vallée d'), Ariège.
Blende II.530
Cérusite III.709
Dipyre II.224, 230
Epidote I.153
Galène II.499
Idocrase I.165
Trémolite I.650
Aumagne, Charente-Inférieure.
Gypse IV.178
Aumessas (entre) et Alzon, Gard.
Dolomite III.646
Aumières, Lozère.
Météorite I.192 ; V. 43
Aupillons (les), près Barcelonnette, Basses-Alpes.
Calcite III.504
Aups, Var.
Bauxite III.347
Aurance (rivière d'), Haute-Vienne.
Or (*Aurières*) II.431
Aure (vallée d'), Hautes-Pyrénées.
Manganite III.355
Staurotide I. 13
Trémolite I.649
Aureille, en Capestang, Hérault.
Mercure II.416
Aureille, Bouches-du-Rhône.
Bauxite III.347
Auriac, Aude.
Panabase II.726
Auriac, Corrèze.
Galène II.487
Auriac-l'Église, Cantal.
Tourmaline I. 96
Auriasque, Var.
Houille IV.659
Auribeau, Basses-Alpes.
Galène II.502
Aurillac, Cantal.
Augite I.594
Chabasie II.329
Hornblende I.681
Ménilite III.337
Opale résinite III.337
Silex III.337
Auriol, Bouches-du-Rhône.
Lignite IV.663
Auris (village d'), Isère.
Quartz III. 80
Stibine II.455
Auris (montagne d'), Isère.
Axinite I.294
Calcite III.581
Prehnite I.275
Pyrite II.583
Auris (entre) et le Freney, Isère.

Quartz III. 80
Auron (vallée de l'), Cher.
Limonite III.393
Aurouze, en Mazeyrat-Aurouze, Haute-Loire.
Barytine IV. 60
Dolomite III.654
Fluorine II.783
Galène II.486
Pyromorphite IV.400
Withérite III.697
Aussois, Savoie.
Pyrite II.610
Autainville, Loir-et-Cher.
Limonite III.393
Auteroche (butte d'), près Murat, Cantal.
Hornblende I.681
Auteuil, Seine.
Aluminite IV.244
Apatélite IV.247
Blende II.541
Célestite IV.119, 120
Colophanite IV.575
Gypse IV.202
Mellite III.800
Résine fossile IV.643
Sidérite III.622
Xylocryptite III.800
Authezat-la-Sauvetat, Puy-de-Dôme.
Apatite IV.384
Béryl II. 18
Calcite III.519
Dysodyle IV.665
Orthose IV.814
Authon, Loir-et-Cher.
Météorite I.193; V. 43
Autray, Haute-Saône.
Limonite III.396
Autreppes, Aisne.
Marcasite II.657
Autun (env. d'), Saône-et-Loire.
Béryl II. 19
Bois silicifié III.157
Colophanite IV.565,569
Muscovite I.347
Sidérite III.620
Thélotite IV.646
Autun (vieille route d') à Marmagne, Saône-et-Loire.
Sillimanite I. 58
Autunois.
Quartz III. 48
Vermiculite I.313
Auvers-Saint-Georges, Seine-et-Oise.
Glauconie I.414
Auvillar, Tarn-et-Garonne.
Gypse IV.193
Auxelles. Voir **Osselle.**
Auxelles-Haut (mine d'), Belfort.
Cérusite III.716
Chalcopyrite II.684
Fluorine II.789; IV.888
Galène II.491
Mispickel II.671
Panabase II.730
Sidérite III.613
Zinkénite II.691
Auxerre, Yonne.
Ocre III.389
Sidérite III.622
Auxillac, en Virargues, Cantal.
Marcasite II.659
Randannite III.327
Auxillon, Tarn.
Tourmaline I. 95
Auxois (l'), Côte-d'Or.
Barytine IV. 98
Pyrite II.607
Auxon, Haute-Saône.
Colophanite IV.569
Auzas, Haute-Garonne.

Calcédoine III.143
Quartz III.117
Auzat, Ariège.
Aurichalcite III.741
Auzat (haute vallée d'), Ariège.
Biotite I.320
Muscovite I.344
Auzelles, Puy-de-Dôme.
Ankérite III.660
Calcite III.553
Galène II.488
Pyrite II.587
Auzette (rivière).
Biotite I.321
Auzigues, en Cavillargues, Gard.
Célestite IV.119
Auzits, Aveyron.
Houille IV.658
Auzolles-Haut, en Bredon, Cantal.
Plagioclases II. 61
Auzon, en Montmort, Saône-et-Loire.
Microcline IV.817
Availles, Vienne.
Calcédoine (*Calcédonite*) III.141
Avallon, Yonne.
Fluorine II.793
Pyrite II.607
Avallon (entre) et Chastellux-Cure.
Biotite I.322
Avant-Garde (l'), Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385
Avanton, Vienne.
Pyrite II.611
Avapessa (entre) et Cateri, Corse.
Sphène II.246
Avejan, en Saint-Jean-de-Maruéjols, Gard.
Lignite IV.664
Avenas, Rhône.
Hornblende I.688
Avent, en Bessines, Haute-Vienne.
Apatite IV.384
Columbite IV.617
Triplite IV.432
Avesne, Hérault.
Bournonite II.702
Aveyron (limite entre l') et le Cantal.
Olivine I.188
Avezac-Prat, Hautes-Pyrénées.
Apatite IV.388
Hornblende IV.789
Picotite IV.307
Avèze, Puy-de-Dôme.
Anatase III.188
Pharmacosidérite IV.522
Sidérite III.612
Avignonet, Cher.
Calcite III.498
Avinières, Gard.
Blende II.539
Galène II.500
Smithsonite III.631
Avits (les), en Coubon, Haute-Loire.
Pétrole IV.632
Avols (hameau des), Ardèche.
Or II.430
Avranches, Manche.
Muscovite I.341
Avranches (entre) et Mortain.
Andalousite I. 43
Muscovite I.341
Avrillé, Maine-et-Loire.
Dufrénite IV.440
Pharmacosidérite IV.522
Scorodite IV.474
Avrillé, Vendée.
Fluorine IV.885
Avrolles, Yonne.
Rétinite IV.641
Avy (bois d') 10 kil. E. de Rochefort-en-Terre, Morbihan.
Hématite III.265

Ax, Ariège.
Almandin I.247
Alunogène IV.237
Andalousite I.35.39
Anorthite II.196
Biotite I.323
Bytownite II.196
Diopside I.584
Grossulaire I.227
Hornblende I.670
Idocrase I.168
Labradors II.187
Laumontite III.342
Mica palmé I.339
Microcline II.123
Muscovite palmée I.344
Oligoclase-albite II.172
Olivine I.187
Orthose II.104, 107
Plagioclases II.50, 54
Soufre II.369
Staurotide I. 13
Tourmaline I. 93

Ax (fort d'), Ariège.
Damourite I.344
Muscovite I.344

Ax (route d') à Orlu. Ariège.
Microcline II.123

Axiat, Ariège.
Cordiérite I.522

Ay (rivière d'), Loire.
Cordiérite I.526

Aydat (lac d'), Puy-de-Dôme.
Albite IV.819
Andalousite I.48
Randannite III.328

Aye, Dordogne.
Psilomélane IV. 19

Ayen, Corrèze.
Galène II.487
Stibine II.453

Ayré (col d'), vallée d'Ossau, Basses-Pyrénées.
Albite II.148
Sphène II.239

Ayré (pic d'), Hautes-Pyrénées.
Axinite I.289

Ayrens, Cantal.
Sanidine II. 99

Aytua, Pyrénées-Orientales.
Limonite III.373

Azay-sur-Cher, Indre-et-Loire.
Limonite III.393

Azet, Hautes-Pyrénées.
Dialogite III.625

Azet (mine d') entre la Neste de Louron et la Neste d'Aure, Hautes-Pyrénées.
Friedélite I.304

Azincourt, Nord.
Houille IV.655

Azun (vallée d'), route d'Argelès aux Eaux-Bonnes, Hautes-Pyrénées.
Andalousite I. 48

B

Babonneix en Chaussade, Creuse.
Galène II.487

Bach, Lot.
Calcite III.517
Quercyite IV.585

Bachant, Nord.
Calcite III.459

Bachellerie en Compreignac, Haute-Vienne.
Béryl IV.805

Baconnet en Monestier-de-Clermont, Isère.
Hatchettite IV.621
Pétrole IV.621,628
Badeaux (les), Saône-et-Loire.
Anthracite IV.650
Baffe (la), près Épinal, Vosges.
Météorite I.192; V. 43
Bagalette, Haute-Loire.
Barytine IV. 60
Bagan (source) à Salies-de-Béarn, Basses-Pyrénées.
Epsomite IV.215
Bagiry, entre les vallées de la Garonne et de Barousse, Hautes-Pyr.
Calcite III.543
Bagnelles, près du col du Bonhomme, Vosges.
Olivine I.185
Bagnères (route de) à la Serre de Pouzac, Hautes-Pyrénées.
Albite II.160
Bagnères-de-Bigorre, Hautes-Pyr.
Chalcopyrite II.689
Magnétite IV.331
Pyrite II.612
Quartz III. 62
Bagnères-de-Luchon, Haute-Garonne.
Apatite IV.383
Biotite I.320
Calcite III.576
Colophanite IV.568
Fluorine II.780
Galène II.482
Gypse IV.210
Limonite III.400
Muscovite palmée I.344
Pyrite II.596
Soufre II.369
Tourmaline I. 90
Wollastonite I.621
Bagneux, Seine.
Célestite IV.123
Gypse IV.180
Bagnoles, Orne.
Pyrite II.594
Quartz III.104
Bagnolet, Seine.
Célestite IV.123
Bagralle à Auxelles, Belfort.
Chalcopyrite II.684
Baigorry (mine de), près Saint-Étienne de Baigorry, Basses-Pyrénées.
Blende II.529
Chalcopyrite II.681
Cuivre II.401
Galène II.498
Hématite III.269
Limonite III.372
Manganite III.357
Mésitite III.595
Panabase II.724
Pyrite II.586
Ranciéite IV. 25
Sidérite III.602
Baigts, Basses-Pyrénées.
Bitume II.758
Baillabatz, Gers.
Odontolite IV.578
Bailleul, Nord.
Gypse IV.201
Bailly-aux-Forges, Haute-Marne.
Limonite III.388
Bain-de-Bretagne, Ille-et-Vilaine.
Pyrite II.594
Baladour, près Naves, Corrèze.
Wolfram IV.289
Balagna en Occhia, voir Occhiatana.
Balagué (col de), Haute-Garonne.
Dipyre II.222
Pyrite II.622

Balais en Talencieux, Ardèche.
Galène II.485
Balaruc, Hérault.
Bauxite III.346
Balbonne (vallée de) en Mijanès, Ariège.
Scolécite II.276
Balestas (montagne de), concession de la mine de Germ, Hautes-Pyr.
Rhodonite I.632
Ballestang, Pyrénées-Orientales.
Limonite III.373
Sidérite III.608
Ballons (les), Vosges.
Hornblende I.670
Balmavelès, Gard.
Lignite IV.662
Balme (entre le col de) et le Trient, Haute-Savoie.
Brookite III.172
Balme d'Auris, Isère.
Adulaire II.112
Albite II.149,150
Axinite I,294,296,299
Epidote I.149
Heulandite II.292
Prehnite I.275
Ripidolite I.393
Balme d'Epy, Jura.
Célestite IV.112
Balme (la) **de Rencurel** en Vercors, Savoie.
Colophanite IV.573
Balme (la) en la Chapelle-du-Bard, Isère.
Pyrite II.575
Balmettes (les), faubourg d'Annecy, Haute-Savoie.
Calcite III.506
Banca (mine de). Voir Baigorry.
Bancon (car. de), près Aurillac, Cant.
Calcite III.586
Bane (puy de), Puy-de-Dôme.
Gypse IV.191
Banime, Basses-Alpes.
Pyrite II.609
Banne d'Ordenches au Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Apatite IV.390
Augite I.595
Biotite I.327
Haüyne I.512
Labradors II.189
Leucite II. 7
Noséane I.512
Titanomagnétite IV.324
Banne d'Ordenches (entre la) et le Puy Gros, Puy-de-Dôme.
Haüyne I.512
Hypersthène I.560
Noséane I.512
Ban-Rouge, Ardèche.
Lignite IV.662
Bar (route de) à Montbrison, Loire.
Anorthite II.202
Bytownite II.202
Baracci en Olmeto, Corse.
Chalcosite II.516
Baraque (la), Haute-Loire.
Augite I.593
Baraquette des Adams (5 kil. d'Anduze), Gard.
Pyrite II.583
Barbarisia (montagne de), Basses-Pyrénées.
Graphite II.358
Barbe (Ile), Rhône.
Almandin I.251
Béryl II. 19
Gigantolite I.526
Pyrite II.592

Barbecot, près Pontgibaud, Puy-de-Dôme.
Almandin I.249
Bournonite II.704
Galène II.487
Barbe-Noire (filon de) à Champoléon, Hautes-Alpes.
Galène II.502
Barbet (puig), Pyrénées-Orientales.
Grossulaire IV.724
Barbezieux, Charente.
Calcédoine III.148
Limonite III.394
Orbicules siliceux III.148
Barbier (puy du), près le Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Apatite IV.390
Magnétite IV.329
Barbin (car. de), près Nantes, Loire-Inférieure.
Albite II.144
Almandin I.245
Apatite IV.386
Bertrandite I.115
Blende II.542
Epidote I.138
Grossulaire I.225
Idocrase I.166
Marcasite II.645
Mispickel II.665
Pyrite II.579
Quartz III. 52
Scorodite IV.473
Tourmaline I. 89
Wolfram IV.290
Barbotan, Gers.
Météorite I.192 ; V 42
Barcelonnette, Basses-Alpes.
Calcite III.514
Pyrite II.616
Barcelonnette (entre) et Allos (Bas-Alpes.
Quartz III.108
Barchetta (route de Corte à Bastia), Corse.
Glaucophane I.705
Barcugnas (montagne de), Haute-Garonne.
Calamine I. 22
Bard en Boudes, Puy-de-Dôme.
Bauxite III.348
Barduquette (pont de la), près Ax, Ariège.
Orthose II. 80
Tourmaline I. 93
Barèges, Hautes-Pyrénées.
Adulaire II.110
Alunogène IV.237
Anatase III.179
Brewstérite II.295
Calcite III.457, 576
Epidote I.153
Graphite II.360
Grossulaire I.221,223
Labrador II.191
Quartz III.70
Ripidolite I.391
Soufre II.369
Sphène II.239
Tourmaline I. 90
Trémolite I.649
Barèges (route de) au col de Tourmalet, Hautes-Pyrénées.
Heulandite IV.834
Stilbite II.316
Bareille (coume de), près du Tuc d'Ess en Coulédoux, Haute-Gar.
Graphite II.362
Bareille (entre la coume de) et le col de Portet, Haute-Garonne.
Chabasie II.333

Laumontite II.341
Stilbite II.319

Bargemon, Var.
Gypse IV.176

Bariet, près Durfort, Gard.
Sidérite III.620

Barjac, Gard.
Gypse IV.192
Lignite IV.664

Barjac (route de Barjac à Valcroze), Lozère.
Hübnérite IV.294

Barles, Basses-Alpes.
Galène II.502
Gypse IV,176, 208

Barlet en Langeac, Haute-Loire.
Bournonite II.704
Fluorine II.782
Pyrite II.587
Quartz III.93

Barneire (puy de) ou de Saint-Sandoux (Puy-de-Dôme.
Ænigmatite I.710
Apatite IV.389
Augite titanifère I.596
Christianite II.306
Corindon III.242
Mésotype II.270
Néphéline I.500
Rhönite IV.802
Sodalite I.507

Barnenez en Plouézoch, Finistère.
Cassitérite III.223
Zoïsite I.133

Baron (ruisseau de), affluent de l'Ariège, Ariège.
Or II.429

Baron en Pilleux, Loire-Inférieure.
Béryl II. 15

Barost (pont de), Haute-Vienne.
Angelardite IV.523
Apatite IV.384
Autunite IV.546
Béryl II. 18
Kaolin I.467
Orthose II. 82
Quartz III. 53
Triplite IV.432

Barousse (vallée de la), Hautes-Pyr.
Sillimanite I. 59
Tourmaline I. 91

Barrans (gorge des), Haute-Garonne.
Tourmaline I. 91

Barre (la), Aveyron.
Panabase II.727

Barre (filon de la), près Ceilhes, Hérault.
Bournonite II.702

Barre en Montagnol, Aveyron.
Orthose IV.814

Barret (moulin du) à Chaponost, Rhône.
Almandin I.251

Barret, Hautes-Alpes.
Pyrite II.613

Barrettali (crête entre) et Canari de Pietra-Corbara, Corse.
Magnétite IV.321

Bartau, près Saint-Paulien, Haute-Loire.
Augite V. 57

Barte (la), Ariège.
Bauxite III.346

Bartèque en Laruns, Basses-Pyrén.
Blende II.529
Galène II.498
Stilbite II.316

Basanera de Bastia, Corse.
Lawsonite IV.704

Bas-Boulonnais, Pas-de-Calais.
Limonite III.387

Bas du Pic, près Villard d'Arène, Hautes-Alpes.
Panabase II.733
Basmoreau, Creuse.
Sidérite III.619
Bas-Plan (**le**), près Clamensane, Bas.-Alpes.
Gypse IV.176, 178
Basques (côte des), Biarritz, Basses-Pyrénées.
Ætite III.399
Basse-Indre, Loire-Inférieure.
Muscovite I.343
Prehnite I.270
Ripidolite I.391
Basses-Alpes (département).
Pyrite II.608
Bassia (pic de), Hautes-Pyrénées.
Idocrase I.164
Bassine (col de la), Tarn.
Andalousite I. 39
Bastan (vallée du), env. de Barèges, Hautes-Pyrénées.
Asbeste I.658
Axinite I.289
Calcite III.457
Grossulaire I.223
Idocrase I.167
Bastard (ruisseau du), Ariège.
Bronzite I.549
Chabasie II.335
Dipyre II.214, 225, 231
Orthose II.105
Bastennes-Gaujacq, Landes.
Aragonite III.671
Dolomite III.645
Gypse IV.172
Pissasphalte (*bitume*) IV.626
Quartz III.111
Sources salées II.757
Soufre II.373
Bastia, Corse.
Glaucophane I.705
Bastia (entre) et Saint-Florent, Corse.
Glaucophane I.705
Bastide (château de la), Ardèche.
Olivine I.188
Bastide (**la**), massif des Coirons, Ardèche.
Hornblende I.678
Bastide (**la**), près Quillan, Aude.
Lignite (*jayet*) IV.663
Bastide (**la**), haute vallée de Fontanges, Cantal.
Augite I.594
Bois silicifié III.158
Hypersthène I.560
Opale III.337
Bastide (**la**), près Mons, Var.
Gypse IV.176
Bastide (**la**) **Blanche**, Var.
Lignite IV.663
Bastide (**la**) **Bozaris**, près Fréjus, Var.
Colophanite IV.569
Bastide de la Carrade, près Gassin, Var.
Chromite IV.312
Bastide (**la**) **de Sérou**, Ariège.
Stilbite II.320
Bastide-de-Sérou (entre la) et Montels, Ariège.
Psilomélane IV. 18
Bas-Vallet ou Bas-Vallon (minière du), forêt de Lorges, Côtes-du-Nord.
Bavalite I.399
Magnétite IV.339
Bas-Vérel (**le**), Isère.
Lignite IV.664
Bataillouze (puy de) N. du Lioran (signal 1686 mètres), Cantal.
Haüyne I.511

Hypersthène I.560
Noséane I.511
Plagioclases II. 61

Batère (mines de la), près le Canigou, Pyrénées-Orientales.
Hématite III.269
Limonite III.373
Sidérite III.608

Bathelémont-lès-Bauzemont, Meurt.-et-Moselle.
Ulexite IV.353

Bathie (entre le Château de) et le Triant, Haute-Savoie.
Graphite II.360

Batilly, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385

Baton (cascade de), vallée de la Romanche, Isère.
Axinite I.300
Wulfénite IV.272

Battu, Puy-de-Dôme.
Labrador II.189
Plagioclases II.57, 59

Batz (bourg de), Loire-Inférieure.
Apatite IV.388
Biotite I.320
Muscovite I.342
Orthose II. 77
Quartz III. 52
Sphène II.247
Stibine II.449
Tourmaline I. 89

Bauberty (filon de). Voir Bosbarty.

Baud, Morbihan
Almandin I.244
Disthène I. 70
Staurotide I. 8
Tourmaline I. 87

Baud (entre) et Locminé, Morbihan.
Staurotide I. 8

Baudat (puits de) à Salies, Basses-Pyrénées.
Eau salée II.757

Baudrecourt, Haute-Marne.
Calcite III.499

Baugé, Maine-et-Loire.
Marcasite II.658

Bauges (les), près Chambéry, Savoie.
Calcite III.506

Baulme-la-Roche, Côte-d'Or.
Gypse IV.174

Baume (la), près Sylvanès, Aveyron.
Cérusite III.710
Galène II.484
Panabase II.727

Baume, Jura.
Célestite IV.111
Nitromagnésite III.414

Baume de Coutéon, Var.
Fluorine II.786

Baume-les-Roches, près Dijon, Côte-d'Or.
Almandin IV.727
Calcite III.492

Baux (les), Bouches-du-Rhône.
Bauxite III.346
Limonite III.388
Turgite III.388

Bavans, Doubs.
Calcite III.494

Bavant, Nord.
Calcite III.459

Baxouillade en Orlu, Ariège.
Anorthite II.195
Béryl II. 16
Bytownite II.196
Chabasie II.334
Grossulaire I.227
Idocrase IV.711

Bayeux, Calvados.
Colophanite IV.570

Limonite III.386
Baygoura (mont), S. du Labourd, Basses-Pyrénées.
Almandin I.246
Epidote I.152
Staurotide I. 12
Bayle en Agnac, Lot-et-Garonne.
Apatélite IV.247
Bayonne, Basses-Pyrénées.
Gypse IV.173
Quartz III.111
Bayonne (entre) et Orthez, Basses-Pyrénées.
Anthracite IV.651
Bayonne (tuilerie entre) et Tarnos. Basses-Pyrénées.
Vivianite IV.460
Bayonne-Briscous (bassin salifère de), Basses-Pyrénées.
Aragonite III.678
Gypse IV.173
Bayonnette (concession de la), Basses-Pyrénées.
Sidérite III.601
Bayons, Basses-Alpes.
Gypse IV.176, 208
Bayotte, près Grand-Croix, Loire.
Staurotide I. 14
Bazaiges, Indre.
Colophanite IV,565. 570
Bazeilles, Aisne.
Lignite IV.664
Bazerques, près Ax, Ariège.
Microcline II.123
Bazet (ruisseau et sentier du), Basses-Pyrénées.
Leuchtenbergite I.383
Bazoche (bois de), près Chastellux, Yonne.
Pinite I.529
Bazouge-de-Chéméré, Mayenne.
Anthracite IV.649
Bazouge des Alleux, Mayenne.
Almandin I.246
Pyrite II.598
Bazougers, Mayenne.
Anthracite IV.649
Bazus (gorge de) à Juzet, Haute-Gar.
Cummingtonite I.645
Béarn (rue de) à Paris, Seine.
Brushite IV.494
Béat (mont), Ariège.
Epidote I.153
Beaubec-la-Rosière, Seine-Inférieure.
Sidérite III.620
Beaubrun, Loire.
Houille IV.657
Beauchamp, Saône-et-Loire.
Calcite III.475
Beauchastel-sur-l'Érieux, Ardèche.
Or II.430
Beaucouzé, près Angers, Maine-et-Loire.
Cassitérite III.227
Quartz III. 69
Beauges (détroit de), Haute-Savoie.
Or II.433; IV.842
Beaugirand, près Saint-Sulpice-Laurière, Haute-Vienne.
Or V. 51
Beaujeu (env. de), Rhône.
Barytine IV. 61
Cérusite III.713
Fluorine II.788
Malachite III.747
Molybdénite II.463
Panabase II.728
Pyromorphite IV.401
Beaujolais.
Pyrrhotite I.564
Beaulieu, Ardèche.
Celestite IV.117

Beaulieu, Bouches-du-Rhône.
Andésine II.182
Bronzite I.551
Ilménite III.292
Olivine I.188
Plagioclases II.57, 60
Talc IV.744

Beaulieu, Maine-et-Loire.
Hatchettite IV.620
Naphtéine IV.620

Beaume (La), près Villefranche, Avey.
Blende II.531
Bournonite II.703
Chloanthite II.634
Nickélite II.558

Beaumé, Aisne.
Marcasite II.657

Beaume de Coutéou, Var.
Barytine IV. 91

Beaumerle, près Château-Meillant, Cher.
Galène II.490

Beaumes (les), Gard.
Bois silicifié III.158

Beaumette, près Saint-Jean-du-Gard, Gard.
Allophane I.486

Beaumont, près Digne, Basses-Alpes.
Pyrite II.607

Beaumont, Dordogne.
Célestite IV.124
Limonite III.394

Beaumont, Haute-Loire.
Mispickel II.671

Beaunan, près Lyon, Rhône.
Apatite IV.385
Calcite III.522
Dumortiérite IV. 18
Gédrite I.638
Orthose II.82; IV.813
Tourmaline I. 99

Beaunan (route de) à Chaponost, Rhône.
Barytine IV.902

Beaunant. Voir Beaunan, Rhône.

Beaune, Côte-d'Or.
Colophanite IV.570

Beaune, Haute-Vienne.
Autunite IV.546; V. 8
Or V. 51

Beauquesne, Somme.
Colophanite IV.574

Beaurains, Oise.
Marcasite II.659

Beauregard, Côte-d'Or.
Galène II.506
Hématite III.281
Limonite III.383

Beauregard, près Luchon, Haute-Garonne.
Axinite I.293
Biotite I.320
Grossulaire I.226
Muscovite I.344

Beauregard, Lot.
Quercyite IV.585

Beauregard (moulin de), à Arleuf, Nièvre.
Autunite V. 8
Chalcolite IV.552

Beauregard-l'Évêque, Puy-de-Dôme.
Ménilite III.337

Beaurieux, Aisne.
Résine fossile IV.644

Beauserin (pont de), près Semur, Côte-d'Or.
Gigantolite I.527

Beauvais, Marne.
Calcédoine III.142

Beauvais, Oise.
Glauconie I.412
Marcasite II.656

Beauvais, Somme.
Allophane I.484
Tourbe IV.667
Beauval. Somme.
Colophanite IV.566, 574
Beauvoir, Allier.
Cassitérite III.221
Beauvoir, Yonne.
Colophanite IV.572
Bécasse (la), Dun-le-Poëlier, Indre.
Météorite I.193; V. 43
Bec-de-l'Homme, vis à vis la Grave, Hautes-Alpes.
Chessylite III.772
Bec Melen (île de Groix), Morbihan.
Manganite III.354
Becquet (le), Oise.
Marcasite II.656
Bédarieux, Hérault.
Bauxite III.346
Calcite III.478
Bedeilla (coume de). Voir Deilla, Ariège.
Bedeillat. Ariège.
Gypse IV.173
Bedeillat (pic de) entre les vallons de Gnoles et de Paraou en Ortu, Ariège.
Anorthite II.196
Biotite I.323
Bytownite II.196
Clinochlore I.381
Grossulaire I.227
Hornblende I.672, 674
Olivine I.186, 189
Bédouès, Lozère.
Galène II.485
Bedouin, Vaucluse.
Bois silicifié III.158
Bédoule (la), Bouches-du-Rhône.
Pyrite II.615
Bédous, Basses-Pyrénées.
Albite II.160
Bégon, près Entrammes. Mayenne.
Albite II.148
Bégonnière-en-Cangy, Indre-et-Loire.
Limonite III.393
Béheuille (la), Vosges.
Almandin I.251
Cordiérite I.527
Tourmaline I.100
Beire-le-Châtet, Côte-d'Or.
Limonite III.396
Bélair, Basses-Pyrénées.
Analcime II.285
Belair (tunnel de), route de Pau, à Laruns, Basses-Pyrénées.
Quartz III.117
Bel-Air, près Francheville, Rhône.
Almandin I.251
Belbeuf, près Rouen, Seine-Infér.
Calcite III.445
Belcaire, Aude.
Dipyre II.227
Belcaire (route de) à Prades, Aude.
Trémolite I.650
Belcodène, Bouches-du-Rhône.
Lignite IV.663
Belenglise, près le Catelet, Aisne.
Marcasite II.657
Belfahy, Haute-Saône.
Labrador II.191
Belfort, territoire de Belfort.
Calcite III.501
Pyrite II.607
Belgodere, Corse.
Mispickel IV.863
Bellac, Haute-Vienne.
Hornblende I.687
Bellaffaire, Basses-Alpes.
Gypse IV.176

Bellecroix, quartier de la forêt de Fontainebleau, Seine-et-Marne.
Calcite III.516
Belledonne (massif de), Isère.
Almandin I.252
Epidote I.148
Quartz III.100
Ripidolite I.393
Bellefontaine, Isère.
Lignite IV.664
Bellegarde, Ain.
Anatase III.189
Asphalte IV.631
Brookite III.175
Pétrole IV.631
Bellegarde, Creuse.
Galène II.487
Belle-Isle-en-Mer, Morbihan.
Albite II.154
Quartz III. 68
Fibrolite (hâches) I. 51
Stibine II.449
Bellème, Calvados.
Glauconie I.412
Belleville à Paris, Seine.
Célestite IV.122
Gypse IV.189
Bellevue, Seine.
Calcédoine III.145
Bellière (la), près Vire, Calvados.
Albite II.143
Andalousite I. 33
Biotite I.319
Gigantolite I.519
Orthose II. 76
Quartz III. 51
Tourmaline I. 85
Bellière (mine de la), Maine-et-Loire.
Mispickel IV.862
Bellongue (vallée de la), Haute-Gar.
Trémolite I.650
Belval, Ardennes.
Limonite III.387
Bénagues (plaine de), Ariège.
Or II.429
Benasse (pont de la), près Couhé, Vienne.
Pyrite II.607, 611
Bénévent, Creuse.
Or II.432
Bénezet, Allier.
Gypse IV.207
Houille IV.657
Pyrite II.602
Benoite (la), Hautes-Alpes.
Anthracite IV.650
Bénos, Haute-Garonne.
Andalousite II. 48
Bentaillou (quartier de) à la mine de Sentein, Ariège.
Galène II.498
Béouze (ruisseau de la), près la Bastide de Sérou, Ariège.
Or II.429
Bérard, Loire.
Houille IV.657
Bérarde, Haute-Savoie.
Molybdénite II.463
Beraudière (mine de la), Loire.
Houille IV.657
Pyrite II.601
Salmiac II.769
Sidérite III.620
Berbezit, Haute-Loire.
Fibrolite I. 56
Bercheval, Cantal.
Plagioclase II.57,59
Béreux (arrondissement d'Orthez, Basses-Pyrénées).
Bitume II.758
Bergerac, Dordogne.
Calcite III.518

Berg-op-Zoom (filon de), à la mine de Baigorry, Basses-Pyrénées.
Stibine II.450, 724
Bergouz, vallée de Luz, Hautes-Pyr.
Dialogite III.627
Bérions (minière des) à Montreuil-le-Chétif, Sarthe.
Limonite III.392
Berlaimont, Nord.
Résine fossile IV.644
Berland en Bourg-Charente, Charente.
Résine fossile IV.642
Bermont, Belfort.
Calcite III.501
Bernadouze (tourbière de), Ariège.
Dipyre II.225
Bernadouze (roc de), Ariège.
Diopside chromifère I.587
Dipyre II.225
Bernard (Roche), Morbihan.
Almandin I.244
Bernarde (la) à Espaly, Haute-Loire.
Asphalte IV.634
Bernard-la-Serraz, Savoie.
Anthracite IV.650
Bernay (minières de), Cher.
Limonite III.393
Berné, Morbihan.
Tourmaline I. 87
Bernerie (entre la), Pornic et la pointe Saint-Gildas, Loire-Inférieure.
Quartz III. 68
Berneville (falaises de), Calvados.
Gypse IV.200
Bernon (mont), près Épernay, Marne.
Aluminite IV.244
Berquié, près Vicdessos, Ariège.
Augite I.586
Berre (étang de), Bouches-du-Rhône.
Résine fossile IV.642
Berri (Cher et Indre).
Bauxite III.347
Berrias, Ardèche.
Célestite IV.117
Berru, Marne.
Marcasite II.659
Bert, Allier
Houille IV.659
Berzé-la-Ville, Saône-et-Loire.
Gypse IV.174
Orthose II. 75
Berzet, près de Saint-Genès-Champanelle, Puy-de-Dôme.
Microcline II.124
Muscovite I.347
Berzet (ravin de), près de Ceyrat, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 81
Biotite I.321
Mélanite I.233
Muscovite I.347
Tourmaline I. 97
Berzet (entre) et Ceyrat, Puy-de-Dôme.
Orthose II. 74
Besançon, Doubs.
Calcédoine III.148
Calcite III.494, 501
Orbicules siliceux III.148
Pyrite II.607
Besançon (route de) à Pouilley-les-Vignes, Doubs.
Calcite III.494
Bescheval, Cantal.
Labrador II.189
Beslé, Loire-Inférieure.
Mispickel II.862
Muscovite IV.736
Or IV.842
Pyrite IV.859

Bessac en Saint-Jean-de-Nay, Haute-Loire.
Olivine I.178, 185
Bessaillade (bois de la), à Celles, Cantal.
Almandin I.249
Bessans, Savoie.
Magnétite IV.335
Besse (Puy-de-Dôme.
Andalousite I. 40
Hypersthène I.565
Plagioclase II. 60
Bessèdes, Aude.
Muscovite I.345
Tourmaline I. 94
Bessèges, Gard.
Houille IV.658
Or II.430
Besserettes, Cantal.
Tourmaline I. 96
Bessette (mines de la), près Larodde, Puy-de-Dôme.
Bournonite IV.874
Mispickel IV.863
Or V. 51
Besseyre (la), près de Monastier, Haute-Loire.
Augite I.593
Fluorine II.783
Hornblende I.678
Labrador II.192
Bessière (mines de la), près Najac, Aveyron.
Cuivre II.402
Panabase II.727
Bessière (la), près Aix-la-Fayette, Puy-de-Dôme.
Quartz améthyste III. 73
Bessines, Haute-Vienne.
Béryl II. 17
Muscovite I.346
Orthose II. 80
Triplite IV.432
Bestiac, Ariège.
Magnétite IV.321
Olivine I.183
Betchat, près Marsoulas, Ariège.
Dolomite III.646
Gypse IV.173
Phlogopite I.330
Pyrite II.622
Soufre II.373
Bethmale (lac de), massif du Mont-Vallier, Ariège.
Grossulaire I.224
Idocrase I.165
Bethmale (vallée de), Ariège.
Dipyre II.223
Sillimanite I. 55
Béthoux (les), Isère.
Anthracite IV.650
Bettancourt, près Saint-Dizier, Haute-Marne.
Célestite IV.117
Gypse IV.201
Betuzon (lit du), près Ferussac, S. E. de Meyrueis, Lozère.
Sidérite III.604
Beugin, Pas-de-Calais.
Houille IV.655
Beugnon, Yonne.
Gypse IV.202
Beure, Doubs.
Calcite III.494
Beurey, Meuse.
Colophanite IV.572
Beuste, Basses-Pyrénées.
Météorite I.192; V. 43
Beuvron, près Clamecy, Nièvre.
Calcite III.497

Bevaix, Doubs.
Pissasphalte IV.630
Bevines (gorges de), près Bastia, Corse.
Albite II.156
Beynes, Seine-et-Oise.
Dolomite III.641
Beyssac, Haute-Loire.
Bronzite I.551
Bez, Gard.
Calcite III 487
Bèze, Côte-d'Or.
Pyrite II.609
Bezins-Garraux, Haute-Garonne.
Dipyre II.230
Bézis, près Arques, Aude.
Quartz III.111
Biançon (le), Var.
Anthracite IV.650
Biards (château des), près Saint-Yrieix-la-Perche, Haute-Vienne.
Stibine II.453
Biards en Glandon (ferme de), Haute-Vienne.
Apatite IV.384
Biarritz (entre) et Caseville, Basses-Pyrénées.
Albite II.160
Dipyre II.218
Biauchaud, N. de Saint-Pierre-la-Bourlhogne, Puy-de-Dôme.
Béryl II. 18
Microcline II.124
Muscovite I.347 ; IV.734
Biaz en Glandon (forêt de), Haute-Vienne.
Stibine II.453
Bicêtre, Seine.
Gypse IV.186,188
Quartz III.119
Bidache, Basses-Pyrénées.
Asphalte IV.629
Bidarry, Basses-Pyrénées.
Sidérite III.602
Bidarry (entre) et les Aldules, Basses-Pyrénées.
Sidérite III.601
Bidart, Basses-Pyrénées.
Sel gemme II.758
Bidassoa (vallée de la), Basses-Pyr.
Blende II.529
Galène II.498
Sidérite III.601
Bielle (filon de) à Aspeich, Basses-Pyrénées.
Chalcopyrite II.682
Galène II.505
Bielle d'Ustou (vallée de Conflens), Ariège.
Galène IV.851
Biert, Ariège.
Muscovite I.344
Bièvre (car. de la) sous Bicêtre, Seine.
Calcite III.511
Bignan, Morbihan.
Tourmaline I. 87
Biléry (côte de), N.-O. de l'île de Groix, Morbihan.
Fuchsite I.349
Bilhac, près Le Puy, Haute-Loire.
Almandin I.248
Apatite IV.390
Augite I.593
Corindon III.243
Ferropicotite IV.309
Hornblende I.678
Ilménite III.292
Titanomagnétite IV.324
Zircon III.212
Bilhère (filon de) à Aspeich, Basses-Pyrénées.
Chalcopyrite II.682

Bilhéry (anse de), Morbihan.
Sphène II.251
Billabaux, Basses-Alpes.
Lignite IV.664
Billiers, Morbihan.
Almandin I.244
Axinite I.285
Epidote I.138
Gigantolite I.521
Prehnite I.270
Billom, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 84
Binaros (ravin de), N. du pic du Midi, Hautes-Pyrénées.
Microcline II.126
Binchot, Saône-et-Loire.
Orthose II. 75
Biolles (les), Allier.
Houille IV.657
Bionnasset, près Saint-Gervais, H.-Savoie.
Calcite III.484
Birgaudix (puy de), près Rochefort, Puy-de-Dôme.
Augite V. 57
Bissey, Saône-et-Loire.
Orthose II. 75
Bissorte, près Modane, Savoie.
Sidérite III.605
Bitet (bois de), près Arudy, Hautes-Pyrénées.
Pyrrhotite II.564
Bithaine, Haute-Saône.
Gypse IV.174
Bitraque (la), route Argentat-Beaulieu, Corrèze.
Disthène I. 72
Tourmaline I. 96
Bize, Aude.
Gypse IV.173
Lignite IV.663
Bizourtère (haute vallée de Lesponne), Hautes-Pyrénées.
Axinite I.293
Blacé, près Villefranche, Rhône.
Sel gemme II.760
Blaches (les), près Castellane, Basses-Alpes.
Pyrite II.608
Blacourt, Oise.
Sidérite III.621
Blain, Loire-Inférieure.
Vivianite IV.459
Blainville, près Caen, Calvados.
Brushite IV.496
Blanc (roc) S. O. Quérigut, Ariège.
Albite II.156
Anorthite II.195
Chabasie II.334
Clinozoisite IV.710
Hornblende I.683
Tourmaline IV.685
Wollastonite I.621 ; IV.777
Blanc (lac), Isère.
Cérusite III.718
Panabase II.731
Blanc (glacier du mont), Haute-Savoie.
Quartz III. 77
Blanc (mont), Haute-Savoie.
Adulaire II.111
Allanite I.158
Anorthose II.117
Asbeste I.659
Axinite I.300
Biotite I.328
Byssolite I.659
Calcite III.578
Epidote I.142
Fluorine II.780
Glace III. 5
Graphite II.359

Hématite III.276
Hornblende I.688
Microcline II.124, 126
Orthose II. 83
Pennine I.387
Pictite II.239
Pinite I.527
Quartz III.50, 76
Ripidolite I.392
Rutile III.205
Sphène II.239
Stilbite II.318
Talc I.452
Tourmaline IV.686

Blanc (entre le roc) et le lac de Guéry, Puy-de-Dôme.
Haüyne I.512
Noséane I.512

Blanc-Nez (cap), Pas-de-Calais.
Marcasite II.653

Blannaves, Gard.
Limonite III.374

Blanzy, Saône-et-Loire.
Barytine IV. 90
Houille IV.657
Résine fossile IV.640
Sidérite III.620

Blanzy-Montceau, Saône-et-Loire.
Houille IV.657

Blaou (lac), massif du pic des Trois-Seigneurs, Ariège.
Almandin I.247
Ripidolite I.392

Blaudeix, Creuse.
Stibine II.454

Blavannes, Gard.
Sidérite III.609

Blazet (ferme de), Gard.
Bois silicifié III.158

Blesle, Haute-Loire.
Stibine II.451

Blesle (vallée de) sur la route de Molève, Cantal.
Oligoclase-andésine II.172
Sillimanite I. 57

Blesles (entre) et Ardes (P. de D.), Haute-Loire.
Muscovite I.345

Bleu (lac), massif du pic du Midi, Hautes-Pyrénées.
Anorthose II.116
Asbeste I.658
Béryl II. 16
Diopside I.606
Epidote I.140
Glace III. 2
Grossulaire I.226
Heulandite II.291
Hypersthène I.566
Idocrase IV.711
Labrador II.191
Laumontite II.341
Microcline II.123
Muscovite I.343
Oligoclase-albite II.172, 174
Prehnite I.272
Sphène II.251
Stilbite II.316
Trémolite I.658

Bleu (sentier du lac) au col d'Aube, Hautes-Pyrénées.
Stilbite II.316

Bleu (entre le lac) et Chiroulet, Hautes-Pyrénées.
Actinote I.652
Almandin I.246
Idocrase I.167
Microcline II.123
Phlogopite I.333
Tourmaline I. 90

Bleymard, Lozère.
Barytine IV. 58

Hydrozincite III.738

Blieux, Basses-Alpes.
Pyrite II.609

Blizon, en Rosnay, Indre.
Lutécite III.147

Blond (chaîne de), Haute-Vienne.
Cassitérite III.230, 235
Mispickel II.666
Muscovite I.346
Or II.421, 431
Scorodite IV.473
Tourmaline I. 96
Wolfram II.289

Blond, près Vaulry, Haute-Vienne.
Beudantite IV.597

Blosville, Manche.
Calcite III.478

Bluech, en Saint-André de Lancize, Lozère.
Biotite I.320

Bluech, en Saint-Privat de Vallongue, Lozère.
Galène II.485

Boberty, près Anzat-le-Luguet, Puy-de-Dôme.
Mispickel III.669
Pyrite II.588
Tyrolite IV.516

Boën (entre) et Noirétable, Loire.
Pyrite II.588

Bogny, près Château-Regnault, Ard.
Ottrélite I.371

Bohars, près Brest, Finistère.
Quartz III.67

Bois (glacier des) au-dessous du Talèfre, Haute-Savoie.
Pictite II.240
Quartz III. 77
Rutile III.205

Bois Champion, Savoie.
Gypse IV.175

Bois-Clair (tunnel du), près Cluny, Saône-et-Loire.
Fluorine II.789
Galène II.490
Wulfénite IV.272

Bois-Colombes, Seine.
Gypse IV.186

Bois d'Asson, Basses-Alpes.
Gypse IV.191

Bois-de-l'Hôpital, Hérault.
Quercyite IV.586

Bois-Grenay, Meurthe-et-Moselle.
Houille IV.655

Boissier, en Montbert, Loire-Infér.
Opale III.320

Boissière (la), près Alençon, Orne.
Barytine IV. 97

Boisvicomte-Marcognac, Haute-Vien.
Kaolin I.466
Orthose II. 82

Bolène, Vaucluse.
Argile réfractaire I.479

Bollène (la), Alpes-Maritimes.
Gypse IV.176

Bologne, Haute-Marne.
Pyrite II.608

Bonac, Haute-Garonne.
Epidote I.141

Bonafle, Seine-et-Oise.
Marcasite II.659

Bonhomme (col du), Haute-Savoie.
Albite II.163
Brewstérite II.296
Prehnite I.273

Bonifato, Corse.
Riebeckite I.696

Bonnabaud (entre) et Saint-Pierre-le-Chastel, Puy-de-Dôme.
Wolfram IV.288

Bonnac, en Sainte-Mary-le-Plain, Cantal.

Ankérite III.660
Barytine IV. 70
Mispickel II.669
Muscovite I.345
Sillimanite IV.679
Stibine II.452
Wolfram IV.288

Bonnand. Voir **Beaunan.**

Bonne-Combe, Aveyron.
Andalousite I.36, 40

Bonnefond, Corrèze.
Muscovite I.345

Bonnefond, près Bourganeuf, Creuse.
Tourmaline I. 97

Bonnehon, près Sainte-Marie-de-Gosse, Landes.
Epidote I.152

Bonnes, Charente.
Limonite III.394

Bonnette (vallée de la), Lot-et-Gar.
Pyrite II.607

Bonneval (domaine de), près Gergovia, Puy-de-Dôme.
Opale résinite III.324

Bonneval (ravin de), près du petit Pérignat, Puy-de-Dôme.
Christianite II.305

Bonneval, N. du Bourg-Saint-Maurice, Savoie.
Panabase II.731
Pyrrhotite II.569

Bonrepaux (entre) et Roquefort, Ariège.
Or II.430

Bonsegrès (entre la ferme) et la Chapelle, S. d'Emparry, Nièvre.
Wolfram IV.289

Bonvillard (mine de), près de Saint-Jean-de-Maurienne, Savoie.
Blende II.533
Galène II.494

Bordeaux (les), Mayenne.
Anthracite IV.649

Bordeneuve (ravin de), près Réalmont, Tarn.
Alunite IV.142

Bordère (lac de), Hautes-Pyrénées.
Grossulaire I.222
Prehnite IV.733

Bordes, Cher.
Limonite III.393

Bordes (las), Haute-Garonne.
Andalousite I. 48
Epidote I.141, 153

Bordes, en la Trémouille, Vienne.
Montmorillonite IV.749; V. 37

Bordes-sur-Lez (vallée de Bethmale), Ariège.
Albite II.161
Dipyre II.230

Bordezac, Gard.
Jamesonite IV.871
Limonite III.374
Or II.426, 430
Sidérite III.609

Borie (la) **de Naves**, près Tulle, Corrèze.
Sphène V. 76

Bormes, Var.
Almandin I.252
Staurotide I. 15

Bormettes (mine des) à l'Argentière, près d'Hyères, Var.
Blende II.536
Bournonite II.708
Calcite III.559
Chalcopyrite II.686
Galène II.496

Bornay (forêt de), près Sauxais-le-Potier, Cher.
Limonite III.383

Borrigo (vallée de), près Menton, Alpes-Maritimes.
Glauconie I.412
Bort, Puy-de-Dôme.
Cordiérite I.525
Boryat (mine de), Charente.
Cuivre II.402
Bosançon (ruisseau de), à Bissieux, Loire.
Or II.422, 431
Bosbarty, voir **Boberty**.
Boscodon et **Bragous**, Hautes-Alpes.
Gypse IV.176
Bos de Bar (moulin), près Tulle, Corrèze.
Aragonite III.681
Bosmoreau, Creuse.
Galène II.487
Houille IV.657
Boson (mines de), Var.
Houille IV.659
Orthose II. 94
Bosquet (montagne du), près Gaujac, Gard.
Célestite IV.119
Bosquet des Bains, à Luchon, Haute-Garonne.
Béryl II. 16
Grossulaire I.226
Muscovite I.344
Bosse (la), en Echassières, Allier.
Kaolin I.467
Bossons (glacier des), Haute-Savoie.
Adulaire II.111
Axinite I.301
Epidote I.146
Prehnite I.273
Botcouarh, près Vannes, Morbihan.
Fluorine II.781
Quartz III. 68
Bouble (la), Puy-de-Dôme.
Houille IV.657
Bouc (pas du), massif du pic du Midi, Hautes-Pyrénées.
Muscovite I.343
Boucard, Cher.
Limonite III.388
Bouchage (le), Charente.
Limonite III.394
Boucharo (port de), près Gavarnie, Hautes-Pyrénées.
Almandin I.247
Bouche (hameau de), Ariège.
Dipyre II.224
Bouche-Payrol (grotte), près Sylvanès, Aveyron.
Aragonite III.681
Bouchet (le), Haute-Loire.
Hornblende I.678
Boucquy, près Noyon, Oise.
Lignite IV.664
Boudonville, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385
Boué (car. de) au Lioran, Cantal.
Biotite I.326, 330
Boueix (puy de), Puy-de-Dôme.
Olivine I.188
Boufferie (mine de la), en Puy-de-Serre, Vendée.
Elatérite IV.636
Houille IV.654
Bougival, Seine-et-Oise.
Calcite III.545
Célestite IV.120
Gypse IV.203
Bouich (col de), Ariège.
Bauxite III.346
Bouiche (la). Voir **Commentry**.
Bouilladisse, Bouches-du-Rhône.
Lignite IV.663

Bouillans, Gard.
Blende II.539
Bouille, Seine-Inférieure.
Calcite III.532
Bouïs (chemin du), près Vérénous, Hérault.
Barytine IV. 80
Quartz III. 72
Bouisse, Aude.
Chalcopyrite II.682
Bouisso (filon de la), près Avesne, Hérault.
Bournonite II.702
Jamesonite II.698
Boulade (tour de). Voir **Gevillat**, Puy-de-Dôme.
Boulages, Aube.
Gypse IV.201
Boulaye, en Roussillon, Saône-et-Loire.
Fluorine II.785
Boulogne-sur-Mer, Pas-de-Calais.
Calcite III.495
Glauconie I.412
Sidérite III.621
Boulonnais, Pas-de-Calais.
Marcasite II.655
Pyrite II.611
Boulouris, près Saint-Raphaël, Var.
Andésine II.180
Bouquiès, Aveyron.
Houille IV.658
Bourberouge, près Mortain, Manche.
Limonite III.379
Bourbon, Lozère.
Smithsonite III.631
Bourbon-Archambault, Allier.
Almandin I.250
Célestite IV.129
Chalcopyrite II.689
Erubescite II.677
Pyrite II.628
Bourbon-Lancy, Saône-et-Loire.
Pyrite II.628
Bourbonne-les-Bains, Haute-Marne.
Anglésite IV.137
Atacamite II.799
Calcite III.542
Cérusite III.728
Chabasie II.336
Chalcomorphite II.352
Chalcopyrite II.689
Chalcosite II.515
Christianite II.308
Cuprite III.309
Erubescite II.677
Galène II.507
Gypse IV.174
Massicot III.313
Mercure II.417
Panabase II.736
Phosgénite III.780
Pyrite II.628
Saponite I.479
Vivianite IV.461
Bourboule, Puy-de-Dôme.
Ægyrine IV.771
Pyrite II.628
Randannite III.327
Riebeckite IV.799
Soufre II.371
Bourdaleine (moulin de), près Ambazac, Haute-Vienne.
Columbite IV.618
Tantalite IV.618
Bourdalet de Loubie (vallon de) Basses-Pyrénées.
Prehnite I.276
Bourdon (tranchée de), à Mont-le-Vernois, Haute-Saône.
Calcite III.501
Bourg, près Pinols, Haute-Loire.

Disthène IV.680

Bourgade, Hérault.
Quercyite IV.585

Bourganeuf, Creuse.
Almandin I.249
Houille IV.656
Schéelite IV.278
Wolfram IV.288

Bourg-Argental (route de) à Graix, Loire.
Cordiérite I.526

Bourg-Bigorre, près Bagnères, Hautes-Pyrénées.
Calamine I. 22

Bourg-de-Batz, Loire-Inférieure.
Gypse IV.194

Bourg-d'Oisans (environs du), Isère.
Albite II.149
Axinite I.294
Biotite I.332
Brookite III.173
Byssolite I.647
Crichtonite III.297
Epidote I.146
Prehnite I.275
Pyrite II.575 ; IV.860
Quartz III.79,82
Ripidolite I.392
Stilbite II.318
Talc I.452

Bourg-en-Bresse, Ain.
Vivianite IV.461

Bourges, Cher.
Calcite III.497

Bourget (le), près Modane, Savoie.
Albite II.148
Chalcopyrite II.685

Bourget (montagne du), près la Rochette, environs de Chambéry, Savoie.
Cérusite III.717

Bourg-Lastic, Puy-de-Dôme.
Muscovite I.347

Bourgneuf, en Saint-Eloy-de-Gy, Cher.
Limonite III.388

Bourgnigale (pont de la), Vienne.
Pyrite II.607

Bourg-Saint-Maurice, Savoie.
Anhydrite IV. 44
Gypse IV.175
Sel gemme II.763

Bourg-sur-Gironde, Gironde.
Calcite II.534

Bourleyre, S. de Chanteuges, Haute-Loire.
Andalousite IV.677

Bournac, Haute-Loire.
Almandin I.249
Augite I.593
Diaspore III.341
Hornblende I.678
Hypersthène I.566
Or II.421
Rutile III.200

Bourrenque, Var.
Sidérite III.620

Bourrière, Puy-de-Dôme.
Asphalte VI.626

Bousquet, Aveyron.
Chessylite III.771

Bousquet d'Orb, Hérault.
Calcite III.478
Chalcopyrite II.683
Houille IV.659
Pyrite II.598

Boussac, Cantal.
Augite I.594

Boussagues, Hérault.
Chalcopyrite II.683
Houille IV.659

Bousseau, Deux-Sèvres.

Graphite II.358
Boussole (filon de la), Hérault.
Bournonite II.702
Jamesonite II.698
Boussoulet (hameau de), Haute-Loire.
Christianite II.308
Boutadiol (ravin de), S. du lac de Laurenti, près Quérigut, Ariège.
Magnétite IV.330
Boutaresse (filon de) en Saint-Alyre-ès-Montagne, Puy-de-Dôme.
Mispickel IV.863
Bout-de-Bois, en Héric, Loire-Infér.
Opale III.320
Bout-du-Monde (gorge du), Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 81
Boutegrosse, près Bédarieux, Hérault.
Bauxite III.346
Boutière (la), Isère.
Anthracite IV.650
Boutières (cirque de), près le Mezenc, Haute-Loire.
Augite I.593
Boutx (chemin de), à Saint-Béat Haute-Garonne.
Chabasie II.332
Stilbite II.319
Trémolite I.650
Bouvron, Loire-Inférieure.
Almandin I.245
Fuchsite I.350
Omphazite I.605
Bouvron, près Toul, Meurt.-et-Mos.
Célestite IV.110
Bouxières-aux-Dames, Meurt.-et-Mos.
Limonite III.385
Bouygues, Cantal.
Augite I.594
Bouzentès, près Saint-Flour, Cantal.
Ilménite III.292
Labrador II.189
Plagioclase II.57, 59
Bouzigues, Hérault.
Quercyite IV.585
Bouzole, près Quillan, Aude.
Plagionite IV.873
Boyat, près Brigneuil, Charente.
Pyrite II.587
Boyère, Alpes-Maritimes.
Houille IV.659
Bozat (plateau de), au Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Analcime IV.832
Bozouls, Aveyron.
Quercyite IV.585
Braceil (pic de), près Orlu, Ariège.
Stilbite II.318
Bracheux, Oise.
Anatase III.189
Bragues (roc de), Ariège.
Grossulaire I.225
Laumontite III.342
Brailly (vallée de Saint-Martin), Hautes-Alpes.
Craie de Briançon I.452
Bramabiau, en Camprieu, Gard.
Calcite III.479
Bramans, Savoie.
Gypse IV.175
Bramans au Fort de l'Esseillon, Sav.
Albite II.163
Brandes, Isère.
Barytine IV. 66
Cérusite III.718
Panabase II.731
Pyromorphite IV.403
Brandfer (butte de) en Plancoet, Côtes-du-Nord.
Fuchsite I.341
Brando, Corse.
Calcite III.529

Magnétite IV.335
Brantôme, Dordogne.
Calcédoine III.148
Orbicules siliceux III.148
Brassac, Haute-Loire.
Galène II.486
Sidérite III.619
Brassac, Puy-de-Dôme.
Houille IV.657
Pyrite II.600
Brassac, Tarn.
Almandin I.248
Andalousite IV.677
Fluorine II.790
Tourmaline I. 94
Braunhe, près Bédarieux, Hérault.
Bauxite III.346
Braus, près Nice, Alpes-Maritimes.
Glauconie I.412
Braux, Ardennes.
Hématite III.279
Bray (pays de), Seine-Inférieure.
Anatase III.189
Glauconie I.411, 412
Limonite III.387, 395
Sidérite III.620, 621
Bray-sur-Somme, Somme.
Colophanite IV.574
Brèches, Indre-et-Loire.
Limonite III.393
Bréhon (moulin), Ille-et-Vilaine.
Sidérite III.616
Brélès, Finistère.
Orthose II. 73
Brenne (la), Indre.
Opale III.329
Brenne (car. de la), à Gravenoire, Puy-de-Dôme.
Chalcomorphite II.352
Brenva (glacier de la), Haute-Savoie.
Molybdénite II.463
Bréole (filon de la), Basses-Alpes.
Chalcopyrite IV.868
Bresse (La), Vosges.
Orthose II. 75
Bressuire, Deux-Sèvres.
Fluorine II.793
Tourmaline I. 89
Brest (rade de), Finistère.
Graphite II.363
Pyrite II.594
Breteuil, Eure.
Argile réfractaire I.479
Brétigny, près de Noyon, Oise.
Lignite IV.664
Breton (forêt de), Tarn-et-Garonne.
Quercyite IV.585
Brette, Drôme.
Cérusite III.721
Smithsonite III.631
Brettes, Tarn.
Tourmaline I. 95
Breurey-les-Sorans, Haute-Saône.
Gypse IV.201
Brévanes, Morbihan.
Alunite IV.142
Brevenne (vallée de la), Rhône.
Pyrite II.581
Brévent (glacier du), Haute-Savoie.
Epidote I.146
Brévent (massif du), Haute-Savoie.
Galène II.492
Quartz III. 77
Tourmaline IV.686
Bréziers, Hautes-Alpes.
Annabergite IV.465
Aurichalcite IV.901
Bleiniérite IV.512
Blende IV.855
Bournonite IV.875
Calcite III.485
Célestite IV.127

Chloanthite IV.861
Dolomite III.656
Gypse IV.176
Smithsonite III.636
Brezons, Cantal.
Psilomélane IV. 15
Briades, en Saint-Etienne-la-Varenne, Rhône.
Barytine IV. 90
Brianco (vallée de la), Haute-Vienne.
Autunite IV.546
Briançon, Hautes-Alpes.
Craie de Briançon I.452
Briançon (volcan de), Haute-Loire.
Hornblende I.678
Olivine I.188
Briançon (Notre-Dame de), Savoie.
Anatase III.179
Briassé, en Entrammes, Mayenne.
Pyrite II.595
Brie (plateau de), Seine-et-Marne.
Meulière III.152
Briec (canton de), Finistère.
Chloritoïde I.369
Briey (environs de), Meurt.-et-Mos.
Limonite III.385, 395
Brignais, Rhône.
Almandin I.251
Dumortiérite IV. 18
Microcline IV.817
Sillimanite I. 58
Brigneuil, Charente.
Graphite II.359
Brignoles, Var.
Bauxite III.347
Halloysite I.480
Brignon (le), Haute-Loire.
Pyrite II.592
Brillon, Meuse.
Célestite IV.118
Brindos (mine de), près Bassussarry, Basses-Pyrénées.
Aragonite III.678
Gypse IV.173
Quartz III.111
Sel gemme II.758
Briollay, Maine-et-Loire.
Résine fossile IV.641
Brion, Yonne.
Marcasite II.658
Brion, Saône-et-Loire.
Muscovite I.347, 348
Brion (mont), près Saint-Jean-du-Gard, Gard.
Chalcopyrite II.683
Brioude, Haute-Loire.
Barytine IV. 60
Barytocalcite III.803
Fibrolite I. 51, 56
Galène II.486
Quartz III.72, 93
Stibiconite IV.508
Withérite III.697
Briscous, Basses-Pyrénées.
Gypse IV.173
Source salée II.758
Brissac, Maine-et-Loire.
Quartz III.69
Brissière (la), Jura.
Pyrite II.608
Brive, Corrèze.
Pyrite II.607
Broca, près Mansonville, Tarn-et-Garonne.
Gypse IV.193
Brocq, en Menet, Cantal.
Anorthite II.118
Néphéline I.499
Orthose II.101
Pyrochlore IV.604
Sodalite I.506

Brossain, Ardèche.
Galène II.485
Brosse-de-Coux, près Saint-Symphorien-de-Marmagne, Saône-et-L.
Tourmaline IV.686
Brotte, Haute-Saône.
Gypse IV.174
Brouage, Charente-Inférieure.
Quartz III.103
Brouilly, Rhône.
Mélanite I.233
Brousse (mine de la), près Pontgibaud, Puy-de-Dôme.
Ankérite III.660
Galène II.487
Marcasite II.648
Pyrite II.587
Sidérite III.612
Brousseval, Haute-Marne.
Célestite IV.113
Limonite III.388
Broye, Saône-et-Loire.
Almandin I.251
Béryl II. 20
Microcline II.124
Muscovite I.347
Orthose II. 83
Tourmaline I.100
Bruay, Pas-de-Calais.
Houille IV.654
Brugère (la), Puy-de-Dôme.
Alunite IV.141
Bauxite III.348
Bruges (entre) et la vallée d'Ossau, Basses-Pyrénées.
Prehnite I.276
Bruille, Nord.
Houille IV.655
Bruis, Hautes-Alpes.
Barytine IV.101
Brujalaine, près Murat, Cantal.
Haüyne I.511
Noséane I.511
Brulé (le) à Ricamarie, Loire.
Alunogène IV.238
Arsénolite III. 13
Réalgar II.442
Salmiac II.769
Brulée (montagne de la) ou du Haut-Folin, Saône-et-Loire.
Mispickel II.670
Brûlon, Sarthe.
Anthracite IV.649
Brun, Gard.
Calcite III.505
Brundaonez, en Guisseny, Finistère.
Diopside I.604
Dipyre II.212
Brunière (la), en Clinchamps, Calv.
Tourmaline I. 85
Bruniquel, Tarn-et-Garonne.
Calcite III.486
Brusques, en Camarès, Aveyron.
Chessylite III.771
Bruyère, près Grummières, Loire.
Christianite II.307
Bruyère (la), Loire.
Anthracite IV.649
Bruyères (entre) et Gérardmer, Vosges.
Orthose II. 83
Bry-sur-Marne, près Champigny, Seine.
Orthose III.333
Buc, Seine-et-Oise.
Bois silicifié III.158
Bucey-lès-Gy, Haute-Saône.
Calcite III.501
Budelière (la), arrondissement des Sables, Vendée.
Tourmaline IV.684

Buffaz (la), Savoie.
Anthracite IV.650
Bugarach (pic de), Aude.
Résine fossile IV.643
Bugeaud (avenue), à Paris, Seine.
Quartz III.119
Buglose, Landes.
Limonite III.398
Buire-au-Bois, Pas-de-Calais.
Colophanite IV.566,574
Buisson (mines du), Isère.
Panabase II.732
Buisson Rouge, près Wassy, Haute-Marne.
Célestite IV.114
Buissons (les), près Saint-Florentin, Yonne.
Rétinite IV.641
Bulidor, Ardèche.
Mispickel IV.863
Bully, Loire.
Anthracite IV.649
Barytine IV. 89
Bully-Grenay, Pas-de-Calais.
Houille IV.654
Bulson, Ardennes.
Limonite III.395
Burbe (val de), près Luchon, Haute-Garonne.
Autunite IV.545
Béryl II. 16
Muscovite I.344
Staurotide I. 13
Tourmaline I. 90
Buron, Puy-de-Dôme.
Mésotype II.270
Buschet (le), Lozère.
Barytine IV. 59
Bussac (landes de), Charente-Infér.
Quartz III.103
Bussang, Haute-Saône.
Barytine IV. 93
Bussière (entre) et Tortezais, Allier.
Opale III.330
Bussières, Loire.
Stibine II.454
Butte (montée de la), à Lyon, Rhône.
Gigantolite I.526
Buttes-Chaumont, à Paris, Seine.
Célestite IV.123
Gypse IV.189
Ménilite III.332
Buxières-la-Grue, Allier.
Houille IV.657
Thélotite IV.646

C

Cabanis, près Durfort, Gard.
Dolomite III.654
Cabardès (las), Aude.
Limonite III.378
Cabasse, Var.
Bauxite III.347
Cabesses (las), près Riverenert, E. de Saint-Girons, Ariège.
Colophanite IV.568
Dialogite III.627
Lacroisite III.627
Manganite III.355
Schokoladendstein III.627
Torrensite III.626
Viellaurite III.626
Cabre, près Vicdessos, Ariège.
Actinote I.652
Cordiérite I.522
Diopside I.607
Epidote I.141

Cabre (col de), Drôme.
Pyrite II.613
Cabrespine, Aude.
Galène II.483
Cabrières, Hérault.
Aragonite III.686
Chalcopyrite III.683
Chessylite III.771
Colophanite IV.568
Panabase II.726
Cadarcet, Ariège.
Bauxite III.346
Blende II.530
Galène II.499
Gypse IV.173
Pyrite II.586
Quartz III.111
Caden, près Mélansac, Morbihan.
Fluorine II.781
Cadènes (col de), Saint-Barthélemy, Ariège.
Andalousite I. 36
Corindon III.241
Orthose II. 80
Tourmaline I.81, 93
Cadière (car. de la), Var.
Gypse IV.176
Cadoux (les), Nièvre.
Colophanite IV.572
Cadrieu, Lot.
Lignite IV.662
Caen, Calvados.
Calcite III.486
Célestite IV.113
Caëtanos, montagne du Tatlesdu (?), Côtes-du-Nord.
Wolfram IV.291
Cagire (montagne de), près Arguénos, Haute-Garonne.
Actinote I.655
Cahuzac, Aveyron.
Houille IV.658
Caillaou (le), en Mosset, près Villefranche, Pyrénées-Orientales.
Stéatite I.451
Caillaouas (lac), Hautes-Pyrénées.
Almandin I.247 ; IV.726
Corindon III.246
Gédrite IV.245
Sphène IV.822
Spinelle IV.304
Wollastonite IV.778
Caille (la), Var.
Graphite (météorite) II.362
Fer nickelé II.399
Pyrrhotite II.565
Schreibersite II.468
Caillet (fontaine du) sur le Montanvers, Haute-Savoie.
Axinite I.301
Graphite II.359
Caillols, près Saint-Julien, Bouches-du-Rhône.
Pyrite II.610
Caillou (le). Voir **Caillaou**.
Caire (le), Basses-Alpes.
Gypse IV.176
Cajarc, Lot.
Quercyite IV.584
Caladroy (château de), Pyrénées-Orientales.
Almandin I.248
Calanques de Piana (massif de), Corse.
Ægyrine I.612
Astrophyllite I.535
Riebeckite I.695, 697
Calasima, en Albertacce, Corse.
Riebeckite I.697
Calassou, N. de Cazes, Lot.
Limonite III.394
Calchax (massif du Saint-Barthélemy), Ariège.

Almandin I.247
Cordiérite I.522
Cale (la), à Dinard, Ille-et-Vilaine.
Tourmaline I. 86
Calleruccio (entre le monte) et la Punta de Caldane. Corse.
Smaragdite I.673
Calmil, O. de Foix, Ariège.
Cordiérite I.522
Muscovite I.344
Orthose II.80
Tourmaline I. 91
Calmoutiers, Haute-Saône.
Limonite III.386
Calvaire (colline du) de Saint-Bonnet-le-Château, Loire.
Autunite IV.546
Calvi (entre) et Argentella, Corse
Molybdénite II.464
Molybdite III. 9
Calvisson, Gard.
Célestite IV.117
Camarade, Ariège.
Source salée II.760
Camblain, Pas-de-Calais.
Houille IV.655
Cambo, Basses-Pyrénées.
Graphite II.360
Quartz III.45, 64
Sphène II.251
Cambô (tunnel de), Basses-Pyrénées.
Actinote I.652
Albite II.154
Almandin I.246
Analcime II.286
Antigorite I.431
Calcite III.576
Chabasie II.334
Cordiérite I.521
Diopside I.606
Epidote I.139
Heulandite II.291
Laumontite II.341
Muscovite I.343
Phlogopite I.332
Sillimanite I. 51, 54
Stilbite II.315
Tourmaline I. 90
Cambo (route de), à Hélette, Basses-Pyrénées.
Anthophyllite I.638
Cambon, Loire-Inférieure.
Muscovite I.343
Omphazite I.605
Cambouet (quartier de), à Lescun, Basses-Pyrénées.
Panabase II.725
Cambounès, Tarn.
Andalousite I. 39
Cambour (roche), Charente.
Cassitérite III.231
Wolfram IV.289
Cambrai, Nord.
Glauconie I.412
Résine fossile IV.644
Camels, en Esplas, Ariège.
Barytine IV. 57
Camoins, près Marseille, Bouches-du Rhône.
Soufre II.374
Camou, Basses-Pyrénées.
Source salée II.758
Campagnac (mine de), Aveyron.
Houille IV.658
Campagne Giraud, près Lodève, Hérault.
Panabase IV.876
Campan, Hautes-Pyrénées.
Chalcopyrite II.682
Campana (mont), près Barèges, Hautes-Pyrénées.
Axinite I.289, 293

Epidote I.140
Grossulaire I.223

Campeaux (les), près la route d'Hyères à Saint-Tropez, Var.
Rutile IV.895
Staurotide I. 15

Campeaux (entre les) et la Verne, Var.
Staurotide I. 15

Campels (filon de), près Villefranche, Aveyron.
Sidérite III.611

Campitello (col entre) et Murato, Corse.
Glaucophane I.705
Lawsonite IV.704

Campnack (entre) et Villecontat, Aveyron.
Tourmaline I. 95

Campoussy, Ariège.
Orthose II. 80
Tourmaline I. 94

Camp-Ras (vallée de Baxouillade), S. d'Ax, Ariège.
Clinozoïsite IV.710
Grossulaire IV.724
Idocrase IV.711

Campsaure, Haute-Garonne.
Andalousite I.48

Campuac (plateau de), à Golinhac, Aveyron.
Chalcolite IV.551

Camurac, Aude.
Dipyre II.227

Canari (cap Corse), Corse.
Albite II.148

Canari de Pietra-Corbara (crête entre) et Barrettali, Corse.
Magnétite IV.321

Canavaggio, Corse.
Erubescite II.677

Canaveilles, Pyrénées-Orientales.
Allophane I.484
Anthracite IV.651
Aragonite III.686
Barytine IV. 57
Chalcopyrite II.682
Chrysocole I.264
Cuivre II.401
Malachite III.746
Soufre II.369

Cance (en), près Fonbruno, Tarn.
Staurotide I. 13

Cancenès, près de Cabre, Ariège.
Graphite IV.839

Caneilles (mine de), à Moisans, Aude.
Panabase II.726

Canet-du-Luc, Aude.
Calcite III.474

Canigou (massif du), Pyrénées-Orientales.
Grossulaire IV.724
Idocrase IV.712

Canigou (mines du), Pyrénées-Orientales.
Calcite III.572
Hématite III,269
Lépidocrocite III.362
Limonite III.373
Manganite III.357
Magnétite IV.332
Psilomélane IV. 16
Ranciéite IV. 25
Sidérite III.608

Can-Pey, près Arles-sur-Tech, Pyrénées-Orientales.
Aurichalcite III.741
Dolomite III.654
Lassalite IV.747
Mimétite IV.407
Smithsonite III.630
Termiérite IV.751

Cantagrel, près Villefranche, Aveyron.
Bournonite II.703
Galène II.484
Cantal (département).
Fiorite III.321
Hyalite III.321
Mésotype II.268
Oligoclase-Andésine II.173
Sillimanite I. 59
Spinelle IV.301
Cantal (volcan du), Cantal.
Barkévicite IV.791
Cantal (limite entre) et Aveyron.
Olivine I.188
Cantelouve (filon de), près Villefranche, Aveyron.
Sidérite III.611
Cap de Mont, près Saint-Béat, Haute-Garonne.
Dipyre II.221
Hématite III.269
Orthose II.105
Cap de Prudelles, voir **Prudelles**.
Capelle (la), Gard.
Halloysite IV.749
Quercyite IV.585
Staffélite IV.559
Capelle Viescamp (la), Cantal.
Microcline II.126
Capitan, près Cusset, Allier.
Fluorine II.784
Caplong, N.-E. de Massat, Ariège.
Andalousite I. 34
Orthose II. 80
Tourmaline I. 91
Capon, en Saumane, Gard.
Sidérite III.603
Cappe (la), Loire.
Houille IV.658
Capucin (rocher du) (Mont-Dore), Puy-de-Dôme.
Almandin I.250
Andalousite I. 40; IV.677
Anomite I.330
Augite I.602
Biotite I.330
Cordiérite I.525; IV.761
Corindon III.246
Fayalite I.197
Hématite III.262
Hornblende I.681
Hyalite III.322
Hypersthène I.561
Magnétite IV.323, 329
Orthose II.105
Pléonaste IV.305
Quartz III. 63
Sanidine II.106
Sillimanite I. 59
Sphène II.249
Tridymite III.165
Zircon III.215
Capvern, Hautes-Pyrénées.
Pyrite II.614
Carabit, Tarn.
Tourmaline I. 95
Caramille (ruisseau affluent de l'Ariège), Ariège.
Or II.429
Carbaix (filon de la pointe de) à la Croix-aux-Mines, Vosges.
Calcite III.554
Carbouère (filon de), vallée d'Ustou, Ariège.
Galène II.483
Carcanières (bains de), Ariège.
Microcline II.126
Soufre II.369
Carcasse (ruisseau), près Chenaille, Puy-de-Dôme.
Almandin I.249
Carcassonne, Aude.

Chloromélanite I.616
Cardo, près Bastia Corse
Calcite III.582
Pyrite II.592
Cardou (le), Aude
Chalcopyrite II.682
Galène II.483
Carentoir, Morbihan.
Ætite III.399
Caresse, O. de Salies-de-Béarn, Basses-Pyrénées.
Sel gemme II.758
Cargèse (pointe de), Corse.
Orthose IV,815
Carlat, Cantal.
Almandin I.249
Muscovite I.345
Carlincas, près Pézenas, Hérault.
Chalcosite IV.853
Carmaux, Tarn.
Houille IV.658
Marcasite II.649
Pyrite II.599
Sidérite III.619
Carnac, Morbihan.
Gigantolite I.521
Variscite (callaïs) IV.485
Carniès, E. du pic des Trois-Seigneurs, Ariège.
Spinelle IV.302
Carniol, Basses-Alpes.
Pyrite II.609
Carnoët, Côtes-du-Nord.
Galène II.479
Carnoulès (mine de), en Saint-Sébastien d'Aigrefeuille, Gard.
Alunogène IV.237
Galène II.506
Mimétite IV.408
Smithsonite III.636
Carresse, Basses-Pyrénées.
Gypse IV.173
Carrière-ar-Ménez, Finistère.
Béryl II. 14
Carros, Alpes-Maritimes
Houille IV.659
Carrus (filon de), à Mas-Cabardès, Aude.
Mispickel II.669
Carsan, Gard.
Rétinite IV.642
Cartigny, Somme.
Marcasite II.656
Carvin, Pas-de-Calais.
Houille IV.655
Pyrite II.597
Casaluna (vallée de), Corse.
Chalcopyrite II.686
Diallage I.590
Labrador II.188
Labrador-Bytownite II.188
Panabase II.733
Casaluna (crête entre la haute vallée de) et celle de Fium'Alto, Corse.
Smaragdite I.673
Casaret, près Saint-Santin-Cantalès, Cantal.
Galène II.486
Cascastel, Aude.
Chalcopyrite II.682
Galène II.483
Stibine II.450
Casenave (route de), à Arnave, Ariège.
Actinote I.658
Chabasie II.335
Dipyre II.226
Heulandite II.292
Laumontite III.342
Phlogopite I.333
Scapolite II.232
Stilbite II.317

Caseville (entre) et Biarritz, Basses-Pyrénées.
Albite II.160
Dipyre II.218
Cassaber, Basses-Pyrénées.
Asphalte IV.629
Cassagnas, Lozère.
Galène II.485
Cassagnes-Bégonhès, Aveyron.
Andalousite I.36, 40
Cassagnoles, Gard.
Barytine IV.59
Célestite IV.117
Casséide (la), près Luchon, Haute-Garonne.
Tourmaline I. 91
Cassel, Nord.
Glauconie I.413
Cassepot, près Dinan, Côtes-du-Nord.
Muscovite I.341
Casseyde (la), près Luchon, Haute-Garonne.
Pyrite II.596
Cassière (la), près le lac d'Aydat, Puy-de-Dôme.
Randannite III.328
Cassoura (vallon d'Arrimblar), Land.
Quartz III.111
Cassy (torrent de), affluent du lac du Bourget, Savoie.
Or II.433
Castagnède, Basses-Pyrénées.
Bitume II.758
Castailhac, près Entraygues, Aveyron.
Andalousite IV.677
Quartz III. 52
Tourmaline IV.685
Castanet-le-Haut, Hérault
Houille IV.659
Casteil (mines de), Pyrénées-Orient.
Manganite III.357
Castel (entre Asté Beon et Louvie-Juzon), Basses-Pyrénées.
Albite II.160
Castel, en Gerde, Hautes-Pyrénées.
Pyrite II.612
Castellane, Basses-Alpes.
Calcédoine III.148
Calcite III.504
Glauconie I.411
Orbicules siliceux III.148
Castellet (allée couverte), près Arles, Bouches-du-Rhône.
Variscite (callaïs) IV.485
Castelminier (filon de Lauqueille), Ariège.
Galène II.499
Castelnaudary, Aude.
Gypse IV.192
Castelnau-de-Brassac, Tarn.
Béryl IV.805
Lépidolite IV.736
Castelnau-Durban, Ariège.
Gypse IV.173
Quartz III.111
Castel-Noël, Cantal.
Plagioclase II. 60
Castel-Vieil, Haute-Garonne.
Almandin I.247
Augite I.599
Biotite I.320
Cummingtonite I.645
Staurotide I.247
Stilbite II.317
Casten-Erreca (ruisseau de), vallée de Baigorry, Basses-Pyrénées.
Augite I.586
Prehnite I.276
Castera (butte de), près Castillon, Ariège.

Dipyre II.223, 230
Castérat-Bouzet, Tarn-et-Garonne.
Gypse IV.193
Castet, Landes.
Limonite III.398
Castifao, Corse.
Chalcopyrite II.686
Erubescite II.677
Panabase II.733
Castillon, Ariège.
Dipyre II.230
Hyalite III.320
Picotite IV.307
Plagioclase II. 45
Sillimanite I. 55
Castres, Tarn.
Calcite III.514
Cateau, Nord.
Colophanite IV.574
Cateri (entre) et Avapessa, Corse.
Sphène II.246
Caubère (mont de), Hautes-Pyrénées.
Axinite I.289
Grossulaire I.222, 223
Caumont, Eure.
Calcite III.532
Caunes, Aude.
Colophanite IV.568
Caunes (las), Aude.
Panabase II.726
Caunette (mine de la), 14 kil. de Carcassonne, Aude.
Blende II.530
Cérargyrite II.773
Chalcopyrite II.683
Galène II.483, 499
Hématite III.269
Limonite III.374
Panabase II.726
Pyrargyrite II.717
Pyrite II.586
Sidérite III.603
Caunette (la), Hérault.
Lignite IV.663
Caupenne, Landes.
Gypse IV.172
Cauquerot, Landes.
Gypse IV.172
Caurel, Côtes-du-Nord.
Pyrite II.594
Caussac (car. de), près Aurillac, Cantal.
Calcite III.585
Causse-Méjean près Florac, Lozère.
Chalcopyrite II.683
Caussou, Ariège.
Hornblende I.674
Olivine I.183
Phlogopite I.330
Caussou (entre le signal de) et le bois du Fajou, Ariège.
Manganite III.356
Cauterets, Hautes-Pyrénées.
Corindon III.245
Gypse IV.210
Hornblende I.670
Idocrase I.162
Orthose II.104
Pinite I.530
Quartz III. 70
Soufre II.369
Cauville, Calvados.
Glauconie I.411
Cauville, Seine-Inférieure.
Rétinite IV.641
Cavaillac (bassin de), Gard.
Gypse IV.206
Cavalaire (rade de), Var.
Actinote I.654
Chromite I.382
Clinochlore I.382
Cavalaire (entre) et la Molle, Var.

Graphite II.359
Cavalerie (la), près Milhau, Aveyron.
Lignite IV.662
Caveaux (grotte des) à Montrond, Doubs.
Epsomite IV.218
Gypse IV.209
Cayla (le), Aveyron.
Graphite II.358
Caylus, Tarn-et-Garonne.
Brushite IV.496
Calcite III.517
Colophanite IV.564
Dahllite IV.557
Limonite III.394
Quercyite IV.585
Cazaril-de-Luchon, Haute-Garonne.
Blende II.529
Fluorine II.787
Greenockite II.547
Cazaunous, Haute-Garonne.
Dipyre II.221
Trémolite I.650
Caze (la), Aveyron.
Andalousite I. 40
Cazelles, Hérault.
Lignite IV.663
Cazenave, Ariège.
Diopside I.607
Cazenave (route de), à Arnave, Ariège.
Actinote I.658
Chabasie II.335
Dipyre II.226
Heulandite II.292
Laumontite III.342
Orthose II. 80
Phlogopite I.333
Scapolite II.232
Stilbite II.317
Tourmaline I. 93
Cazilhac (bois de), canton de Ganges, Hérault.
Mercure II.416
Cazillac, près Ceilhes, Hérault.
Galène II.483
Cazouls, Hérault.
Bauxite III.346
Cazouls-lès-Béziers, Hérault.
Calcédoine III.140
Gypse IV.173
Quartz III.111
Quartzine III.140
Ceaulmont, Indre.
Colophanite IV.570
Ceilhes, Hérault.
Bournonite II.702
Chessylite III.771
Orthose II. 85
Quartz III.111
Sidérite III.611
Célas, Gard.
Gypse IV.192
Lignite IV.664
Célé (vallée de), E. de Figeac, Lot.
Bronzite I.551
Célestins (rocher des), à Vichy, Allier
Aragonite III.684
Calcite III.542
Celle (la), Puy-de-Dôme.
Houille IV.657
Celle-Bruère (la), près Saint-Amand-Mont-Rond, Cher.
Calcédoine III.141
Pseudocalcédonite III.161
Cellier (le), Loire-Inférieure.
Almandin I.245
Disthène IV.680
Omphazite I.605
Rutile III.199
Stibine II.449

Zoïsite I.131

Celon, Indre.
Colophanite IV.570

Cendras, près Alais, Gard.
Blende II.538
Bournonite II.703
Houille IV.658
Smithsonite III.631

Cénevières, Lot.
Brushite IV.497
Quercyite IV.585

Cenis (mont), Savoie.
Rutile III.202

Cenis (tunnel du mont), Savoie.
Anhydrite IV. 44

Cercié (gare de), Rhône.
Barytine IV. 90
Biotite I.325
Brookite III.175

Cère (font de), Cantal.
Néphéline I.499

Cère (val de), près de Laroquebrau, Cantal.
Muscovite I.345

Cérilly, Yonne.
Silex III.151

Cerisaie. Voir **Cérisier**.

Cérisier (mine du), en la Croix, près Puget-Théniers, Alpes-Maritimes.
Chalcopyrite III.686
Cuivre II.403
Erubescite II.677
Panabase II.733

Cervas, Gard.
Gypse IV.192

Cescau, près de Castillon, Ariège.
Bastite I.425
Dipyre II.223

Cessat, Puy-de-Dôme.
Aragonite III.683
Randannit III.326

Cessoux, Gard.
Anthracite IV.650

Ceton, Orne.
Colophanite IV.572

Cette (grotte de), Hérault.
Colophanite IV.564
Quercyite IV.585

Ceux, près Saint-Étienne, Vosges.
Muscovite I.348
Orthose II. 83

Ceyrat, Puy-de-Dôme.
Barytine IV.87
Muscovite I.347

Ceyrat (entre) et Berzet, Puy-de-Dôme.
Orthose II. 74

Ceyroux, Creuse.
Or II.432

Ceyssac, Haute-Loire.
Ætite III.399

Ceyssat. Voir **Ceyssac**.

Cèze (ruisseau de la), affluent de la Gagnière, Gard.
Or II.430
Platine II.390

Chabane, près Sainte-Agrève, Ardèche.
Christianite II.304
Gismondine II.323
Mésole II.259

Chabanne, en Saint-Romain, près Thiviers, Dordogne.
Millérite II.555
Pyrite II.581

Chabanne, en Saint-Sylvestre, Haute-Vienne.
Apatite IV.384
Autunite IV.546
Béryl IV.805
Columbite IV.617
Tantalite IV.617

Triplite IV.432
Wolfram IV.291
Chabrépine (canton de Combronde), Puy-de-Dôme.
Muscovite I.347
Chabrignac, Corrèze.
Barytine IV. 89
Calcite III.474
Cérusite III.713
Dolomite III.650
Galène II.486
Chadecold, en Blesle, Haute-Loire.
Tourmaline I. 95
Chadernac, Haute-Loire.
Houille IV.657
Chadieu (château de), près Authezat, Puy-de-Dôme.
Apatite I. 97
Tourmaline I. 97
Chadrat, près de Saint-Amand-Tallende, Puy-de-Dôme.
Dysodyle IV.665
Chaffenu, N. de Saint-Jean-de-Mayenne, Mayenne.
Galène II.504
Chagnon, près Rive-de-Gier, Loire.
Stibine II.454
Tourmaline I. 98
Chagourdat, près Saint-Amand-Tallende, Puy-de-Dôme.
Muscovite I.347
Chaillac, Indre.
Hématite III.281
Chaillac, Jura.
Fluorine II.792
Chaillevet, Aisne.
Marcasite II.659
Chailley, Yonne.
Marcasite II.658
Chaillot, à Paris, Seine.
Gypse IV.211
Chailvet (le), Aisne.
Lignite IV.664
Chaingy, près Orléans, Loiret.
Opale résinite III.336
Chairouche, Cantal.
Biotite I.326
Chaise (bois de la), Vendée.
Quartz III.106
Chaise-Dieu, Haute-Loire.
Apatite IV.383
Béryl II. 16
Muscovite I.347
Tourmaline I. 95
Chalameyroux, Puy-de-Dôme.
Chessylite III.771
Panabase II.728
Chalancey (entre Breuil et Charrecey), Saône-et-Loire.
Fluorine II.785
Chalanches (mine des), près Allemont, Isère.
Allemontite II.384
Almandin I.252
Amalgame II.414
Ankérite III.662
Annabergite IV.465
Antimoine II.385
Argent II.409
Argyrite II.511
Arsénolite III. 13
Asbeste I.660
Asbolite IV. 23
Axinite I.294, 300
Biébérite IV.231
Blende II.536
Calcite III.558
Cérargyrite II.773
Cérusite III.718
Chalcopyrite II.685
Chloanthite II.634
Cinabre II.551

Cobaltite II.637
Dolomite III.656
Dyscrasite II.466
Epidote I.148
Erythrite IV.463
Galène II.502
Gypse IV.206
Kermésite II.740
Löllingite II.662
Mercure II.415
Mispickel II.672
Nickélite II.558
Olivine I.195
Panabase II.732
Pyrargyrite II.717
Pyrite II.589
Pyromorphite IV.403
Quartz III. 99
Safflorite II.661
Smaltite II.631
Soufre II.378
Spinthère II.242
Sphène II.242
Stibine II.455
Stilbite II.318
Valentinite III. 21

Chalard (hameau de), près de Saint-Julien de Copel, Puy-de-Dôme.
Calcédoine III.139

Chalard (le), Haute-Vienne.
Orthose II. 82

Chalard (entre le) et Lavignac, Haute-Vienne.
Or II.432

Chalès, Cantal.
Stibine IV.849

Chalet (car. de), Maine-et-Loire.
Pyrite II.611

Chalezeule, Haute-Saône.
Calcite III.493

Chalinargues (plateau de), S. O. de Neussargues, Cantal.
Olivine I.188

Chalindrey, Haute-Marne.
Colophanite IV.569

Challignat, en Naves, Allier.
Gypse IV.174

Challonges, Ain.
Asphalte IV.631

Chalonnes-sur-Loire, Maine-et-Loire.
Ranciéite IV. 25

Châlons-sur-Marne (camp de), Marne.
Marcasite II.657

Châlons-sur-Vesle, Marne.
Anatase III.189

Chalonvillars, Haute-Saône.
Gypse IV.174

Chalosse (la), Landes.
Gypse IV.172

Chalucey. Voir **Chalancey**.

Chaludet, près la Celle, Puy-de-Dôme.
Orthose II. 71, 92
Plagioclases II. 48
Tourmaline I. 98

Chalus (puy de), près Saint-Germain-Lembron, Puy-de-Dôme.
Analcime II.284
Christianite II.306
Gonnardite II.281
Phacolite II.331

Châlus, à Rochechouart, Haute-Vienne.
Almandin I.249

Chalusset, Puy-de-Dôme.
Galène II.487

Chalvignac, Cantal.
Biotite I.333

Chamalières, Haute-Loire.
Barytine IV. 60

Chamalières, près Clermont, Puy-de-Dôme.

Asphalte IV.626
Chamandrin, Hautes-Alpes.
Anthracite IV.650
Chamayou, Tarn.
Alunite IV.142
Chambelève (ravin de), près Saint-Étienne-sur-Usson, Puy-de-Dôme.
Quartz améthyste III. 73
Chambeuil, Cantal
Plagioclase II. 60
Chambois, Haute-Saône.
Vivianite IV.460
Chambon (route du) à Tence, Haute-Loire.
Cordiérite I.523
Mésotype IV.830
Chambon (lac de), près Murols, Puy-de-Dôme.
Aragonite III.693
Chambon (moulin), route de Bourbon-Lancy à Saint-Aubin, Saône-et-Loire.
Barytine IV. 90
Chambondon, près Tonnerre, Yonne.
Calcite III.499
Chambonnet, Haute-Loire.
Cérusite III.710
Chambon-sur-Voueize, Creuse.
Almandin I.249
Chambord, Loir-et-Cher.
Opale résinite III.336
Chamborigaud, Gard.
Galène II.485
Chambray, Indre-et-Loire.
Limonite III.393
Chambretaud, près les Herbiers, Vendée.
Quartz III.52, 69
Tourmaline IV.684
Chamonix (vallée de), Haute-Savoie.
Brandisite II.363
Calcite III.578
Epidote I.143
Graphite II.359
Quartz III. 77
Talc I.452
Chamousset (entre) Saint-Laurent et Sainte-Foy-l'Argentière, Rhône.
Fluorine IV.886
Champ (car. des), près Vizille, Isère.
Albite II.162
Anhydrite IV. 44
Gypse IV.176
Hématite III.264, 267
Champagnac, Cantal.
Barytine IV. 60
Houille IV.657
Champagnac-le-Vieux, Haute-Loire.
Pyromorphite IV.400
Champagney, Haute-Saône.
Barytine IV. 94
Blende II.541
Galène II.505
Hématite III.280
Pyrite II.604
Sidérite III.620
Champagnole, Jura.
Pyrite II.608
Champanelle, Puy-de-Dôme.
Tourmaline I. 97
Champ Cartier, en Vallet, Loire-Inférieure.
Quartz III. 57
Champclauson-en-Portes, Gard.
Sidérite III.603
Champ de Mars, près Angers, Maine-et-Loire.
Mispickel II.667
Champdenier, Savoie.
Anthracite IV.650
Champdray, Vosges.
Pyrope I.239

Champ Dubos, près de Montbretange, Saône-et-Loire.
Rutile III.201
Champeau (filon de), près de Gravenoire, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 61
Quartz III. 76
Champeaux, Var.
Tourmaline I.101
Champeix, Puy-de-Dôme.
Barytine IV.82, 85, 87
Calcite III.521
Champelauson, près la Grand-Combe, Gard.
Aragonite III.680
Houille IV.658
Champigneulle, Ardennes.
Limonite III.389
Champigneulles, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385
Champigny, Seine.
Calcédoine III.146
Calcite III.511
Meulière III.152
Quartz III.119
Champ-Morat, en Saint-Laurent-en-Brionnais, Saône-et-Loire.
Orthose II.108
Champ Morel. Voir **Champ-Morat.**
Champ-Neuf, 4 kil. de Frossay, Loire-Inférieure.
Biotite I.319
Champoléon, Hautes-Alpes.
Barytine IV. 66
Galène II.502
Champorcin, près Digne, Basses-Alpes.
Gypse IV.176
Champ-Robert, en Chidde, Nièvre.
Limonite III.376
Champ-Ron, Saône-et-Loire.
Biotite I.322
Champroud, près Mesvres, Saône-et-Loire.
Almandin I.251
Champs-Carrés, près Cluny, Saône-Loire.
Bismuthinite II.461
Champs-de-Brach (les), près Eyren, Corrèze.
Quartz III. 52
Champvans, Doubs.
Gypse IV.175
Champ-Vert, près la Porcherie, Haute-Vienne.
Or V. 51
Chana (la), Loire.
Houille IV.657
Chanat (puy de), Puy-de-Dôme.
Cordiérite I.524
Olivine ? I.194
Orthose II.103
Staurotide ? I. 14
Chanat (entre) et Ternant, Puy-de-Dôme.
Cymophane IV.346
Chancel (refuge), près le lac Vachier, Hautes-Alpes.
Quartz III. 86
Chaney, Loire.
Houille IV.657
Changé, près Laval, Mayenne.
Paragonite I.355
Changerie, en Beaucouzé, Maine-et-Loire.
Calcite III.569
Changes, Saône-et-Loire.
Limonite III.383
Changy, Nièvre.
Colophanite IV.570
Channac, près Tulle, Corrèze.
Kermésite II.740

Senarmontite V. 7
Stibine II.453
Valentinite V. 7
Chanrousse, Isère.
Antigorite I.428
Zircon III.211
Chanrousse (entre) et le lac Robert, Isère.
Clinochlore I.382
Chanteloube, Hautes-Alpes.
Anthracite IV.650
Chanteloube, en Razès, Haute-Vienne.
Albite II.144
Autunite IV.546
Bertrandite I.119
Biotite I.320
Béryl II. 17
Cassitérite III.221
Chalcolite IV.552
Columbite IV.616
Gigantolite I.524
Lépidolite I.357
Microcline II.124
Muscovite I.346
Orthose II. 80
Quartz III. 48, 52
Scorodite IV.474
Tantalite IV.616
Triplite IV.432
Wolfram IV.290
Voir **Vilate** (La).
Chanteloup, Cher.
Limonite III.393
Chantemerle, en Lagny-le-Sec, Seine-et-Marne.
Célestite IV.122
Chantemerle, Vendée.
Quartz III. 69
Chantenave (filon de), au Clot, Hautes-Alpes.
Galène II.496
Chantenay, Nièvre.
Kaolin I.468
Chantenay-sur-Loire, Loire-Infér.
Biotite I.320
Blende II.542
Galène II.506
Chantepie, O. de Liré, Maine-et-Loire.
Zoïsite I.131
Chanteuges, Haute-Loire.
Tourmaline I. 95
Chantilly (forêt de), Oise.
Alios III.398
Chantonnay, Vendée.
Chromite (*Météorite*) IV.315
Galène II.505
Olivine (*Météorite*) I.192
Résine fossile IV.640
Chantrezac, Charente.
Gypse IV.200
Chanturgues, Puy-de-Dôme.
Aragonite III.693
Christianite II.306
Chapeau (mine du), en Champoléon, Hautes-Alpes.
Erubescite II.676
Panabase II.733
Chapelle (la), en Valgodemar, H.-Alpes.
Panabase II.733
Chapelle (entre la) et la ferme Bonsegrès, S. d'Emparry, Nièvre.
Wolfram IV.289
Chapelle (château de), près Avèze, Puy-de-Dôme.
Bournonite II.704
Chapelle (château de la), à Pégut, Puy-de-Dôme.
Quartz améthyste III. 74
Chapelle (la), près la Clayette, Saône-et-Loire.

Orthose II. 92
Chapelle (la), à Paris, Seine.
Colophanite IV.571
Chapelle (la), Var.
Houille IV.659
Chapelle-aux-Pots (la), Oise.
Sidérite III.621
Chapelle-Blanche, Savoie.
Calcite III.484
Chapelle-d'Orny, Haute-Savoie.
Molybdénite II.463
Chapelle-du-Planté, en Quilly, Loire-Inférieure.
Calcédoine III.136
Chapelle-Launay (la), Loire-Inférieure.
Barytine IV. 80
Chapelle-Péchaud, Dordogne.
Gypse IV.202
Lignite IV.662
Chapelle-Saint-Aubert (la), Ille-et-Vilaine.
Pinite I.520
Chapelle-Saint-Géraud, Corrèze
Almandin I.249
Chapelle-Saint-Mesmin (la), Loiret.
Opale résinite III.336
Chapelle-Saint-Paul (sentier de la), à Arnave, Ariège.
Prehnite I.276
Chapelle-Saint-Ursin (la), Cher.
Limonite III.393
Chapelle-sous-Dun, Saône-et-Loire.
Calcite III.475
Houille IV.657
Pyrite II.603
Chapelle-sur-Erdre, Loire-Inférieure.
Apatite IV.388
Bertrandite I.117
Chapelle-sur-Oudon, Maine-et-Loire.
Bavalite I.401
Chapelle-Voland, Jura.
Soufre II.378
Chapey, près Marmagne, Saône-et-Loire.
Tourmaline I.81, 100
Chapial (ravin du), vallée de Chaudefour, Puy-de-Dôme.
Analcime IV.832
Chaponaz (glacier de la), Haute-Savoie.
Quartz III. 77
Chaponost, Rhône.
Apatite IV.385
Dumortiérite IV. 18
Galène II.490
Gédrite I.638
Chaponost (chemin de) à Saçugny, Rhône.
Tourmaline I. 99
Chaponost (route de) à Beaunan, Rhône.
Barytine IV.902
Chapours (les), près Saint-Avre, Savoie.
Gypse IV.175
Charade (puy de), Puy-de-Dôme.
Augite I.595
Stilbite II.320
Titanomagnétite IV.324
Wolfram IV.288
Charades, Puy-de-Dôme.
Andalousite IV.677
Charay, Ardèche.
Randannite III.327
Charbonnel, près Montvalezan-sur-Bellentre, Savoie.
Epsomite IV.218
Charbonnier, Puy-de-Dôme.
Anthracite IV.650
Charbonnière (la) des bois de la

Mède, en Châteauneuf-les-Martigues. Bouches-du-Rhône.
Résine fossile IV.642
Charbonnière, Rhône.
Muscovite I.347
Charbonnières, Loire.
Anthracite IV.649
Bois silicifié III.156
Charbonnières-les-Varennes, Puy-de-Dôme.
Calcite III.570
Quartz III. 76
Charbonniers (vallée des), Vosges.
Orthose II. 93
Charbouneyras, près Randol, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 82
Charcé, Maine-et-Loire.
Marcasite II.658
Chardière (la), près Bellegarde, Loire.
Actinote I.653
Chardoère, en Bellegarde, près Saint-Galmier, Loire.
Talc IV.744
Chardonneret (car. de), S. du bourg du Pertre, Ille-et-Vilaine.
Fluorine IV.885
Tourmaline IV.684
Chardonnet, en Briançonnais, Hautes-Alpes.
Chalcopyrite II.686
Graphite II.361
Charente.
Glauconie I.413
Opale III.154
Charenton, Seine.
Célestite IV.123
Charité (abbaye de la), près Besançon, Doubs.
Silex III.152
Soufre II.377
Charité (la), Nièvre.
Calcite III.497
Charleville, Ardennes.
Calcite III.492
Célestite IV.111
Charmaix (le), Savoie.
Anthracite IV.650
Charmant, en l'Hôtellerie, près Segré, Maine-et-Loire.
Magnétite IV.339
Charmasse, en Marmagne, près Mesvres, Saône-et-Loire.
Columbite IV.617
Tourmaline IV.686
Charmaux, près Marigny, Saône-et-Loire.
Hornblende I.688
Charmensac, Cantal.
Muscovite I.345
Orthose II. 80
Charmes, Ardèche.
Stibine II.458
Charmes, Vosges.
Pyrope I.239
Charmoy, Saône-et-Loire.
Autunite IV.548
Bois silicifié III.157
Charmoz, Haute-Savoie.
Albite II.145
Béryl II. 21
Epidote I.143
Fluorine II.780
Molybdénite II.463
Quartz III. 77
Charouze (montagne de), Rhône.
Andalousite I. 49
Charpenet, Loire.
Bois silicifié III.156
Charras, Charente.
Limonite III.394
Charrecey, près Saint-Léger-sur-

Dheune, Saône-et-Loire.
Célestite IV.110
Charret (mont), en la Prade, Haute-Loire.
Hornblende I.681
Charrier, près Laprugne, Allier.
Barytine IV. 62
Calcite III.554
Erubescite II.676
Magnétite IV.335
Charsonville, près Orléans, Loiret.
Olivine (*Météorite*) I.192
Chartres, Eure-et-Loire.
Olivine (*Météorite*) I.192
Chartreuse-de-Sélignat (la), près Arnans, Ain.
Pyrite II.608
Chassagne Cantal.
Plagioclase II. 60
Chassagne, Puy-de-Dôme.
Stibine II.454
Chassaigne (la), près Saint-Just-de-Brioude, Haute-Loire.
Barytine IV. 70
Valentinite III. 21
Chasselas, près Mâcon, Saône-et-Loire.
Pyromorphite IV.402
Chasselay, Rhône,
Cérusite III.714
Nuissiérite IV.401
Chasseneuil, Charente.
Bauxite III.347
Chassezac (mine de), Ardèche.
Cérusite III.710
Chassignoles, Haute-Loire.
Tourmaline I. 95
Chassigny, près Langres, Haute-Marne.
Chromite (*Météorite*) IV.314
Olivine (*Météorite*) I.193; IV.718
Chassole, en Apchat, Puy-de-Dôme.
Almandin IV.727
Muscovite I.347
Chastagneyre (la), en Prades, Ardèche.
Alunogène IV.237
Copiapite IV.250
Dolomite III.650
Epsomite IV.216
Gypse IV.206
Mélantérite IV.227
Sidérite III.619
Chastel, près Murat, Cantal.
Plagioclases II.60, 61
Chastel, Haute-Loire.
Stibine II.451
Chastellux-sur-Cure (entre) et Avallon, Yonne.
Biotite I.322
Chat (grotte du), près Montauban, Haute-Garonne.
Limonite III.400
Châtaignes (ruisseau des). Voir **Casten-Erreca**.
Châteaubrun, en Cuzion, Indre.
Béryl IV.805
Château-du-Loir, Loir-et-Cher.
Calcédoine III.143
Colophanite IV.575
Châteaudun, Eure-et-Loir.
Fibrolite (haches) I. 51
Châteaugay, Puy-de-Dôme.
Calcédoine III.140
Château-Guillard, en Trélon, Nord.
Galène II.504
Château-Guyon, Charente.
Orthose IV.814
Quartz III. 53
Château-l'Abbaye, Nord.
Houille IV.655

Château-Lambert (mine de), Haute-Saône.
Argent II.412
Blende II.533
Chalcopyrite II.684
Fluorine II.789
Molybdénite II.464
Or II.422
Pyrite II.588
Château-Larcher, près Poitiers, Vienne.
Calcite III.486
Châteaumeillant, Cher.
Psilomélane IV. 18
Châteauneuf, Charente.
Gypse IV.202
Châteauneuf, près Viviers, Rhône.
Dysodyle IV.665
Châteauneuf-les-Bains, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 61
Châteauneuf-sur-Cher, Cher.
Pyrite II.608
Châteauneuf-sur-la-Sioule, Puy-de-Dôme.
Sidérite III.612
Châteaurenard, en Triguères, Loiret.
Enstatite (*Météorite*) I.552
Maskelynite (*Météorite*) IV.821
Olivine (*Météorite*) I.192
Château-Thierry, Aisne.
Marcasite II.659
Châteauvieux, Loir-et-Cher.
Limonite III.393
Château-Voux (mines de), Hautes-Alpes.
Galène II.496
Châteix (puy de), Puy-de-Dôme.
Barytine IV.81, 85, 87
Châtelaillon, près la Rochelle, Charente-Inférieure.
Calcite III.495
Chatelain, Pas-de-Calais.
Houille IV.655
Châtelard (le), Isère.
Anthracite IV.650
Châtelard (le), Savoie.
Colophanite IV.573
Châtelaudren, Côtes-du-Nord.
Annabergite IV.465
Blende II.527
Calcédoine III.138
Chloanthite II.633
Erythrite IV.463
Galène II.479
Opale III.324
Pseudocalcédonite III.161
Quartz III. 92
Sidérite III.611
Smaltite II.630
Smithsonite III.636
Châtelet (mine du), près Evaux, Creuse.
Mispickel IV.863
Châtel-Gérard, Côte-d'Or.
Limonite III.387
Châtelguyon, Puy-de-Dôme.
Aragonite III.682
Barytine IV. 81
Châteliers (les), en les Adjots, Charente.
Résine fossile IV.642
Chatellerault, Vienne.
Opale résinite III.336
Chatellier (le), Orne.
Sidérite III.616
Châtelus, Allier.
Hornblende I.688
Chatenet (car.), près la Vauzelle, Haute-Vienne.
Apatite IV.384
Autunite IV.546

Columbite IV.617
Graphite II.359
Triplite IV.432

Chaterie, en Saint-Herblain, Loire-Inférieure.
Almandin I.245
Pyrrhotite II.570
Sphène II.251
Tourmaline I. 89

Châtillon, Deux-Sèvres.
Stibine II.450

Châtillon, Doubs.
Sel gemme II.762

Châtillon, près Boulogne, Pas-de-Calais.
Gypse IV.200

Châtillon, Rhône.
Barytine IV.90

Châtillon, Seine.
Célestite IV.123

Châtillon (porte de), à Paris, Seine.
Psilomélane IV. 18

Châtillon-en-Diois, Drôme.
Calcite III.507
Galène II.502
Pyrite II.608

Châtillon-le-Désert, Hautes-Alpes.
Barytine IV. 99

Châtillon-sur-Cher, Loir-et-Cher.
Limonite III.393

Châtillon-sur-Seine, Côte-d'Or.
Limonite III.387

Châtre (la), Indre.
Psilomélane IV.20

Châtres (car. de), près Chanteloube, Haute-Vienne.
Triplite IV.432

Chats (pointe des), île de Groix, Morbihan.
Glaucophane I.703

Chaude (côte) au quartier Gaillard, Loire.
Salmiac II.769

Chaudeau (source de la), près Plombières, Haute-Saône.
Barytine IV. 93

Chaudefonds, Maine-et-Loire.
Calcite III.456
Pyrite II.595
Quartz III. 69

Chaudefour (vallée de), au Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Cristobalite III.807

Chaudesaigues, Cantal.
Mispickel IV.863
Pyrite II.628

Chaudière (la), en Bellegarde, Loire.
Calcite III.577

Chauffailles, Saône-et-Loire.
Stibine II.455

Chaum (pont de), Haute-Garonne.
Muscovite I.344
Tourmaline I. 90

Chaumadoux, en Messeix, Puy-de-Dôme.
Stibine II.454

Chaume (la), Indre-et-Loire.
Opale résinite III.336

Chaume, près Igornay, Saône-et-Loire.
Fluorine IV.886

Chaumière (la), Mayenne.
Anthracite IV.649

Chaumont, Oise.
Tourbe IV.667

Chaumonteix (puy de), Puy-de-Dôme.
Hornblende V. 4

Chausserose, près Vic-sur-Theil, Côte-d'Or.
Orthose II.813

Chautey (le), Cher.
Limonite III 393
Chauvegny, en Saint-Germain-du-Corbeis, Orne.
Kaolin I.465
Chauvigny, Vienne.
Calcite III.486
Chauvins, en Gassin, Var.
Graphite II.359
Chaux (forêt de), Jura.
Soufre II.378
Chaux de Bergonne, Puy-de-Dôme.
Chabasie II.330
Christianite II.305
Gismondine II.323
Gonnardite (*Mésole*) II.281
Thomsonite II.260
Chaux-du-Fay (la), près Brioude, Haute-Loire.
Calcite III.518
Chaux-Mont-Gros (la), près de Sallèdes, Puy-de-Dôme.
Haüyne I.511
Noséane I.511
Sphène II.248
Chavagnac-Salzuit, Haute-Loire
Barytine IV. 60
Fluorine II.783
Chavagnes, Maine-et-Loire.
Quartz III. 69
Chavagnieu (au N. de), Isère.
Pétrole IV.632
Chavanne, Nièvre.
Colophanite IV.570
Chavanon (vallée du), Corr.
Sillimanite I. 57
Chavaroche (puy), Cantal.
Biotite I.326
Hornblende I.681
Hypersthène I.560
Chavigny, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385, 395
Chavrières (col de), Savoie.
Gypse IV.175
Chaynat, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 82
Chazal, Puy-de-Dôme.
Tourmaline I. 81
Chazelet (le), près la Grave, Hautes-Alpes.
Cobaltite II.637
Fluorine II.790
Galène II.496
Chazelle, Puy-de-Dôme.
Cervantite IV.377
Chazelle-Haut, en Brioude, Puy-de-Dôme.
Boulangérite IV.874
Chazelles, en Chapdes-Beaufort, Puy-de-Dôme.
Berthiérite II.694; IV.871
Chazelles-Haut, Haute-Loire.
Stibine II.451
Tourmaline I. 95
Chazes (les), près le Lioran, Cantal.
Biotite I.326
Corindon III.246
Quartz III. 59
Chazes (entre les) et le puy Griou, Cantal.
Quartz IV.892
Chédeville (car. de), en la Chèze, Haute-Vienne.
Béryl IV.805
Cassitérite III.221
Columbite IV.617
Cheiron, près Castellane, Basses-Alpes.
Pyrite II.608
Chelles, Seine-et-Marne.
Silex III.152
Chelonies, Charente.

Galène II.487

Chéméré-le-Roi, Mayenne.
Pyrite II.598

Chemin des Artistes au Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Sphérosidérite III.616

Chenailles, en Saint-Amand-Roche-Savine, Puy-de-Dôme.
Almandin I.249

Chénas, Rhône.
Orthose II. 82

Chenavalet (rivière du), près Saint-Étienne, Loire.
Or II.431

Chenavari (volcan de), près Rochemaure, Ardèche.
Andésine II.183
Augite I.593
Célestite IV.130
Hornblende I.678
Hypersthène I.566
Labrador II.192
Olivine I.188
Sphène II.250

Cheneché, Vienne.
Résine fossile IV.642

Chenelette, Rhône.
Barytine V. 611
Blende II.532
Cérusite III.713
Fluorine II.788
Galène II.489
Panabase II.728
Pyromorphite IV.401
Quartz III. 94
Soufre II.379
Wulfénite IV.270

Chêne-Vert, en Saint-Herblain, Loire-Inférieure.
Almandin I.245
Béryl II. 14
Hornblende I.686

Chenier (forêt), à Chaillac, Indre.
Manganite III.809

Chennevières, près Champigny, Seine-et-Oise.
Magnésite I.459

Chenons (les), près Parly, Yonne.
Colophanite IV.572

Chepy, Marne.
Marcasite II 657

Cher (département).
Gypse (en lentilles) IV.174
Pyrite II.607, 608

Cher (le), en Echandely, Puy-de-D.
Mispickel IV.863
Pharmacosidérite IV.522

Cher (vallée du), Cher et Indre-et-Loire.
Glauconie I.413
Limonite III.393

Cheran (rivière de), affluent du Fier, Haute-Savoie.
Or II.433

Cherbourg, Manche.
Pyrite II.592, 616

Chérence, Seine-et-Oise.
Glauconie I.414

Chéronnies (les), Charente.
Cérusite III.708
Nontronite I.490

Cherves (les), Charente.
Gypse IV.178, 202

Chesnaie (la), en Athée, Indre-et-Loire.
Limonite III.393

Chessy, Rhône.
Allophane I.485
Arsénolite III. 13
Aurichalcite III.741
Autunite IV.546
Barytine IV. 72

Blende II.532
Calcite III.480
Chalcanthite IV.233
Chalcopyrite II.684
Chessylite III.756
Chrysocole I.264
Covellite II.553
Cuivre II.403, 404
Cuprite III.305
Galène II.490
Goslarite IV.220
Gypse IV.205
Halloysite I.477
Hydrocuprite III.404
Idocrase I.166
Magnétite IV.332
Malachite III.745
Mélaconite III.311
Mélanite I.233
Mélantérite IV.225
Molybdénite II.463
Opale III.324
Pisanite IV.229
Pyrite II.581
Quartz III.105
Sel gemme II.760
Smithsonite III.634
Soufre II.368

Chevagny-les-Chevrières, Saône-et-Loire.
Calcédoine III.142
Calcite III.498
Psilomélane IV. 21
Pyrite II.607

Chevières, Ardennes.
Limonite III.389

Chévremont, Belfort.
Limonite III.396

Chevrette (filon de la), Isère.
Dolomite III.657
Sidérite III.606

Chevrotière (la), en Saint-André-Treize-Voies, Vendée.
Almandin I.245
Hornblende I.665
Omphazite I.606

Chevry, Jura.
Blende II.541

Cheylade, Cantal.
Plagioclase II. 61

Cheylat (mine du), près Talizat, Cantal.
Stibine IV.849

Cheyrac, près le Puy, Haute-Loire.
Andésine II.179
Aragonite III.691
Cordiérite I.523
Disthène I. 72
Hornblende I.678
Sillimanite I. 56

Chèze (la), près Ambazac, Haute-Vienne.
Albite II.144
Apatite IV.384
Cassitérite III.221
Damourite I.353; IV.734
Lépidolite I.357
Malacon III.339
Microlite IV.606
Muscovite I.346
Paragonite ? I.353
Pyrophysalite I. 62
Topaze I. 64

Chézery, Ain.
Asphalte IV.631
Calcaire asphaltique IV.631

Chez-Pauly, à Esse, Charente.
Molybdénite IV.850

Chichilianne, Isère.
Pyrite II.589, 608

Chichoix (val de), à Sentein, Ariège.
Cérusite III.708

Chiddes, Nièvre.
Barytine IV. 62
Chiddes (bois de), Nièvre.
Pinite I.529
Chinon, Indre-et-Loire.
Gypse IV.202
Chipal, en la Croix-aux-Mines, Vosges.
Calcite III.450
Chondrodite I.124
Olivine I.194
Phlogopite I.333
Sphène II.252
Spinelle IV.302
Tourmaline I.100
Chirade (la), en Mainsat, Creuse.
Stibine II.454
Chiron (le), en Saint-Philbert-de-Grand-Lieu, Loire-Inférieure.
Hornblende I.665
Omphazite I.606
Chiroubles (télégraphe de), à Vauxrenard, Rhône.
Fluorine II.784
Chiroulet (entre) et le lac Bleu, Hautes-Pyrénées.
Actinote I.652
Phlogopite I.333
Tourmaline I. 90
Chitry-les-Mines, Nièvre.
Fluorine II.789
Galène II.490
Chizeuil, près Chalmoux, Saône-et-Loire.
Andalousite IV.905
Barytine IV. 73
Chalcanthite IV.234
Covellite IV.857
Diaspore IV.900
Erubescite IV.868
Evansite IV.903
Kaolinite IV.748
Lépidocrocite III.362
Limonite III.376
Muscovite IV.736
Panabase II.728 ; IV.876
Pyrite II.582 ; IV.860
Pyrophyllite IV.748
Rutile III.204
Svanbergite IV.595
Chomette (la), Haute-Loire.
Barytine IV. 60
Chondray, Vosges.
Olivine I.186
Chopine (puy), Puy-de-Dôme.
Andalousite I. 48
Hématite III.262
Hyalite III.322
Magnétite IV.328
Sphène II.248
Tridymite III.167
Chouanière (la), Morbihan.
Limonite III.380
Sidérite III.616
Christoul (col de), au-dessus de la Salle, Hautes-Alpes.
Chalcopyrite II.686
Chuperie (massif du Pilat), Loire.
Andalousite I. 40
Sillimanite I. 57
Chuquet-Genestoux, Puy-de-Dôme.
Apatite IV.384, 390
Chuzins (les), Isère.
Anthracite IV.650
Cibœuf, Haute-Vienne.
Galène II.487
Cierp, près Marignac, Haute-Garon.
Dipyre II.221
Trémolite I.649
Cieux, près Monzac, Haute-Vienne.
Cassitérite III.230
Mispickel II.666

Molybdénite II.464
Molybdite III. 9
Or II.421
Scorodite IV.473
Tourmaline I. 96
Tungstite III. 10
Wolfram IV.289
Cigotière (la), Mayenne.
Anthracite IV.649
Cimiez près Nice, Alpes-Maritimes.
Gypse IV.176
Cinquétral, Jura.
Calcédoine III.143
Cinto (monte), Corse.
Orthose II. 95
Cirey-Salsogne, près Soissons, Aisne.
Lignite IV.664
Cissac (ferme de), près Saint-Ilpize, Haute-Loire.
Asbeste I.656
Citre. Voir **Sitre.**
Civray, Vienne.
Pyrite II.607
Cladech, Dordogne.
Lignite IV.662
Clairac, près Alais, Gard.
Blende II.538
Smithsonite III.6 0
Clamart, Seine.
Célestite IV.123
Gypse IV.186
Lutécite III.145
Clamecy, Nièvre.
Calcite III.496
Clamensane, Basses-Alpes.
Gypse IV.208
Clansayes, Vaucluse.
Colophanite IV.573
Clap (le), près Castelnau de Brassac, Tarn.
Autunite IV.545
Columbite IV.617
Rubellite IV.685
Clapière (la), Savoie.
Anthracite IV.650
Clarabide (montagne de), Haute-Garonne.
Almandin I.247
Andalousite I. 33
Clarpon, près Bessèges, Gard.
Blende II.538
Smithsonite III.630
Clary (moulin de), en Bonnac, Cantal.
Actinote I.653
Clauzel, Gard.
Stibine II.450
Clavans, Isère.
Quartz III. 84
Clavans (entre) et Mizoen, Isère.
Quartz III. 80
Clavellas (butte de), 2 kil. N. de Montrond, près Nyons, Drôme.
Célestite IV.127
Gypse IV.208
Claveysolles, Rhône.
Galène II.489
Limonite III.376
Pyrite II.582
Pyrrhotite II.569
Claye (vallée de la), Morbihan.
Cassitérite III.234
Clayette (la), Saône-et-Loire.
Calcite III.492
Orthose II.27, 92
Clermain, Saône-et-Loire.
Albite II.148
Clermont, Ariège.
Bauxite III.346
Clermont-Ferrand, Puy-de-Dôme.
Calcite III.521
Cordiérite I.524
Quartz III.63, 73

Clermont-l'Hérault, Hérault.
Lignite IV.663
Cleurie, Vosges.
Olivine I.186
Clichy (verrerie Appert), Seine.
Tridymite III.167
Clidane (vallée de la), Corrèze.
Sillimanite I. 57
Cliergue, Puy-de-Dôme.
Anomite I.326
Anorthose II.118
Clierzou, Puy-de-Dôme.
Sanidine II.101
Clis, près Guérande, Loire-Inférieure.
Almandin I.245
Apatite IV.388
Orthose IV.814
Tourmaline I. 89
Clos (car. du), à Saint-Herblain, Loire-Inférieure.
Fluorine II.780
Clos-de-Barre (car. du), en Saint-Yrieix-la-Perche, Haute-Vienne.
Actinote I.653
Orthose II. 82
Trémolite I.653
Clot (le), Aveyron.
Graphite II.358
Clot (filon du), Hautes-Alpes.
Galène II.496
Clot de Culgo, vallée de Burbe, Haute-Garonne.
Béryl II. 16
Clot de la Bordanche, près le plateau de Paris, Hautes-Alpes.
Quartz III.85, 87
Clottes de Port (col de), Ariège.
Quartz III. 71
Cluget (puy de), Puy-de-Dôme.
Stibine II.454
Cluzeau (car. de), près Limoges, Haute-Vienne.
Sillimanite I. 57
Cluzel (le), Loire.
Houille IV.657
Coadri ou **Coadris**. Voir **Coadry**.
Coadry, Finistère.
Staurotide I. 8
Coat-An-Nos, S. E. de Belle-Ile-en-Terre, Côtes-du-Nord.
Wolfram ? IV.292
Coat-Crenn, Finistère.
Béryl II. 14
Cochepy, près Villeneuve-sur-Yonne, Yonne.
Calcite III.509
Cochette (col de la), entre Vaujany (Isère) et Saint-Sorlin (Savoie), Isère.
Chalcopyrite II.685
Cocurès, Lozère.
Galène II.485
Coësmes, près Rennes, Ille-et-Vil.
Pharmacosidérite IV.522
Coet-Ligné, N. E. de Baud, Morbihan.
Disthène I. 70
Coëvrons, près Voutré, Mayenne.
Nontronite IV.751
Cognac, Charente-Inférieure.
Calcédonite III.143
Marcasite II.658
Pyrite II.613
Cognac (entre) et Veillard, Charente.
Calcite III.507
Cognet, près Lamure, Isère.
Anhydrite IV. 44
Gypse IV.176
Cogolin, Var.
Pyrite IV.860
Cogolin (entre) et la Garde-Frainet,

Var.
Orthose II. 83
Coinac, Lot.
Quercyite IV.585
Coirons (massif des), Ardèche.
Andésine II.183
Apatite IV.390
Augite I.593
Christianite II.304
Ferropicotite IV.309
Labrador II.192
Mésotype II.267
Titanomagnetite IV.324
Coissy, près Aurillac, Cantal.
Mésotype II.268
Col, près de Villard d'Arène, Hautes-Alpes.
Hématite III.274
Colettes (les), Allier.
Cassitérite III.221, 231
Psilomélane IV. 16
Wolfram IV.289
Colettes (forêt de), Allier.
Fluorine IV.886
Kaolin I.467
Topaze IV.682
Collancelle (la), Nièvre.
Barytine IV. 62
Collas (les), en Saint-Vérand, Saône-et-Loire.
Calcite III.491
Collenon, Loire.
Houille IV.658
Collet-de-Dèze, Lozère.
Galène IV.485
Mispickel II.669
Stibine II.451
Collobrières, Var.
Almandin I.252
Apatite IV.394
Fayalite IV.714
Grünerite I.644 ; IV.785
Hématite III.268
Hornblende I.688
Magnétite IV.337
Mélanite I.235
Sidérite III.620
Tourmaline I.101
Collobrières (éminences entre) et l'anc. abbaye de la Verne, Var.
Staurotide I. 15
Collonges (tunnel de), près Lyon, Rhône.
Calcite III.490
Collongette, à Lugny, Saône-et-Loire.
Calcite III.490
Colombaroux, près Commentry, Allier.
Chalcolite IV.552
Colombe (la), Savoie.
Colophanite IV.573
Colombier (filon du), au Grand-Clos, Hautes-Alpes.
Galène II.496
Colombier, Drôme.
Olivine I.188
Colombière, Hérault.
Galène II.483
Combarine, Hautes-Alpes.
Anthracite IV.650
Combecave, près Figeac, Lot.
Ankérite III.660
Galène II.487
Smithsonite III.361
Combe de Cubières (la), Lozère.
Smithsonite III.631
Combe de la Selle, près Saint-Christophe, Isère.
Adulaire II.112
Albite II.150
Anatase III.182
Axinite I.294, 297
Brookite III.173

Calcite III.581
Epidote I.149
Hématite III.277
Monazite IV.373
Prehnite I.274
Quartz III.81, 86
Stilbite II.318
Turnérite IV.373

Combe de l'Ours, en Livet et en Gavet, Isère.
Galène II.494

Combe de Madame (région des Sept lacs), Isère.
Epidote I.148

Combe de Roussin (la), Ardèche.
Galène II.486, 488

Combe-des-Prés, N. de Saint-Claude, Jura.
Smithsonite III.631

Combe du Lac, Isère.
Galène II.495

Combe-Guichard, près Prunières, Isère.
Bournonite II.708
Smithsonite III.636

Combelle (la), Puy-de-Dôme.
Houille IV.657

Combenègre (montagne de), près Villefranche, Aveyron.
Magnétite IV.336

Combenègre, Cantal.
Plagioclase II. 61

Combe-Niveuse, en Saint-Arey (ou Harey), Isère.
Panabase II.732

Combe-Noire, à Saint-Julien-Molin-Molette, Loire.
Galène II.488

Combeplaine, Loire.
Houille IV.658

Comberedonde, Gard.
Anthracite IV.650

Comberigol, Loire.
Bois silicifié III.156
Houille IV.658

Comberjon, 6 kil. de Vesoul, Haute-Saône.
Calcite III.493

Combes (les), Aveyron.
Houille IV.658

Combes (montagne des), au-dessus de Saint-Bonnet, Hautes-Alpes.
Quartz III.108

Combes (vallon de), près Champ, Isère.
Hématite III.267

Combe-Taneau, près la Bérarde, Haute-Savoie.
Bournonite II.707

Combeyrol, près Jumilhac-le-Grand, Dordogne.
Chromite IV.315

Combiers, Charente.
Limonite III.394

Comboire, près Seyssins, Isère.
Célestite IV.116
Hatchettite IV.621
Paraffine IV.621

Combourieux, S. de Saint-Chamant, Cantal.
Augite I.594

Combres, Loire.
Anthracite IV.649
Bois silicifié III.156

Combres, Puy-de-Dôme.
Galène II.487

Combrimont, Vosges.
Tourmaline I.100

Combronde (à l'O. de), Puy-de-Dôme.
Tourmaline I. 97

Combrossol (route de) à Saint-Yrieix, Corrèze.

Tourmaline I.81, 96
Comères, en Seix, Ariège.
Hornblende IV.789
Comères (lac des), en Castillon, Ariège.
Hornblende IV.789
Commentry, Allier.
Almandin I.250
Alunogène IV.237
Anorthite II.201
Augite I.603
Bois silicifié III.157
Cohénite II.469
Copiapite IV.250
Cordiérite I, 525, 531
Fluorine II.784
Graphite II.362
Houille IV.657
Kaolinite I.469
Mascagnite IV. 28
Pyrite II.601
Rhabdite II.469; IV. 851
Salmiac II.769
Sidérite III.620
Soufre II.368
Vivianite IV.456, 460
Commentry (la Bouiche), Allier.
Cohénite II.469
Rhabdite II.469
Vivianite II.469
Commentry (chemin de) à Néris, Allier.
Fluorine II.784
Communay, Isère.
Pyrite II.605
Commune (ravin de la), en Revin, Ardennes.
Ottrélite I.371
Compains, Puy-de-Dôme.
Orthose II.101
Compeyrouse, près Arvieu, Aveyron.
Clinochlore I.382
Compiègne (forêt de), Oise.
Quartz III.106
Compissade, entre la Bourboule et le Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Calcite III.542
Opale III.323
Compreignac, Haute-Vienne.
Autunite IV.546
Columbite IV.617
Triplite IV.432
Comps, Drôme.
Barytine IV. 99
Comtesse (îlot de la), près Saint-Quay-Portrieux, Côtes-du-Nord.
Epidote IV.709
Concots, près Limogne, Lot.
Brushite IV.497
Colophanite IV.564
Quercyite IV.585
Condamine (la), Cantal.
Chabasie II.329
Condé, près Houdan, Seine-et-Oise.
Argile smectique I.479
Condé-sur-Sarthe, près Alençon, Orne.
Almandin I.242
Tourmaline I. 85
Voir **Pont-Percé**.
Condorcet, Drôme.
Blende II.536
Célestite IV.116
Dolomite III.653
Galène II.502
Gypse IV.208
Quartz III.116
Condrieu, Rhône.
Or II.433
Conflans, Haute-Saône.
Limonite III.385
Conflans, Meurthe-et-Moselle.

Limonite III.385
Confolens, Charente.
Blende II.532
Confolensite I.482
Galène II.487
Limonite III.394
Pyrite II.587
Quartz III. 53
Congres (les), Hautes-Alpes.
Anthracite IV.650
Conleau (anse de), près Vannes, Morbihan.
Anatase III.186
Gigantolite I.521
Ilménite III.293
Rutile III.198
Conliège, Jura.
Célestite IV.111
Dolomite III.653
Conneré, Sarthe.
Calcite III.508
Colophanite IV.574
Conquet (le), Finistère.
Staurotide I. 8
Cons (ruisseau de), affluent de la Reissouze, Ain.
Vivianite IV.461
Cons, près Favrège, Savoie.
Calcite III.502
Contremoulins, en Fécamp, Seine-Inférieure.
Passyite III.132
Contrie (la), près Nantes, Loire-Inférieure.
Fluorine II.780
Copchoux, en Mouzeil, Loire-Inférieure.
Calcite III.452
Pyrite II.594
Coquille (grotte de la), au hameau de Fauzan, Hérault.
Brushite IV.493
Corarvilliers, Vosges.
Sphène II.245
Coray, Finistère.
Staurotide I. 8
Corbeau (ravin du) à Linchamps, en Hautes-Rivières, Ardennes.
Ottrélite I.371
Corbelet (mont), à Saint-Thibaud-de-Couz, Savoie.
Calcite III.506
Corbelières, en Vallet, Loire-Inférieure.
Brookite III.175
Corbes (las), près Alban-le-Fraysse, Tarn.
Galène II.483
Sidérite III.604
Corbeyre, Loire.
Houille IV.658
Corbières, Aude.
Stibine ? II.450
Zinkénite ? II.692
Corbières, Aveyron.
Bournonite II. 702
Chalcopyrite II.683
Covellite IV.857
Erubescite II.675
Molybdénite II.464
Panabase II.726
Stibine ? II.450
Ullmannite II.641
Corbières (les), Savoie.
Anthracite IV.650
Corbigny, Nièvre.
Barytine IV. 90
Calcite III.481
Corcelles, Haute-Saône.
Gypse IV.174
Houille IV.659
Cordé (puy), Puy-de-Dôme.

Analcime IV.832
Néphéline I.499; IV.754
Sphène IV.822
Corderie, en Peaule, Morbihan.
Almandin I.244
Corenc, près Grenoble, Isère.
Orthose II.108
Corent (le puy), sur l'Allier, Puy-de-Dôme.
Aragonite III.682
Asphalte IV.625
Augite I.595; V. 57
Barytine IV. 93
Calcite III.519
Fiorite III.321
Gypse IV.191
Hornblende I.679
Hyalite III.321
Orthose II.103
Titanomagnétite IV.324
Cormail, Haute-Loire.
Gypse IV.191
Cornadore (thermes du mont), Puy-de-Dôme.
Opale II.446
Orpiment II.446
Soufre II.371
Corneilla-de-Conflent, Pyrénées-Orientales.
Manganite III.358
Corneille (rocher), près le Puy, Haute-Loire.
Almandin I.248
Andésine II.179
Cordiérite I.523
Disthène I. 72
Ferropicotite IV.309
Hypersthène I.566
Rutile III.196
Sillimanite I. 56
Cornet (village), Puy-de-Dôme.
Fluorine II.783
Cornet (roche), en Saint-Jacques-d'Amburg, Puy-de-Dôme.
Fluorine II.783
Quartz III. 93
Corniglion (filon de), près Vizille, Isère.
Ankérite III.662
Cornil, Corrèze.
Mispickel IV.863
Cornillon (cime du), Isère.
Axinite I.294, 297
Epidote I.146
Cornillon, près Firmy, Loire.
Barytine IV. 89
Calcite III.577
Cornonet (puy de), Puy-de-Dôme.
Asphalte IV.625
Calcédoine III.140
Cornu (lac), près Chamonix, Haute-Savoie.
Tourmaline I.101
Cornuaille (la), Maine-et-Loire.
Cassitérite III.227
Cors (hameau de), 2 kil. S.-O. de Saint-Cernin, Cantal.
Disthène I. 72
Corse.
Anorthose II.117
Chalcosite IV.853
Chloromélanite IV.774
Clinochlore I.383
Crossite IV.800
Glaucophane I.705; IV.800
Grossulaire I.227
Hypersthène I.559
Jadéite IV.774
Labrador II.188
Labrador-Bytownite II.188
Microcline II.126
Olivine I.185

Pennine I.388
Plagioclase II.53, 55, 63
Talc I.453
Tourmaline I.101
Trémolite I.654
Zoïsite I.133

Corse (cap), Corse.
Antigorite I.427
Bastite I.425
Bronzite I.550
Cinabre II.550
Diallage I.589
Hypersthène I.559
Labrador II.188
Labrador-Bytownite II.188
Oligoclase-Albite II.173
Smaragdite I.673
Soufre II.379
Sphène II.253
Stibine II.456

Corte, Corse.
Chalcopyrite II.686
Glaucophane I.705
Panabase II.733

Cos, près Caylus, Tarn-et-Garonne.
Quercyite IV.581, 585

Cosses (ravin des), Gard.
Bois silicifié III.158

Costa-Bona. Voir **Costabonne**.

Costabonne (pic de), près la Preste, Pyrénées-Orientales.
Almandin I.248
Mélanite I.233

Costebarbe, en Orthez, Basses-Pyrénées.
Asphalte IV.629
Rétinite IV.641

Costebelle (massif du Mézenc), Haute-Loire.
Néphéline I.500

Coste-Cirgues, près Brioude, Haute-Loire.
Calcite III.577
Quartz III. 72

Coste-Durfort, Gard.
Blende II.539
Fluorine II.787
Galène II.500
Smithsonite III.631

Costeils (les), près Maisons, Aude.
Galène II.483

Costerbouze (quartier de), Drôme.
Randannite IV.326

Costes (mine de las), en Alban-le-Fraysse, Tarn.
Cuivre II.401
Cuprite III.305
Erubescite IV.868
Gœthite III.351
Hématite III.269
Limonite III.374
Manganite III.358
Malachite III.746
Pseudomalachite IV.434
Psilomélane IV. 16
Turgite III.374

Costes de Comeires (la), Gard.
Hématite III.282

Cot de Ger, à Bagnères, Hautes-Pyrénées.
Pyrite II.612

Côte (étang de la), Allier.
Almandin I.250
Cordiérite I.526

Côte (montagne de la), près Chamonix, Haute-Savoie.
Quartz III. 79
Sphène III.239

Coteaux (car. des), à la Martinière, près le Pellerin, Loire-Inférieure.
Molybdénite II.463

Côte d'Abot, près Saint-Amand-Tallende, Puy-de-Dôme.
Almandin I.249
Côte-d'Argentière (la), près Blot-l'Église, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 61
Côte des Basques, à Biarritz, Basses-Pyrénées.
Calcite III.514
Côte de Varenne, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 82
Côte du Bois (da Bo), vallée du Lieuzon, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 82
Côtes (les), près Clermont, Puy-de-Dôme.
Aragonite III.693
Ménilite III.337
Côte-Sainte-Catherine, près Rouen, Seine-Inférieure.
Colophanite IV.573
Côte-Thiollière (la), Loire.
Houille IV.657
Côte-Velin, Savoie.
Anthracite IV.650
Côte Verse, à droite de la route de Clermont à Pontgibaud, Puy-de-Dôme.
Cordiérite I.524
Coubon, Haute-Loire.
Aragonite III.691
Calcite III.583
Mésotype II.267
Olivine IV.717
Couches-les-Mines, Saône-et-Loire.
Gypse IV.174
Coucy-le-Château, Aisne.
Calcite III.512
Couday (le), Maine-et-Loire.
Résine fossile IV.641
Coudes, Puy-de-Dôme.
Aragonite III.683
Barytine IV.82, 85, 87
Coudier (le), à Larmont, en Saint-Sylvestre, Haute-Vienne.
Autunite V. 8
Béryl IV.805
Lépidolite IV.737
Microlite IV.606
Topaze IV.682
Coudraie (la), près Huelgoat, Finistère.
Andalousite I. 43
Couëron (fonderie), près Nantes, Loire-Inférieure.
Galène II.508
Microcline II,122; IV.817
Muscovite I.342
Pyrite II.592
Sillimanite I. 54
Vivianite IV.459
Couësmes (butte de), près Rennes, Ille-et-Vilaine.
Mispickel IV.862
Couesnon (le), rivière, Ille-et-Vilaine.
Pinite I.520
Couffy, Loir-et-Cher.
Limonite III.393
Silex III.151
Couhars, près Autun, Saône-et-Loire.
Autunite IV.548
Barytine IV. 90
Couillade (col de la), en Suc, Ariège.
Hornblende I.676
Coulangé, près Aubigné, Maine.
Gypse IV.200
Couldre (la), en Entrammes, Mayen.
Pyrite II.597
Coulédoux, Ariège.
Picotite IV.307
Coulomé (métairie de), entre Castel-

nau-Durban et Rimont, Ariège.
Magnétite IV.320
Coulommiers, Seine-et-Marne.
Magnésite I.459
Coulon, Haute-Loire.
Chabasie III.329
Coulonges, entre Mayné et Gatebourse, Deux-Sèvres.
Galène II.506
Coulonges, Vienne.
Limonite II.394
Couloubret, à Ax, Ariège.
Idocrase I.168
Coume de Bareille, Haute-Garonne.
Dipyre II.222
Stilbite II.319
Coume de Ger (mine de), Haute-Garonne.
Blende II.529
Galène II.498
Coume de Labesque (haute région d'Oo), Haute-Garonne.
Tourmaline I. 91
Coume del Cabail-Mort, près Saint-Martin-du-Canigou, Pyrénées-Orientales.
Almandin I.248
Coumélie, Hautes-Pyrénées.
Blende II.529
Gédrite IV.784
Hornblende I.686
Coumeloup, Ariège.
Bauxite III.346
Coumély. Voir **Coumélie**.
Coumes (ferme de), en Audressein, Ariège.
Dipyre II.223
Coumes (tuc de), en Audressein, Ariège.
Bastite I.425
Calcédoine III.136
Dipyre II.223
Magnétite IV.321
Coumetorte, Ariège.
Bauxite III.346
Coupeau, Haute-Savoie.
Anthracite IV.650
Coupet (volcan du), près Saint-Eble, Haute-Loire.
Apatite IV.390
Augite I.594
Corindon III.241,243
Ferropicotite IV.309
Hornblende I.678
Hypersthène I.565,566
Olivine I.178, 188
Titanomagnétite IV.324
Zircon III.212, 214
Coupette (la), Lozère.
Stibine II.451
Couplan, Hautes-Pyrénées.
Andalousite I. 48
Couplevoie, Ardennes.
Hématite III.279
Couquet (métairie du), Landes.
Aragonite III.671
Cour (vallée de la), Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Biotite I.325
Plagioclase II.61
Couradille (massif de), Haute-Garonne.
Staurotide I. 13
Courbette (combe de la), Hautes-Alpes.
Chalcopyrite II.685
Courcelles, près Soissons, Aisne.
Lignite IV.664
Courcelles, Aube.
Gypse IV.202
Courcelles-Fremoy, en Auxois, Côte-d'Or.

Fluorine II.793
Courcelles-lès-Lens, Pas-de-Calais.
Houille IV.655
Cour-Cheverny, Loir-et-Cher.
Struvite IV.451
Couret-de-la-Lit (col de), Hautes-Pyrénées.
Wavellite IV.527
Courette (la), Hautes-Pyrénées.
Stibine II.450
Coureuges (ferme de), en Saint-Prejet-Armandon, Haute-Loire.
Actinote I.653
Antigorite I.428
Asbeste I.656
Biotite I.324
Bronzite I.550
Chrysolite IV.743
Courgoul, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 61
Galène II.488
Stibine II.454
Courniou, 6 kil. de Saint-Pons, Hérault.
Calcite III.535
Hématite III.268
Cournon, Puy-de-Dôme.
Asphalte IV.625
Mésotype II.270
Pyrite II.628
Courny (puy), Cantal.
Ménilite III.337
Opale résinite III.337
Couronne (la), Charente.
Résine fossile IV.642
Courret (le), vallée de Lesponne, Hautes-Pyrénées.
Epidote I.152
Courrières, Pas-de-Calais.
Houille IV.654
Marcasite II.656
Pyrite II.597
Cours, près Champdeniers, Deux-Sèvres.
Galène II.506
Cours (entre les) et la Place, près Clermain, Saône-et-Loire.
Leucite II. 5
Courtade (puy de la), Puy-de-Dôme.
Barytine IV.82, 85, 87
Orthose? II. 86
Courteron, Aube.
Calcite III.499
Courtes (aiguille des), Haute-Savoie.
Albite II.154
Molybdénite II.463
Quartz III. 77
Sphène II.239
Courtes (mine de). Voir **Pierrefitte**.
Courtil-Leuillier, en Saint-Paul, Oise.
Gypse IV.201
Courtillon (ruisseau de), à las Corbes, Aude.
Galène II.483
Courtine, en Ollioules, Var.
Hyalite III.322
Courupt (route de) à Girmont, Vosges.
Sphène II.252
Coussac-Bonneval, Haute-Vienne.
Augite IV.769
Kaolin I.466
Stibine II.453
Coussac-Bonneval (entre) et Saint-Yrieix, Haute-Vienne.
Mispickel II.669
Orthose II. 82
Rutile III.200
Coussia (la), près Urdos, vallée d'Aspe, Basses-Pyrénées.
Chalcosite II.513

Couteliers (moulin de), en Cusset, Allier.
Galène II.490
Couterie (la), en Couffé, Loire-Inf.
Stibine II.449
Coutres, route de Cauterets, Hautes-Pyrénées.
Blende II.529
Couze (sources de la), Cezallier, Puy-de-Dôme.
Hornblende V. 5
Couze de Chambon (vallée de la), Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 82
Couzeix (entre) et Millemilange, Haute-Vienne.
Or (Aurières) II.431
Couzon (étang de), près Rive-de-Gier, Loire.
Andalousite I. 37
Staurotide I. 14
Tourmaline I. 98
Couzon, Rhône.
Calcite III.487
Quartz III.113
Coz (cap), près Concarneau, Finistère.
Almandin I.243
Crabioulès (pic), Haute-Garonne.
Almandin I.247
Andalousite I. 33
Crabioulès (entre le pic de) et la vallée du Lys, Haute-Garonne.
Staurotide I. 13
Craie (cascade de la), Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Analcime IV.832
Craie (ravin de la), au Sancy (Mont-Dore), Puy-de-Dôme.
Alunite IV.140
Opale III.322
Plagioclase II. 49
Soufre II.367, 371
Cransac, Aveyron.
Alunogène IV.238
Anorthite II.201
Augite I.603
Bournonite II.703
Cordiérite I.533
Graphite II.362
Gypse IV.207
Houille IV.658
Kaolinite I.469
Rhabdite II.469
Salmiac II. 769
Sidérite III.619
Soufre II.368
Vivianite IV.456
Crastes, près Auch, Gers.
Odontolite IV.578
Cravanche (mont), près Belfort, Belfort.
Calcite III.493
Créach-André, près Saint-Pol, Finistère.
Béryl II. 14
Microcline II.125
Oligoclase-Albite II.171
Crèches (car. de), près Mâcon, Saône-et-Loire.
Bol I.488
Calcite III.498
Pyrite II.613
Cregols, Lot.
Quercyite IV.584
Creissels, Aveyron.
Chalcopyrite II.683
Galène II.484
Crémaillot (filon du), à Plancher-les-Mines, Haute-Saône.
Or II.422
Panabase II.730

Créney, près Troyes, Aube.
Marcasite II.657
Pyrite II.614
Crespin, Nord.
Houille IV.655
Cressigny (hameau de), Puy-de-Dôme.
Cordiérite I.524
Cressy-sur-Somme, Saône-et-Loire.
Andalousite I. 49
Grossulaire IV.724
Mélanite I.233
Cret-Dessus, près Saint-Claude, Jura.
Célestite IV.115
Cretin, en Brech, Morbihan.
Gigantolite I.521
Creuse (département).
Mispickel II.666
Creuse (vallée de la), Indre-et-Loire.
Glauconie I.413
Creuse du Porchets (ravin de), à Charmasse, Saône-et-Loire.
Triplite IV.433
Creusot (le), Saône-et-Loire.
Fayalite I.198
Houille IV.657
Pyrite II.604
Creux-de-Chantagour, en Vertaizon, Puy-de-Dôme.
Aragonite III.683
Creux-de-Layre (le), Ardèche.
Galène II.485
Creuze (entre la) et Vaux, Rhône.
Talc IV.744
Crévic, Meurthe-et-Moselle.
Sel gemme II.760
Crochat, Haute-Vienne.
Orthose IV.814
Crocomby, Rhône.
Anthracite IV.649
Crocq, Creuse.
Stibine II.454
Croisic (le), Loire-Inférieure.
Tourmaline I. 89
Croix (puy de la), Cantal.
Hypersthène I.560
Croix (la), sous Loqueltas, île de Groix, Morbihan.
Glaucophane I.703
Croix-aux-Mines (la), Vosges.
Ankérite III.660
Argent II.412
Barytine IV. 63
Calcite III.554
Cérusite III.714, 716
Chessylite III.772
Chloanthite II.634
Dolomite III.655
Galène II.490
Malachite III.747
Massicot III.313
Panabase II.728; IV.880
Proustite II.714
Pyromorphite IV.402
Quartz III. 94
Sidérite III.604, 613
Stromeyérite II.518
Tourmaline I.100
Croix-Blanche (la), Saône-et-Loire.
Pyrite II.607
Croix-Blanchot (entre la) et Marmagne, Saône-et-Loire.
Sillimanite I. 58
Croix-de-Bardine, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 83
Croix de la Paille (la), Haute-Loire.
Corindon III.243
Croix-de-Montvieux (la), Loire.
Sillimanite I. 57
Tourmaline I. 98
Croix-de-Pic (la), Charente.
Gypse IV.178

Croix-de-Sainte-Tanoque (la), N.-O., en Lercoul, Ariège.
Dipyre II.226
Croix des Boutières, S. du Mezenc, Haute-Loire.
Chabasie II.328
Christianite II.304
Croixille (la), Mayenne.
Pyrite II.595
Croix-Montvieux, Loire.
Almandin I.250
Croix-Morand, Puy-de-Dôme.
Augite I.595
Augite titanifère I.595
Labrador II.189
Labrador-bytownite II.189
Psilomélane IV. 22
Sanidine II.100
Croix-Saint-Barthélemy (la), en Champagnat-le-Jeune, Puy-de-Dôme.
Quartz améthyste III. 73
Croix-Saint-Hilaire, Ardennes.
Colophanite IV.565
Croizet (escarpement du), près Thiezac, Cantal.
Anomite I.326
Hypersthène I.560
Plagioclase II. 61
Croizille (la), près Najac, Aveyron.
Smithsonite III.631
Croquier, massif du pic Saint-Barthélemy, Ariège.
Andalousite I. 34
Cros (domaine de), à Valleraugue, Gard.
Mercure II.416
Cros (le), Isère.
Magnétite IV.333
Sidérite III.606
Cros, Puy-de-Dôme.
Cordiérite I.524
Fibrolite I. 57
Cros-de-Montvert (entre) et le hameau de Goulles, Cantal.
Cordiérite I.524
Cros-du-Charnier, près Solutré, Saône-et-Loire.
Brushite IV.493
Cros-en-Vollore-Ville, Puy-de-Dôme.
Boulangérite II.696
Crossac, Loire-Inférieure.
Galène II.482
Crossay, Loire-Inférieure.
Mélanite I.234
Crot-Blanc (filon de), à Grury, Saône-et-Loire.
Fluorine IV.886
Crots. Voir **Cros** (le).
Crottes (bois des), Hautes-Alpes.
Gypse IV.176
Crouël (puy de), Puy-de-Dôme.
Calcédoine III.140
Pissasphalte IV.625
Croustet (le), Haute-Loire.
Apatite IV.390
Aragonite III.691
Augite I.593
Corindon III.241, 243
Disthène I. 72
Ferropicotite IV.309
Hornblende I.678
Ilménite III.291
Olivine I.179
Pléonaste IV.305
Sillimanite I. 56
Sphène II.249
Sphérosidérite III.615
Titanomagnétite IV.317, 324
Zircon III.210, 212
Croutelle, Vienne.
Calcite III.486
Croux, près Matour, Saône-et-Loire.

Orthose II.68, 93 ; IV.814
Crouy, près Soissons, Aisne.
Calcite III.512
Crouy, près Mauriac, Cantal.
Barytine IV. 60
Crouzet, Haute-Loire.
Aragonite III.691
Crouzet, Lozère.
Hydrozincite III.738
Smithsonite III.631
Crouzille (car. de l'étang de la), près Limoges, Haute-Vienne.
Béryl IV.805
Crussol, Ardèche.
Calcite III.496
Marcasite II.651
Cruzy (source), O. de Balaruc, Hérault.
Epsomite IV.215
Cublac, Corrèze.
Houille IV.657
Cuchat (mont), Saône-et-Loire.
Rutile IV.895
Cuers, Var.
Gypse IV.176
Cuise-la-Motte, près Pierrefond, Oise.
Calcédoine III.144
Glauconie I.414
Quartz III.106
Culles, Saône-et-Loire.
Calcite III.481
Curbans, Basses-Alpes.
Barytine IV. 91
Curbans, près de la montagne Aujarde, Basses-Pyrénées.
Galène II.502
Curcy, Calvados.
Argent II.412
Cure-Biasse, Var.
Orthose II. 94
Curis, Rhône.
Calcite III.490
Curlu, Somme.
Colophanite IV.574
Curzo, Corse.
Orthose II. 95
Cussac, Haute-Loire.
Calcite III.518
Cussagol, Cantal.
Labrador II.189
Plagioclase II.57, 59
Cusy (grottes de), Haute-Savoie.
Or IV.842
Cuvilly, près Compiègne, Oise.
Lignite IV.664
Cuzeau (roc de), Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Anorthose II.118
Augite I.603
Hématite III.262
Martite IV.326
Sanidine II.107
Tridymite III.167
Cuzion, Indre.
Béryl IV.805
Cuzy, près Luzy, Saône-et-Loire.
Andalousite IV.677
Columbite IV.617
Gigantolite IV.759

D

Dadou (mine du). Voir **Peyrebrune**.
Dahu, près Lubilhac, Haute-Loire.
Barytine IV. 70
Pyrite II.587
Stibine II.452
Dallet, sur l'Allier, Puy-de-Dôme.

Mésotype II.270
Daluis, Alpes-Maritimes.
Gypse IV.176
Dambenoit, Haute-Saône.
Gypse IV.174
Damblain, Vosges.
Colophanite IV.569
Damgan (côte de), Morbihan.
Chloritoïde I.368
Dammiat, près Brive, Corrèze.
Tourmaline I. 96
Danjoutin, Belfort.
Calcite III.501
Danzé, Loir-et-Cher.
Limonite III.393
Daoulas, Finistère.
Kaolin I.466
Quartz III. 58
Dar (pointe du), Savoie.
Chloritoïde I.373
Darbon, Haute-Savoie.
Lignite IV.664
Dardilly, Rhône.
Orthose II. 74
Dardon, près Toulon-sur-Arroux, Saône-et-Loire.
Orthose II. 75
Dargilan (grotte de), dans le Causse Noir, Aveyron.
Calcite III.535
Daü. Voir **Dahu**.
Dauphin, Basses-Alpes.
Gypse IV.191
Lignite IV.664
Dauphiné, Hautes-Alpes.
Mohsite III.297
Muscovite I.348
Phénacite I.203
Quartz III. 83
Quartz du Dauphiné II.423; III.113
Ripidolite I.392
Dauzat-sur-Vodable, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 88
Davayé, Saône-et-Loire.
Gypse IV.201
Davejean, Aude.
Galène II.483
Manganite III.356
Panabase II.726
Dax, Landes.
Anhydrite IV. 41
Aragonite III.671
Epsomite IV.214
Gypse IV.172
Limonite III.398
Polyhalite IV.252
Quartz III.58, 110
Sel gemme II.756
Stilbite II.319
Debruge (la), près Gargas, Vaucluse.
Gypse IV.192
Decazeville, Aveyron.
Ankérite III.662
Arsénolite III. 13
Galène IV.851
Hématite IV.899
Houille IV.658
Kalinite IV.254
Kaolinite I.469
Sidérite III.619
Decize, Nièvre.
Houille IV.657
Kaolin I.468
Sidérite III.620
Decize (mines de), à la Machine, Nièvre.
Galène II.505
Gypse IV.174
Deilla-d'Orlu (coume de), Ariège.
Laumontite III.343
Stilbite II.318
Demange-aux-Eaux, Meuse.

Célestite IV.115
Denain, Nord.
Houille IV.655
Denée, Maine-et-Loire.
Actinote I.655
Deneuille, Allier.
Anthracite IV.650
Denise (la), près le Puy, Haute-Loire.
Andésine II.179
Apatite IV.390
Cordiérite I.523
Corindon III.241, 243
Disthène I. 72
Ferropicotite IV.309
Fiorite III.322
Hornblende I.678
Hyalite III.322
Plagioclase II. 50
Pléonaste IV.305
Sillimanite I. 56
Wolfram IV.291
Zircon III.210, 212, 214
Dennemont, Seine-et-Oise.
Marcasite II.656
Dent-d'Oche (la), Haute-Savoie.
Lignite IV.664
Dent-Parrachée (Vanoise), Savoie.
Glaucophane I.704
Derochade, Haute-Loire.
Fluorine II.783
Orthose II. 74
Descloyes, près Marmagne, Saône-et-Loire.
Biotite I.324
Désert (le), en Mayres, Ardèche.
Galène II.485
Désert (le), Loire.
Anthracite IV.649
Désert (le), Maine-et-Loire.
Houille IV.654
Désert (le), Savoie.
Colophanite IV.573
Desière, près Avrillé, Maine-et-Loire.
Mispickel II.668
Desine. Voir **Desière**.
Deux-Fours (car. des), à Nantes, Loire-Inférieure.
Mispickel II.672
Deux-Sèvres (département).
Pyrite II.607, 608
Devès, à Bessèges, Gard.
Mélantérite IV.225
Devèze, en Veylats, Lot.
Brushite IV.497
Dahllite IV.557
Devilaine (puits), à Montrembert, Loire.
Sidérite III.620
Deville, Ardennes.
Magnétite IV.339
Pyrite II.596
Devois (le), Hérault.
Houille IV.659
Dheune (vallée de la), Saône-et-Loire.
Gypse IV.174
Diable (étang du), Saint-Barthélemy, Ariège.
Orthose II. 80
Tourmaline I. 93
Diable (gorge du), près Saint-Christophe, Isère.
Epidote I.149
Graphite II.361
Prehnite I.274
Diable (car. du), à Irigny, Rhône.
Biotite I.321
Orthose II. 82
Die, Drôme.
Cérusite III.722
Orthose II.109

Die (entre) et Romeyer, Drôme.
Quartz III.114
Dielette, Manche.
Diopside I.599
Epidote I.153
Hématite III.265
Magnétite IV.339
Mélanite I.232
Pyrite II.594
Dienne, Cantal.
Plagioclase II. 60
Dienville, Aube.
Pyrite II.609
Dieppe, Seine-Inférieure.
Marcasite II.656
Dierry-la-Bataille, Puy-de-Dôme.
Calcite III.521
Dieulefit, Drôme.
Glauconie I.413
Diges, Yonne.
Limonite III.389
Ocre III.389
Dignac, Charente.
Kaolin I.468
Digne, Basses-Alpes.
Anhydrite IV. 44
Orthose II.109
Pyrite II.607
Soufre II.369
Dignes, Yonne.
Gypse IV.202
Dijon, Côte-d'Or.
Colophanite IV.572
Dimont, Nord.
Résine fossile IV.644
Dinan, Côtes-du-Nord.
Ferbérite IV.283
Schéelite IV.278
Dinard, près Saint-Malo, Ille-et-Vilaine.
Microcline II.122
Tourmaline I. 86
Diois (le), Drôme.
Pyrite II.615
Dionay, Isère.
Lignite IV.664
Diou, Allier.
Bayldonite IV.514
Dissay, Sarthe.
Colophanite IV.575
Dives (falaises de), Calvados.
Pyrite II.608, 611
Dizimier, Loire.
Barytine IV. 89
Doirieu (entre la Maison-Blanche et Yzeron), Rhône.
Fluorine II.784
Dôle, Jura.
Célestite IV.115
Dolent (mont), Haute-Savoie.
Quartz III. 77
Dolifé (car. de), N.-O. d'Avignon, Tarn-et-Garonne.
Calcite III.514
Domancy, Haute-Savoie.
Gypse IV.175
Dombasle-en-Argonne, Meuse.
Colophanite IV.572
Houille IV.655
Sel gemme II.760
Dombes, près Trévoux, Ain.
Ætite III.399
Domène, Isère.
Sidérite III.606
Domjulien, Vosges.
Gypse IV.174
Dommartin, Rhône.
Béryl II. 19
Muscovite I.347
Domneuve, entre Nouvelle (Tuchan) et Embrès, Aude.
Quartz III.111

Dompierre, Nord.
Calcite III.459
Donates (pont des), Haute-Savoie.
Asphalte IV.631
Doncy, Savoie.
Chalcopyrite II.685
Panabase II.731
Donges, Loire-Inférieure.
Quartz III. 58
Donne (plateau de), Cantal.
Augite I.594
Donon (montagne du), Vosges.
Or II.426
Donon-de-Rothau (petit), Vosges.
Mélanite I.234
Don-Sainghin, Nord.
Sidérite III.621
Dore (mont), Puy-de-Dôme.
Biotite I.327
Cordiérite I.524; IV.761
Glace III. 3
Haüyne I.510, 512; IV.756
Hématite III.255
Hornblende I.680
Hyalite III.322
Hypersthène I.561
Kalinite IV.255
Labrador II.189
Magnétite IV.329
Noséane I.510
Olivine I.180
Opale III.323; IV.899
Orthose II. 74
Plagioclase II.55, 57, 59
Pyrite II.628
Quartz III. 63
Sanidine II.100
Sillimanite I. 59
Soufre II.371
Sphène II.248
Sphérosidérite III.370, 616
Stilbite II.320
Titanomagnétite IV.324
Tridymite III.165
Dore (mont), Lyonnais, Rhône.
Microcline IV.818
Dore-l'Église, Puy-de-Dôme.
Serpentine I.448
Thermophyllite I.448
Tourmaline I. 97
Dorignies, près Douai, Nord.
Marcasite II.656
Dorlay (vallée de), Loire.
Disthène I. 72
Douarnenez, Finistère.
Limonite III.400
Tourmaline I.84; IV.864
Doubs (département).
Pyrite II.608
Doubs (rivière du), Jura.
Or II.433
Douchy, Nord.
Houille IV.655
Sidérite III.618
Doué-la-Fontaine, Maine-et-Loire.
Houille IV.656
Doulon, près Nantes, Loire-Infér.
Cassitérite III.220
Dourbes, Basses-Alpes.
Pyrite II.608
Dourbies, Gard.
Orthose II. 74
Dourdel, Loire.
Houille IV.657
Dourges, Pas-de-Calais.
Houille IV.655
Douriaux, près Charbonnières-les-Varennes, Puy-de-Dôme.
Chalcolite IV.552
Dousque (entre Goueyze et Peyre-Ficade), Cantal.
Disthène I. 72

Douves-Saint-Nicolas, à Nantes, Loire-Inférieure.
Almandin I.245
Löllingite II.662
Douvrin, Pas-de-Calais.
Pyrite II.597
Doux (ravin de), près Yolet, Cantal.
Sanidine II. 99
Douze (mine de la), près Chenelette, Rhône.
Cérusite III.713
Pyromorphite IV.401
Wulfénite IV.270
Doyet, Allier.
Houille IV.657
Pyrite II.602
Dracy, Yonne.
Marcasite II.658
Draguignan, Var.
Colophanite IV.569
Drain, Maine-et-Loire.
Almandin I.246
Dramont (car. du), près Agey, Var.
Analcime II.286
Anorthite II.199
Bytownite II.199
Hornblende I.671
Laumontite III.344
Stilbite II.318
Draversa, près d'Abondance, Haute-Savoie.
Gypse IV.175
Drée (puits de la), à Épinac, Saône-et-Loire.
Pyrite II.604
Dreuil-Hamel, près Hallencourt, Somme.
Colophanite IV.574
Drevin, près Couches, S.-et-L.
Mésotype II.271
Olivine I.188
Drocourt, Pas-de-Calais.
Houille IV.655
Droites (aiguille des), Haute-Savoie.
Quartz III. 77
Droiturier, près la Palisse, Allier.
Béryl II. 19
Molybdénite II.463
Drôme (département).
Pyrite II.608
Dru (aiguille du), Haute-Savoie.
Quartz III. 77
Drû-Land, en Belle-Isle-en-Terre, Côtes-du-Nord.
Halloysite IV.748
Drul-Land. Voir **Drû-Land**.
Drux, en Reterre, Creuse.
Stibine II.454
Duc (car. du), près la station de la Mède, en Châteauneuf-les-Martigues, Bouches-du-Rhône.
Calcite III.507
Duerne, Rhône.
Diopside I.584, 608
Idocrase IV.712
Oligoclase-Albite II.172
Sphène II.245
Duilhac, Aude.
Galène II.483
Dun-le-Roi, Cher.
Limonite III.393
Opale III.336
Durance (vallée de la), Alpes Cottiennes.
Chloromélanite, *Jadéïte* IV.774
Plagioclase II. 58
Durande (massif de la), Haute-Loire.
Augite I.593
Hornblende I.678
Duranus, Alpes-Maritimes.
Calcite III.568
Réalgar III.568 ; IV.848

Durban, Aude.
Houille IV.659
Quartz III.111
Durbiat, Haute-Loire.
Barytine IV. 60
Durfort, Gard.
Barytine IV. 59
Blende IV.855
Calcite III.479
Fluorine II.885
Durmignat, Allier.
Almandin I.250
Durtol, Puy-de-Dôme.
Cordiérite I.524

E

Eau d'Olle (rivière de l'), Isère.
Quartz III. 79
Eaux-Bonnes, Basses-Pyrénées.
Calcite III.534
Colophanite IV.568
Idocrase I.162
Quartz III. 70
Soufre II.369
Tourmaline II.105
Eaux-Chaudes (les), Basses-Pyrénées.
Quartz III. 70
Éboulet, Haute-Saône.
Houille IV.655
Échaillon (l'), en Vlagodemar, Hautes-Alpes.
Chalcopyrite II.686
Échalas (l'), près Givors, Rhône.
Muscovite I.347
Échalette. Voir **Échelette**.
Échassière (l'), Landes.
Bitume II.757
Échassières, Allier.
Cassitérite III.221
Fer II.392
Lépidolite I.357
Néotantalite IV.607
Topaze IV.682
Échaud (l'). Voir **Laschaux**.
Échauda (col de l'), vallon de Fréjus, Hautes-Alpes.
Graphite II.362
Échelette (filon de), à Theys, Ardèc.
Blende II.531
Galène II.485
Échelette (l'), à Thines, Gard.
Barytine IV. 59
Échevanne, Jura.
Limonite III.396
Échiré, près Niort, Deux-Sèvres.
Pyrite II.611
Écorchade (l'), Puy-de-Dôme.
Hyalite III.322
Écouchets (montagne des), près du Creusot, Saône-et-Loire.
Chromocre I.360
Quartz III.105
Écusson (octroi de l'), Loire-Infér.
Andalousite I. 33
Gigantolite I.521
Tourmaline I. 89
Édembouches (ravin des), vallée de Chaudefour, Puy-de-Dôme.
Alunite IV.140
Effry, Aisne.
Calcite III.492
Égats (les), Ardèche.
Galène II.486
Égletons, Corrèze.
Muscovite I.345
Tourmaline I. 96

Église-Neuve (car. d'), Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 84
Égravats (les), Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Biotite IV.734
Hyalite III.322
Hypersthène I.562
Sanidine II.100
Topaze I. 62
Éguilles, Bouches-du-Rhône.
Célestite IV.125
Éguilles (entre) et Aix, Bouches-du-Rhône.
Gypse IV.192
Eichegué (ruisseau d'), fond de la vallée d'Ustou, Ariège.
Asbeste I.659
Einville-au-Jard, Meurthe-et-Moselle.
Gypse IV.174
Sel gemme II.760
Elinghen, près Marquise, Pas-de-Calais.
Calcite III.458
Éloyes, Vosges.
Pyrope I.239
Éloyes (entre) et Jarmenil, Vosges.
Olivine I.186
Elven, Morbihan.
Almandin I.244
Limonite III.392
Embinade (roc d'), Ariège.
Grossulaire I.225
Emblavès, Haute-Loire.
Augite I.593
Opale III.336
Embres, Aude.
Galène II.483
Embûche (l'), Mayenne.
Limonite III.392
Empalat (chemin forestier d'), près Murat, Cantal.
Chabasie II.329
Empujol, Ariège.
Quartz III.111
En Bas (torrent d'), rive droite du Vénéon, près des Etages, Isère.
Heulandite IV.834
Enclave (col d'), Tarentaise, Savoie.
Quartz III. 79
Encledous (roc d'), près Mijanès, Ariège.
Albite II.156
Clinozoïsite IV.710
Grossulaire I.224
Idocrase I.165
Enclos (fosse), Nord.
Calcite III.458
Encourtiech (château d'), près Saint-Girons, Ariège.
Staffélite IV.560
Wavellite IV.527
Enet (île d'), Charente-Inférieure.
Lignite IV.662
Résine fossile IV.642
Enfer (cascade d'), près Luchon, Haute-Garonne.
Andalousite I. 33
Enfer (rue d'), entre la vallée du Lys et le pic de Crabioulès, Haute-Garonne.
Staurotide I. 13
Enfer (rocher d'), sur l'Edre, près Nantes, Loire-Inférieure.
Dubuissonite I.483
Enfer (pointe d'), île de Groix, Morbihan.
Albite II.154
Glaucophane I.703
Ripidolite I.391
Enfer (val d'), Puy-de-Dôme.
Cordiérite IV.761
Sanidine II.100

Zircon III.215
Enfetchore (l'), massif de la Meije, Hautes-Alpes.
Quartz III. 86
Enghien, Seine-et-Oise.
Soufre II.369
Engomer (forge d'), près Castillon, Ariège.
Dipyre II.223
Phlogopite I.329
Quartz III. 62
Sphène II.253
Engoumer. Voir **Engomer**.
En Guich (mas d'), en Reynès, Pyrénées-Orientales.
Stéatite I.452
Enrivière, Ariège.
Quartz III.111
Entraigues (ravin d'), Isère.
Galène II.495
Entraix, Basses-Alpes.
Gypse IV.176
Entraygues, Aveyron.
Chalcolite IV.552
Quartz III. 52
Tourmaline I. 95
Entraygues. Voir **Antraigues-sur-Volane**.
Entre-deux-Eaux (Vanoise), Savoie.
Glaucophane I.704
Entrevernes, Haute-Savoie.
Lignite IV.664
Enval, près Riom, Puy-de-Dôme.
Barytine IV.81, 86
Epidote I.142
Enversin (cascade de l'), en Vaujany, Isère.
Béryl II. 22
Éparcy, Aisne.
Calcite III.492
Épériaux, près de la Grande-Verrière, Saône-et-Loire.
Magnétite IV.340
Épernay, Marne.
Evansite IV.532
Marcasite II.657
Épeugney, Doubs.
Pyrite II.608
Éphénède, Charente.
Barytine IV. 98
Psilomélane IV. 19
Épinac, Saône-et-Loire.
Anorthite II.201
Augite I.603
Calcite III.475
Cordiérite I.533
Houille IV.657
Pyrite II.604
Sidérite III.620
Épine (l'), Haute-Savoie.
Lignite IV.664
Épineux-le-Séguin, Mayenne.
Anthracite IV.649
Éply, Meurthe-et-Moselle.
Houille IV.655
Époisats (route de Vallorbes à la vallée de Joux), Doubs.
Pissasphalte IV.630
Époisses, Yonne.
Colophanite IV.570
Éraville, Charente.
Quartz III.117
Erbajolo, Corse.
Chalcopyrite II.686
Cuivre II.403
Panabase II.733
Erbalunga (8 kil. N. de Bastia), Corse.
Grossulaire I.227
Magnétite IV.335
Erbray, Loire-Inférieure.

Calcite III.452, 545
Pyrite II.594
Stibine II.458
Valentinite III. 21

Erbray (entre) et Saint-Julien-de-Vouvantès, Loire-Inférieure.
Pyrite II.594

Ercé (vallée d'), Ariège.
Picotite IV.307
Spinelle IV.304

Erdre (l'), rivière, Loire-Inférieure.
Gigantolite I.521

Ereslids (pic d'), Hautes-Pyrénées.
Axinite I.286

Éret (col d'), près Ercé, Ariège.
Dipyre IV.828
Forstérite IV.714
Hornblende IV.789
Spinelle IV.304

Éret (sentier du col d') à l'étang de Lherz, Ariège.
Dipyre II.225

Érieux (rivière de l'), près de Beauchâtel, Gard.
Or II.430; IV.842

Ernée, Mayenne.
Brookite IV.894

Ersa (mine d'), cap Corse, Corse.
Albite II.156
Stibine II.456

Esbarech (pont d'), Haute-Garonne.
Tourmaline I. 91

Escalatozte, arrondissement de Saint-Girons, Ariège.
Chalcopyrite II.682

Escambélé, Basses-Pyrénées.
Albite II.159
Leuchtenbergite I.383

Escamps, Lot.
Quercyite IV.585

Escarcelle (filon de l'), au Grand Clos, Hautes-Alpes.
Galène II.496

Escargnolles, Alpes-Maritimes.
Glauconie I.411

Escaro (mine d'), région du Canigou, Pyrénées-Orientales.
Aragonite III.686
Limonite III.373

Escarpelle (l'), Nord.
Houille IV.654
Pyrite II.597

Esclopas (moulin d'), près Saint-Jacut, Finistère.
Microcline II.126

Escogne (hauteurs d'), Ardennes.
Halloysite IV.749

Escollore (car. d'), Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 84

Escoubous (ravin d'), Hautes-Pyrénées.
Axinite I.290
Grossulaire I.222
Heulandite IV.834
Hornblende I.682
Labrador II.191

Escouloubre, Aude.
Asphalte IV.633
Chalcopyrite II.682
Galène II.483
Pyrite II.586
Soufre II.369

Escourchade (l'), Puy-de-Dôme.
Asphalte IV.626

Escourgeat, en Suc, Ariège.
Calcédoine III.136
Chabasie II.333
Christianite II.308
Diopside chromifère I.587
Diopside I.600
Dipyre II.225, 230

Quartz III. 58
Scolécite II.276
Stilbite II.319
Thomsonite II.260
Escourleguy (mine d'), près Baigorry, Basses-Pyrénées.
Panabase II.724
Sidérite III.602
Escoussens, Tarn.
Andalousite I. 39
Escragnolles, Alpes-Maritimes.
Colophanite IV.573
Escunet, Ardèche.
Olivine I.188
Espade (pic d'), Hautes-Pyrénées.
Axinite I.289
Epidote I.140
Graphite II.360
Grossulaire I.222, 223
Pyrénéite I.210
Stilbite II.316
Espade (ravin d'), Hautes-Pyrénées.
Axinite I.290, 293
Espagnols (filon des), à Pégut, Puy-de-Dôme.
Quartz améthyste III. 73
Espaly, Haute-Loire.
Almandin I.249
Andésine II.179
Zircon III.211,212
Espelette, près Cambo, Basses-Pyrénées.
Pyrite II.620
Sidérite III.601
Espeluche, Haute-Loire.
Mispickel IV.863
Espezelles, en Sainte-Marie-le-Plain, Cantal.
Berthiérite IV.871
Kaolinite IV.748
Espinasse, Hautes-Alpes.
Gypse IV.176
Espinasse, Cantal.
Labrador II.189
Plagioclase II.57, 59
Espinet (puy d'), près Arpajon, Cant.
Disthène IV.680
Espingo (lac d'), Haute-Garonne.
Andalousite I. 38
Staurotide I. 12
Esponne (l'), Haute-Garonne.
Andalousite I. 48
Laumontite II.341
Esquierry, Haute-Garonne.
Andalousite I. 48
Esquiers, près Perz, Corrèze.
Oligoclase-Albite II.171
Ess (tuc d'), en Coulédoux, Haute-Garonne.
Actinote I.656
Anorthite II.196
Bastite I.424
Bronzite I.549
Chabasie II.333
Clinochlore I.381
Diopside chromifère I.587
Hornblende I.666, 675
Laumontite II.341
Oligoclase-Albite II.173
Plagioclase II. 39
Picotite IV.307
Pyrope IV.726
Pyroxène I.545
Quartz III. 61
Essart (l'), en Saint-Hilaire-de-Talmont, Vendée.
Galène II.482
Esse, Charente.
Orthose IV.814
Quartz III. 53
Esseillon (fort de l'), à Bramans, Savoie.

Albite II.163

Essert (car. de l'), Belfort.
Calcite III.493

Essertine (N.-O. d'), près Molières, Loire.
Tourmaline I. 98

Essey-la-Côte, Vosges.
Augite I.600
Bronzite I.551
Chabasie II.331
Melilite I.495
Mésotype II.271
Néphéline I.501
Pérowskite I.538
Scapolite II.233
Wollastonite IV.778

Essones (vallée d'), entre Corbeil et Villeroi, Seine-et-Oise.
Tourbe IV.667

Estables (sentier des), au Mézenc, Haute-Loire.
Mésotype II.267
Néphéline I.500

Estagnet (col de l'), Ariège.
Laumontite III.342
Quartz III. 71

Estaing, Hautes-Pyrénées.
Blende II.529
Galène II.498

Estaniels, Ariège.
Psitomélane IV. 18

Esterel, Var.
Andalousite I. 37
Feldspath II. 29
Fluorine II.786
Muscovite I.348
Quartz III. 57

Esterençuby, près Saint-Jean-Pied-de-Port, Basses-Pyrénées.
Source salée II.758

Esteron (ravin de l'), sur le chemin de Broc à Conségudes, Alpes-Maritimes.
Glauconie I.412

Estouaires (ravin des), de la montagne Perrier, Puy-de-Dôme.
Fibrolite I. 57

Estreix (les), Haute-Loire.
Corindon III.243

Estrèmes de Salles, en Agos (vallée d'Argelès), Hautes-Pyrénées.
Pyrite II.612

Estressin, en Vienne, Isère.
Barytine IV. 89
Fluorine II.789
Pyrite II.591
Quartz III.149

Estrouilhas, Haute-Loire.
Gypse IV.191

Étables (entre les) et le Monastier, Haute-Loire.
Cordiérite I.523

Étampes, Seine-et-Marne.
Calcite III.517

Étang (l'), près Saint-Nazaire, Loire-Inférieure.
Diopside I.584, 605
Dipyre II.212
Epidote I.139
Grossulaire I.225
Heulandite II.291
Idocrase I.167
Oligoclase-Albite II.172

Étang (l'), près Chanat, Puy-de-Dôme.
Orthose II. 74

Étang (l'), Saône-et-Loire.
Microcline II.124

Étang-du-Saloir, Jura.
Sel gemme II.762

Étaule, Yonne.
Sidérite III.621

Etel (vallée de l'), golfe du Morbihan, Morbihan.
Graphite II.357
Étendard (pic de l'), Isère.
Quartz III.80, 85
Étheize (filon d'), à Saint-Julien, Loire.
Fluorine II.788
Étival, près Raon-l'Étape, Vosges.
Sphène II.252
Étivey, Côte-d'Or.
Limonite III.387
Étoile (Arc de Triomphe de l'), Paris, Seine.
Gypse IV.186
Magnésite I.459
Étrembières (côte d'), près du Trou de Tanabara, Haute-Savoie.
Fluorine II.793
Étrepigney, Jura.
Limonite III.396
Étretat, Seine-Inférieure.
Marcasite II.656
Étroit de Siex (l'), en Tarentaise, Savoie.
Albite II.162
Eulmont. Voir **Eumont**.
Eumont, Meurthe-et-Moselle.
Vivianite IV.460
Eup, près Saint-Béat, Haute-Gar.
Anatase III.188
Dipyre II.230
Hématite III.269
Hornblende I.672
Sphène II.247
Spinelle IV.303
Trémolite I.650
Ével (vallée de l'), Morbihan.
Almandin I.244
Disthène I. 70
Muscovite I.342
Staurotide I. 8
Evisa, Corse.
Astrophyllite I.536
Fluorine IV.888
Evisa (route forestière d'), à Ota, Corse.
Astrophyllite I.536
Malacon III.339
Evisa (sentier muletier d'), à Ota par Scala della Speloncata), Corse.
Riebeckite I.695
Excideuil, Dordogne.
Chloromélanite I.616
Limonite III.394
Psilomélane IV. 19
Eygalayes, Drôme.
Célestite IV.125
Gypse IV.192
Eygalières, Bouches-du-Rhône.
Bauxite III.347
Eygoutier (l'), Var.
Houille IV.659
Eyhartia, Basses-Pyrénées.
Sel gemme II.758
Eymet (route d') à Lauzun, près Sainte-Marthe (tourbière), Dordogne.
Odontolite IV.579
Eysies (les), Dordogne.
Halloysite I.479
Eysies (station des), près Queylan, Dordogne.
Kaolin I.468
Èze, Alpes-Maritimes.
Glauconie I.411

F

Faille (trou de la), près du glacier de la Selle, Isère.
Quartz III. 81
Faillitoux (cascade de), près Thiézac, Cantal.
Augite I.594
Hornblende I.681
Pyrite II.580
Faisan (arbre du), canton de Mercœur, Corrèze.
Quartz III. 52
Fajou (bois du), près Caussou, Ariège.
Anorthite II.201
Chabasie II.333
Christianite II.308
Diopside I.600
Dipyre II.227
Forstérite IV.713
Hornblende I,683
Olivine I.183
Pléonaste IV.304
Scolécite II.276
Stilbite II.319
Thomsonite II.260
Fajou (entre le bois du) et le signal de Caussou, Ariège.
Manganite III.356
Faleul, Ardennes.
Marcasite II.657
Falgayrolles, Aveyron.
Panabase II.727
Falgoux (le), Cantal.
Haüyne I.511 ; IV.756
Falgoux (vallée du), Cantal.
Bois silicifié III.158
Opale III.337
Fanchon (moulin), Puy-de-Dôme.
Andalousite I. 48
Fanitorne (filon de) (Pfennigthurm), Belfort.
Panabase II.730
Faouët, Finistère.
Tourmaline I. 86
Fare (filon de la), entre le Buisson et Allemont, Isère.
Galène II.494
Farenque, près Carcassonne, Aude.
Mispickel II.669
Farérolles. près Bourg-Lastic, Puy-de-Dôme.
Autunite IV.546
Chalcolite IV.552
Farge (la), Haute-Loire.
Stibiconite IV.508
Fargeas, Haute-Vienne.
Galène II.487
Farges (les), près Terrasson, Dordogne.
Malachite III.746
Farges (les), Haute-Loire.
Aragonite III.691
Calcite III.518
Mésotype II.267
Farinole, Corse.
Magnétite IV.321
Farquet, en Chablais, Haute-Savoie.
Albite II.147
Fauches (les), Saône-et-Loire.
Houille IV.657
Faucogney, Haute-Saône.
Galène II.491
Molybdénite II.463
Faucon, Basses-Alpes.
Gypse IV.176
Faucon-l'Argentière, près Cogolin, Var.

Blende II.536
Fluorine II.790
Galène II.496
Faurupt (Stackenbach), en le Bonhomme, Vosges.
Olivine I.185
Fauvat (volcan de), Cantal.
Augite I.594
Favars, près Layssac, Aveyron.
Olivine (*Météorite*) I.192
Faverges, Loire.
Bois silicifié III.156
Faverolles, Indre.
Limonite III.394
Fay, Loire-Inférieure.
Almandin I.245
Disthène I. 71
Jadéite I.615
Omphazite I.605
Faye (la), près Chamborand, Creuse.
Or II.432
Fay-le-Froid, Haute-Loire.
Barytine IV. 61
Calcite III.583
Christianite II.305
Hypersthène I.566
Fay-le-Triouleyre, en le Monteil, Haute-Loire
Calcite III.518
Faymont, Vosges.
Orthose II. 83
Faymoreau (bassin de Vouvant), Vendée.
Barytine IV. 94
Elatérite IV.636
Houille IV.654
Résine fossile IV.640
Sidérite III.619
Fayole (la), Aude.
Chalcopyrite II.682
Fayolle (la), en Saint-Théoffrey, Isère.
Blende II.536
Dolomite III.656
Galène II.495
Panabase II.732
Sidérite III.613
Fécamp, Seine-Inférieure.
Calcédoine III.142
Glauconie I.412
Marcasite II.656
Fenouillet, près Hyères, Var.
Chloritoïde I.369; V. 21
Staurotide I. 15
Fépin, Ardennes.
Ottrélite I.371
Fer-à-Cheval, en Saint-Pol, Finistère.
Béryl II. 14
Ferfay, Pas-de-Calais.
Houille IV.655
Ferouillat (puits), la Béraudière, Loire.
Sidérite III.620
Ferrasse (vallée de la), près Massat, Ariège.
Pyrite II.581
Ferrière (la), près Avellard, Hautes-Alpes.
Pyrite II.575
Ferrière (mine de la), à Saint-Félix-de-Pallières, Gard.
Cérusite III.721
Ferrière (la), en Neuillé, Indre-et-Loire.
Limonite III.393
Ferrière (château de la), en Buléon, Morbihan.
Cordiérite I.520
Limonite III.380
Sidérite III.616
Ferrière-aux-Étangs (la), Orne.
Bavalite III.278
Limonite III.379

Sidérite III.616

Ferrière-d'Agay, Var.
Magnétite IV.321

Ferrières (les), Allier.
Houille IV.657
Pyrite II.602

Ferrières (mine des), Cantal.
Barytine IV. 60

Ferrières (roc des), S. de Montcléra, Lot.
Limonite III.394

Ferrières, Seine-et-Marne.
Limonite III.395

Ferrières de Foix, Ariège.
Blende II.530
Pyrite II.581

Ferriès (ruisseau de), affluent de l'Ariège, Ariège.
Or II.429

Ferronnière (mine de la), près Arques, Aude.
Manganite III.356

Ferrussac, près Saint-Léonard, Haute-Vienne.
Rutile III.201

Ferté (la), Ardennes.
Limonite III.395

Ferté-Bernard (la), Sarthe.
Colophanite IV.574

Ferté-Saint-Aubin, Loiret.
Barytine IV.102

Ferté-sous-Jouarre (la), Seine-et-Marne.
Meulière III.152
Psilomélane IV. 18

Festieux, Aisne.
Marcasite II.659

Feucherolles, Seine-et-Oise.
Muscovite I.335

Feux-Villaines (les), Mayenne.
Limonite III.392

Feysergue, Cantal.
Olivine I.188

Feytiat, Haute-Vienne.
Orthose IV.814

Ficarella (haute vallée de la), Corse.
Riebeckite I.696

Fiennes, Pas-de-Calais.
Colophanite IV.572
Houille IV.655

Fier (rivière du), Haute-Savoie.
Or II.433

Figanières, Var.
Anatase III.189
Brookite III.176

Figeac, Lot.
Calamine I. 23

Figon, Gard.
Lignite IV.662

Figuière, Bouches-du-Rhône.
Célestite IV.119

Fillols (mines de), région du Canigou, Pyrénées-Orientales.
Aragonite III.686
Calcite III.572
Hématite III.269
Limonite III.373
Manganite III.357
Ranciéite IV. 25
Sidérite III.608

Finoune (ferme de), près Génolhac, Lozère.
Calcite III.553

Fins (les), Doubs.
Gypse IV.175

Fins-Noyant, Allier.
Colophanite IV.568
Houille IV.657
Kaolinite I.469
Pholérite I.469
Sidérite III.620

Firminy, Loire.

Houille IV.657
Pyrite II.601
Sidérite III.619
Firmi (mine de), Aveyron.
Allophane I.486
Fitou, Aude.
Acmite IV.771
Epsomite IV.214
Gypse IV.173
Néphéline IV.754
Pyrite II.609
Quartz III.111
Fium'Alto (crête entre la haute vallée du) et celle de Casaluna, Corse.
Smaragdite I.673
Fix-Saint-Geneys, Haute-Loire.
Cordiérite I.523
Microcline II.124
Orthose II. 80
Tourmaline I. 95
Fix (tunnel de), Haute-Loire.
Almandin I.248
Fiz (les), Haute-Savoie.
Calcite III.506
Flacé-lès-Mâcon, Saône-et-Loire.
Pyrite II.608
Flageolle (plateau de la), Cantal.
Tourmaline I. 96
Flainval, Meurthe-et-Moselle.
Sel gemme II.760
Flamanville, Manche.
Allanite I.158
Andalousite I. 43
Biotite I.328
Oligoclase-Albite II.171
Orthose II.104
Plagioclase II. 62
Quartz III. 50
Sphène II.244
Flaviac, Ardèche.
Barytine IV. 69
Blende IV.855
Galène IV.851
Mispickel II.669
Flèche (mont de la), en Lanslevillard, Savoie.
Panabase II.731
Fléchinelle, en Ligny-lès-Aire, Pas-de-Calais.
Houille IV.655
Marcasite II.656
Pyrite II.597
Fleurey-lès-Faverney, Haute-Saône.
Limonite III.386
Fleurie, Rhône.
Oligoclase II.171
Sphène II.245
Fleurieux-sur-Saône, Rhône.
Actinote I.653
Fleury-aux-Choux, Loiret.
Bois silicifié III.158
Flines (mer de), à Flines-lès-Raches, Nord.
Chalcopyrite II.689
Flines-lès-Raches, Nord.
Anthracite IV.649
Chalcosite II.517
Cuprite III.309
Flogny, Yonne.
Gypse IV.202
Florac, Lozère.
Chalcopyrite II.683
Galène II.485
Florange, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.396
Floriers (les), près le col Joli (massif de Haute-Luce), Haute-Savoie.
Quartz III.107
Flumet (ruisseau de), près la Villette, en Vaujany, Isère.
Anatase III.181
Focicchia, Corse.

Chalcopyrite II.686
Cuivre II.403
Panabase II.733

Fogière (la), Haute-Savoie.
Lignite IV.664

Foix, Ariège.
Quartz III.111

Folie-Hot (la), Aisne.
Marcasite II.657

Folie-Not, Ardennes.
Pyrite II.614

Fonbonne (massif de), Allier.
Almandin I.250
Cordiérite I.526

Foncine, Jura.
Gypse IV.178

Fons, Gard.
Blende II.539
Galène II.500

Fonserène, Aveyron.
Panabase II.726

Fontaine Ardente, près Monestier-de-Clermont, Isère.
Gaz combustible IV.629

Fontainebleau, Seine-et-Marne.
Calcite III.515
Psilomélane IV. 18
Quartz III.104

Fontainebleau (forêt de), Seine-et-Marne.
Alios III.398
Calcite III.516

Fontaine de Boyau, à Salies, Basses-Pyrénées.
Eau salée II.757

Fontaine-des-Brins (la), à Dixmont, Yonne.
Lignite IV.664

Fontaine d'Escout (filon de la), Puy-de-Dôme.
Quartz améthyste III. 73

Fontaine-des-Roches (la), Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385

Fontaines, en Allouis, Cher.
Limonite III.388

Fontaines, près Fontenay, Vendée.
Galène II.505

Fontaines Chaudes, près Luxeuil, Haute-Saône.
Barytine IV. 93

Fontanès (mine de), près Alais, Gard.
Evansite IV.532

Fontanet (bifurcation des routes de) et de Valfleuri, Loire.
Almandin IV.727

Fontanette (pic de), près du port de Suc, Ariège.
Sillimanite I. 55

Fontanil, Isère.
Calcite III.506

Fontannes (puits), à Rochebelle, Gard.
Leverriérite IV.741

Fontanus (les), Savoie.
Anthracite IV.650

Fontapie, Charente.
Calcite III.478

Fontcouverte, près Narbonne, Aude.
Quartz III.111

Font-Crépon, en Yronde, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 61

Font d'Alagnon, Cantal.
Sanidine II. 99
Sphène II.248

Font des Vaches (pied du puy Griou), Cantal.
Augite I.594

Fontenay-aux-Roses, Seine.
Célestite IV.123

Fontenay-le-Comte, Vendée.

Colophanite IV.571
Galène II.505
Fontenay-le-Pesnel, Calvados.
Pyrite II.606
Fontenille, Puy-de-Dôme.
Andalousite I. 40
Biotite I.330
Cordiérite I.525
Corindon III.246
Hypersthène I.564
Pléonaste IV.305
Tridymite III.167
Fontenois-lès-Montbozon, Haute-Saône.
Gypse IV.201
Fontète rouge (pic de la), Ariège.
Bronzite I.549
Diopside chromifère I.587
Dipyre II.225, 231
Hornblende I.675
Fontevrault (forêt de), Maine-et-Loire.
Vivianite IV.459
Font-Freye (col de), près le Poil, Basses-Alpes.
Pyrite II.608
Fontieure, Loire.
Barytine IV. 89
Fontmarcel, Puy-de-Dôme.
Haüyne I.512
Noséane I.512
Font-Poulain (filon de), à Maronne, Isère.
Calcite III.578
Quartz III. 80
Fontserène (filon de), près Sylvanès, Aveyron.
Sidérite III.611
Fontvieille, Bouches-du-Rhône.
Bauxite III.346
Fontvielle, en Graulhet, Tarn.
Célestite IV.124
Foraterie (filon de la), à Arleuf, Nièvre.
Pyromorphite IV.401
Forcalquier, Basses-Alpes.
Rétinite IV.641
Forêt (la), en Combrée, Maine-et-Loire.
Pyrite II.595
Foret-Chenier (la), à Chaillac, Indre.
Gœthite III.351
Forez (Monts du).
Olivine? I.194
Forgeas, près Saint-Dizier, Creuse.
Tourmaline I. 97
Forgeneuve, Ardennes.
Ottrélite I.371
Forges, Seine-Inférieure.
Argile réfractaire I.479
Forges-Neuves (les), près Morlaix, Finistère.
Almandin I.243
Andalousite I. 44
Staurotide I. 10
Fortaveau, Allier.
Silex III.151
Fouchères, Aube.
Calcite III.506
Fouchérite IV.536
Gypse IV.202
Fougeray, Ille-et-Vilaine.
Pyrite II.594
Fougère, en Fessons, Savoie.
Chalcopyrite II.685
Panabase II.731
Fougères, Ille-et-Vilaine.
Pinite I.520
Fougères, Puy-de-Dôme.
Biotite I.327
Fougerêts (environs de), Morbihan.
Sidérite III.616

Fouillet (vallon de), près Aulus, Ariège.
Pyrite II.581
Fouillouse (la), Loire.
Disthène I. 72
Fouillouse (entre la) et Saint-Priest, Loire.
Staurotide I. 14
Foulcrey, Meurthe-et-Moselle.
Ulexite IV.353
Foulhol (cascade de), en Sansac-l'Église, Haute-Loire.
Aragonite III.691
Foulon, près la Guerche, Cher.
Colophanite IV.571
Foulon (mont), près Saint-Nicolas-du-Tertre, Morbihan.
Apatite IV.383
Four à chaux, entre le logis du Cerf, Lozanne et Dommartin, Rhône.
Muscovite I.347
Fouras (pointe de), près Rochefort, Charente-Inférieure.
Calcédoine III.148
Gypse IV.202
Marcasite II.658
Orbicules siliceux III.148
Four-au-Diable, à Nantes, Loire-Inférieure.
Béryl II. 15
Prehnite I.271
Fourcat (mont), massif Saint-Barthélemy, Ariège.
Andalousite I.34, 39
Béryl II. 16
Gigantolite I.522
Muscovite I.344
Tourmaline I.81, 93
Fourches, près Mende, Lozère.
Kaolin I.466
Four-la-Brouque, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 83
Feldspath II. 27
Orthose II.65, 69, 86; IV.814
Fourneaux (les), près Aubusson, Creuse.
Bowlingite I.446
Fourneaux, près Angers, Maine-et-Loire.
Dolomite III.650
Fournels, Lozère.
Tourmaline I. 95
Fournigues, Basses-Alpes.
Lignite IV.664
Fourvoirie, Isère.
Célestite IV.116
Foussais, Vendée.
Galène II.505
Fouvent-le-Bas, Haute-Saône.
Gypse IV.201
Fouzilhon (entre) et Magalas, Hérault.
Gypse IV.200
Foyes, Haute-Loire.
Chabasie II.329
Fragny, Loire.
Anthracite IV.649
Fragny, Saône-et-Loire.
Fluorine II.792
Fraisse, Loire.
Houille IV.657
Fraisse-Haut, Cantal.
Plagioclase II.60, 61
Franche de Flormoy, Haute-Marne.
Célestite IV.114
Francheville (pigeonnier de), près Lyon, Rhône.
Andésine II.184
Almandin I.251
Ilménite III.293
Francheville-le-Bas, Rhône.
Orthose IV.813
Tourmaline I. 99

Francheville-le-Haut, Rhône.
Orthose IV.813
Tourmaline I. 99
Frangone, Corse.
Pyrite II.592
Frangy, Haute-Savoie.
Asphalte IV.631
Frasne-le-Château, Haute-Saône.
Psilomélane IV. 20
Fréaux (cascade des), Hautes-Alpes.
Adulaire II.113
Albite II.153
Anatase III.185
Calcite III.582
Quartz III. 85
Freissinet, près Villefort, Lozère.
Chalcopyrite II.683
Fréjus, Var.
Colophanite IV.569
Houille IV.659
Orthose II. 93
Fremezan (roc de), près Saint-Colombin-du-Villards, Savoie.
Talc I.452
Freney. Voir **Fresney d'Oisans**.
Frénois (forêt de), Jura.
Nickélite II.558
Fresnay-le-Vicomtat, Sarthe.
Magnétite IV.339
Fresnes, Nord.
Houille IV.655
Sidérite III.618
Fresney d'Oisans (le), Isère.
Albite II.150
Anatase III.182
Galène II.494
Monazite IV.373
Panabase II.732 ; IV.876
Pyrite II.591
Quartz III. 80
Stibine II.455
Turnérite IV.373
Fresnicourt, Pas-de-Calais.
Houille IV.655
Fresnois, Meuse.
Colophanite IV.569
Fresques, Pas-de-Calais.
Houille IV.655
Fressac, Aveyron.
Pyrite II. 607
Fressac, Gard.
Elatérite IV.636
Fresse, Haute-Saône.
Fluorine II.789
Galène II.491
Fressinet (le), Hautes-Alpes.
Anthracite IV.650
Frethe (hameau de), Ariège.
Orthose II. 80
Tourmaline I. 91
Fretigney, Haute-Saône.
Soufre II.377
Frette (la), Seine-et-Oise.
Fluorine IV.887
Fréville, Manche.
Calcite III.444
Freycenet (mine de), près Ally, Haute-Loire.
Boulangérite IV.873
Stibine II.451
Stibiconite IV.508
Freychinède (forêt de), dans la vallée de Suc, Ariège.
Chabasie II.333
Diopside I.600
Dipyre II.225, 230
Hornblende I.683
Sphène II.253
Fromenit, Haute-Loire.
Stibine II.451
Fromental (plateau du), Puy-de-Dôme.

Bauxite III.348
Frontignan (entre) et la montagne de la Gardiole, Hérault.
Quercyite IV.585
Frontonas, Isère.
Limonite III.386
Front Pella, en Guisseny, Finistère.
Diopside I.604
Omphazite I.604
Frouard, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385
Fumades (les), Gard.
Gypse IV.192
Fumay, Ardennes.
Hématite III.279
Fumel, Lot-et-Garonne.
Calcite III.496
Fuveau, Bouches-du-Rhône.
Calcite III.510
Lignite IV.663

G

Gabanatous (pic de), Ariège.
Axinite I.293
Gabian, Hérault.
Pétrole IV.624
Quartz (cailloux) III.103, 109
Gagnerie (la), de Brignan, en Bouvron, Loire-Inférieure.
Damourite I.350, 352
Disthène I. 71
Glaucophane I.703
Rutile III.199
Gagniare, Hautes-Alpes.
Anthracite IV.650
Gagnières (rivière de), à Bordezac, Gard.
Or II.426, 430
Gaillard (quartier), à Saint-Étienne, Loire.
Leverriérite IV.741
Gaillarde, Ariège.
Hématite III.269
Gaillardons (les), Basses-Alpes.
Lignite IV.664
Gaillot, S. de Faycelles, Lot.
Bronzite I.551
Galapian, près Agen, Lot-et-Garonne.
Olivine (*Météorite*) I.192
Galeria, Corse.
Orthose II. 95
Galeria (entre les golfes de) et de Porto, Corse.
Orthose II. 95
Galerie du Bosquet, Gard.
Bois silicifié III.158
Galès, Gard.
Gypse IV.192
Galibier (col du petit), Savoie.
Quartz III. 79
Galibier (tunnel du), Savoie.
Anhydrite IV. 44
Galiera, Corse.
Magnétite IV.321
Galinargues, Aude.
Muscovite I.345
Galine (col de la), massif du Canigou, Pyrénées-Orientales.
Mispickel II.669
Galochère (car. de la), en Condé-sur-Sarthe, Orne.
Diamant d'Alençon III. 59
Orthose II. 75
Ganac, Ariège.
Andalousite I.34, 39
Orthose II. 80

Tourmaline I. 91
Gandaillat (puy de), Puy-de-Dôme.
Asphalte IV.625
Ménilite III.337
Gandonnière, près Laval, Mayenne.
Manganite III.359
Ganges, Hérault.
Calamine I. 22
Célestite IV.117
Ganounes (moulin de), 1 kil. d'Avèze, Puy-de-Dôme.
Disthène IV.680
Gansoudières, Dordogne.
Barytine IV. 98
Gap, Hautes-Alpes.
Calcite III.494
Pyrite II.607
Garat, Charente.
Gypse IV.202
Garbet (vallée du), près Aulus, Ariège.
Galène II.483, 499
Gard (département).
Dolomite II.656
Leverriérite I.469
Opale III.357
Gardanne, Bouches-du-Rhône.
Lignite IV.663
Pyrite II.615
Garde (la), en Oisans, Isère.
Barytine IV. 66
Chalcosite II.514
Garde (puy de la), près de Billom, Puy-de-Dôme.
Mésotype II.270 ; IV.831
Orthose II.103
Garde-en-Huez, Isère.
Quartz III. 80
Garde-Freinet (la), près Saint-Tropez, Var.
Kaolin I.467
Tourmaline I.101
Trémolite I.654
Garde-Freinet (entre la) et Cogolin, Var.
Orthose II. 83
Gardes (les), Cantal.
Hornblende I.681
Pyrite II.580
Gardette (mine de la), près Bourg-d'Oisans, Isère.
Aikinite II.709
Barytine IV.66
Calcite III.559
Cérusite III.718
Chalcopyrite IV.868
Galène II.494 ; IV.852
Massicot III.313
Or II.422
Panabase IV.876
Pétrole IV.635
Polycrase IV.612
Pyromorphite IV.403
Quartz III.79, 84, 95, 811
Stibine II.455
Gardette (la), près Saint-Avit, Puy-de-Dôme.
Pinite I.529
Gardette, Savoie.
Pyrite IV.860
Gardiole (entre la montagne de la) et Frontignan, Hérault.
Quercyite IV.585
Gardon d'Alais, Gard.
Or II.430
Gardon d'Anduze, Gard.
Or II.430
Garennes (car. des), Maine-et-Loire.
Pyrite II.611
Gargalong (ruisseau du), affluent du Reyran, Var.
Orthose II.94, 95

Gargas, Vaucluse.
Gypse IV.192
Pyrite II.609
Garlaban, Bouches-du-Rhône.
Lignite IV.663
Garon (ruisseau du), Loire.
Or II.431
Garonne (mine de la), O. d'Hyères, Var.
Adamite IV.425
Barytine IV. 67
Brochantite IV.150
Chalcophyllite IV.518
Cobaltoadamite IV.425
Cuproadamite IV.427
Lettsomite IV.266
Liskeardite IV.488
Mélaconite III.311
Mimétite IV.409
Olivénite IV.422
Pharmacosidérite IV.522
Pseudomalachite IV.435
Tyrolite IV.517
Zeunérite IV.554
Garonne (cap), près Toulon, Var.
Chalcopyrite II.686
Chalcosite II.514
Chessylite III.772
Malachite III.747
Panabase II.733
Garroux. Voir **Jarroux**.
Gatuly (filon de), Basses-Pyrénées.
Sidérite III.602
Gatuzières, près de l'Aigoual, Lozère.
Galène II.485
Gaude, Basses-Alpes.
Lignite IV.664
Gaudiès, Aveyron.
Panabase II.727
Gaujac (mine de), Gard.
Bois silicifié III.158
Lignite IV.662
Gaujacq, Landes.
Gypse IV.172
Gaulard, en Sainte-Colombe, Tarn-et-Garonne.
Calcite III.476
Gausseraing, Ariège.
Source salée II.760
Gavarnie (chaos de), Hautes-Pyrénées.
Gigantolite I.522
Gavarnie (vallée de), Hautes-Pyrénées.
Blende II.529
Galène II.482
Gavaudun, Lot-et-Garonne.
Kaolin I.468
Gazelle (la), E. de Saint-Flour, Cantal.
Asbeste I.657
Gazost, Hautes-Pyrénées.
Ripidolite I.391
Soufre II.369
Géant (col du), côté de Courmayeur, Haute-Savoie.
Molybdénite II.463
Géant (glacier du), Haute-Savoie.
Quartz III. 77
Gebroulaz (glacier de), près du Chalet du Saut, N. de Modane, Savoie.
Albite II.168
Anhydrite IV. 44
Célestite IV.110
Dolomite III.646
Fluorine II.793
Giobertite III.592
Gypse IV.175
Sellaïte II.797
Soufre II.373
Gèdre (vallée de Héas), Hautes-Pyrénées.

Gédrite I.638
Liège de montagne I.658
Gèdre (chaos de), route de Gavarnie, Hautes-Pyrénées.
Barytine IV. 80
Corindon III.246
Galène II.482
Pléonaste IV.304
Gèdre (route de) à Héas, Hautes-Pyrénées.
Almandin I.246
Geffren, en Roscoff, Finistère.
Allanite I.158
Géla, en Aragnouet, Hautes-Pyrénées.
Blende II.529
Fluorine II.787
Galène II.482
Gemmelaincourt, Vosges.
Gypse IV.174
Gémonval, Haute-Saône.
Houille IV.659
Génelard, Saône-et-Loire.
Blende II.541
Calcite III.480
Galène II.506
Pyrite II.607
Genest (le), Mayenne.
Anthracite IV.649
Pyrite II.595, 598
Genevaisa (mas de), en Theys, Isère.
Galène II.494
Genèvre (mont), Hautes-Alpes.
Diallage I.588
Plagioclase II.48
Smaragdite I.673
Zoïsite I.133
Genevret (le), Savoie.
Anthracite IV.650
Genevreuille (tunnel de), Haute-Saône.
Anhydrite IV. 44
Gypse IV.174
Geneytouse (la), Haute-Vienne.
Gigantolite IV.759
Génolhac, Gard.
Calcite III.552
Dolomite III.654
Pyromorphite IV.400
Génost (vallée de Louron), Hautes-Pyrénées.
Andalousite I. 38
Hornblende I.686
Staurotide I. 38
Gentilly, Seine.
Fluorine II.793
Gypse IV.188
Genvry (marais de), Oise.
Résine fossile IV.644
Genvry (entre) et le bois d'Amy, Oise.
Résine fossile IV.644
Géoux (pic de) ou picou de Geux, Ariège.
Dipyre II.224
Ger (pointe de), au-dessus des Eaux-Bonnes, Basses-Pyrénées.
Quartz III. 61
Gérale (ruisseau de), rive droite, Ariège.
Ripidolite I.391
Géralde (pic de), Ariège.
Diallage I.587
Gérardmer (massif de), Vosges.
Cordiérite I.527
Muscovite I.348
Tourmaline I.100
Gérardmer (entre) et Bruyères, Vosges.
Orthose II. 83
Gerbison, Haute-Loire.
Chabasie II.332
Mésotype II.267

Gerde, près Bagnères-de-Bigorre, Hautes-Pyrénées.
Dipyre II.221
Epidote I.152
Prehnite I.276
Pyrite II.621

Ger de Boutx, Haute-Garonne.
Dipyre II.221

Gergovia, Puy-de-Dôme.
Aragonite III.693
Calcite III.441,585
Chabasie II.331
Christianite II.305
Ménilite III.337
Mésotype II.268
Olivine I.179
Opale résinite III.324
Stilbite II.320

Germ (mine de), vallée du Louron, Hautes-Pyrénées.
Dialogite III.625
Friedélite I.304
Rhodonite I.632

Germain (rocher), forêt de Fontainebleau, Seine-et-Marne.
Calcite III.516

Germigny, près de la Guerche, Cher.
Colophanite IV.570

Gérodot, Aube.
Vivianite IV.460

Gerscao, en Plounevez, Finistère.
Almandin I.243
Omphazite I.604

Géry (piton de), près l'Estagnon de Marignac, Haute-Garonne.
Muscovite I.344
Tourmaline I. 90

Geus (vallée d'Argelès), Basses-Pyrénées.
Aragonite III.680

Geux (picou de). Voir **Géoux** (pic de).

Gévaudan, près Barrême, Basses-Alpes.
Gypse IV.176

Gévaudan, Lozère.
Orthose II. 74

Gevillat, près Issoire, Puy-de-Dôme.
Analcime II.284
Barytine IV.103
Calcite III.584
Mésotype II.269
Quartz III. 59

Gevillat (tour de). Voir **Gevillat**.

Gèvres (ruisseau de), près la Jonnelière, Loire-Inférieure.
Mispickel II.672

Ghein-Dessus, près du col de Larrieu, Hautes-Pyrénées.
Calcite III.543

Giberie (la), Aube.
Colophanite IV.565,572

Gier (rivière du), affluent du Rhône, Loire.
Or II.431

Giez, près Faverges, Haute-Savoie.
Pyrite II.615 ; IV.860

Gignat, Puy-de-Dôme.
Chabasie II.330
Christianite II.305
Gismondine II.323
Gonnardite (*Mésole*) II.281
Gypse IV.191
Scolécite II.275
Thomsonite II.260

Gigont (car. de), à Plessis-de-la-Muse, près Nantes, Loire-Inférieure.
Mispickel II.672

Gijounet, Tarn.
Andalousite I. 39

Gilly-sur-Loire, Saône-et-Loire.
Calcite III.458

Gimeaux (source), à Châtelguyon, Puy-de-Dôme.
Aragonite III.682
Gimont, près d'Auch, Gers.
Odontolite IV.578
Gimouille, près Saincaize, Nièvre.
Limonite III.384
Ginevra (pic de), S. O. Quérigut, Ariège.
Epidote I.142
Grossulaire I.225
Idocrase I.165
Microcline II.126
Wollastonite I.621
Giottani, Corse.
Smaragdite I.673
Gioux, Creuse.
Biotite I.333
Girabal (col de), au Saint-Barthélemy, Ariège.
Apatite IV.383
Chabasie II.335
Laumontite III.342
Orthose II. 80
Stilbite II.318
Tourmaline I. 91
Girmont (route de) à Courupt, Vosges.
Sphène II.252
Girolata, Corse.
Calcite III.529
Orthose II. 95
Giromagny, Belfort.
Calcite III.558
Chalcopyrite II.684
Chalcosite II.514
Cinabre II.551
Fluorine II.789 ; IV.888
Galène II.491
Labrador II.191
Mispickel II.671
Panabase II.730
Pyrite II.588
Pyromorphite IV.403
Girose (monts de Lans), Hautes-Alpes.
Quartz III. 86
Giroux (puy), Puy-de-Dôme.
Opale résinite III.324
Tourmaline I. 97
Gisors, Oise.
Résine fossile IV.644
Gissac, Aveyron.
Gypse IV.174
Givet, Ardennes.
Calcite III.452
Fluorine II.792
Galène II.504
Marcasite II.649
Givonne, N. O. de Sedan, Ardennes.
Ottrélite I.370
Givors, Rhône.
Houille IV.658
Or II.433
Pseudowollastonite I.624
Givron, Ardennes.
Colophanite IV.573
Gizay, près Poitiers, Vienne.
Calcite III.486
Glace (mer de), Haute-Savoie.
Axinite I.301
Glacière (cône de déjection du pic de Péguères), Hautes-Pyrénées.
Wollastonite I.621
Glacière (la), Paris, Seine.
Lutécite III.145
Glageole (ruisseau de la), près Vaulry, Haute-Vienne.
Cassitérite III.235
Or II.431
Glaire (ravin de) ou de Lienz, Hautes-Pyrénées.
Axinite I.291

Gland, près Ancy-le-Franc, Côte-d'Or.
Limonite III.387
Glandon, Haute-Vienne.
Stibine II.453
Glanges, Haute-Vienne.
Galène II.487
Glavenas, entre Mazères et Yssingeaux, Haute-Loire.
Opale (dragées de Glavenas) III.336
Glénac (environs de), Morbihan.
Sidérite III.616
Glénat, Cantal.
Tourmaline I. 96
Glère (cirque de la), Haute-Garonne.
Staurolide I. 13
Glère (port de la), Haute-Garonne.
Andalousite I. 48
Gleyzia (grand), près Allevard, Isère.
Actinote I.653
Glomel, Côtes-du-Nord.
Andalousite I. 43
Glorandière (la), près Talmont, Vendée.
Andalousite IV.676
Glux, Nièvre.
Prixite IV.534
Gnoles (cascade de), près d'Ax, Ariège.
Scapolite IV.829
Gnoles (entre le ruisseau de) et l'Oriège, Ariège.
Olivine I.186
Gnoles (ruisseau de), près de l'étang de Naguille, Ariège.
Béryl II. 16
Diopside I.607
Grossulaire I.227
Olivine I.186
Gnoles et Paraou (entre les ravins de), près de Bédeilla, Ariège.
Biotite I.320
Goguet (mont), près Nantes, Loire-Inférieure.
Almandin I.245
Goincourt, près Beauvais, Oise.
Marcasite II.656
Vivianite IV.460
Goléon (contreforts du), S. du glacier Lombard, Hautes-Alpes.
Quartz III. 85
Sidérite III.615
Goléon (torrent du), Hautes-Alpes.
Quartz III. 85
Goléon (col de), environs de Vallaire, Savoie.
Quartz III.108
Golinhac (plateau de), à Campuac, Aveyron.
Chalcolite IV.551
Gombes, près Decazeville, Aveyron.
Sidérite III.619
Gomer, Mayenne.
Anthracite IV.649
Gondoul (sémaphore de), en Plobannabec, Finistère.
Muscovite I.341
Gorge de Loup (tunnel de la), N. de Lyon, Rhône.
Calcite III.577
Gorge-Noire, Savoie.
Anthracite IV.650
Gorges, Loire-Inférieure.
Orthose II. 79
Gorges (entre) et le Pallet, Loire-Inférieure.
Quartz III. 57
Gortiague, Basses-Pyrénées.
Source salée II.758
Goudargues, Gard.
Lignite IV.662
Gouffre (le), près Huelgoat, Finistère.
Andalousite I. 43

Gouhenans, Haute-Saône.
Gypse IV.174
Hématite III.280
Houille IV.659
Pyrite II.609
Sel gemme II.762

Gouillé (étang de). Voir **Crouzille** (la).

Gouire (ravin de), 500 mètres de la station du Lioran, Cantal.
Calcite III.586

Goujot (le), Vosges.
Antigorite I.428
Chrysolite I.436
Olivine I.186
Pyrope I.239

Goujounac, Lot.
Limonite III.394

Goul (vallée du), entre Raulhac et Jou-sous-Monjou, Cantal.
Sanidine II.100

Goulier, à Plouaré, Finistère.
Almandin I.242

Goulles (entre le hameau de) et Cros de Montvert, Cantal.
Cordiérite I.524

Gourd-de-l'Arche, près Périgueux, Dordogne.
Colophanite IV.574

Gourdon (pic) ou pic Noir, N. du pic d'Oo, Hautes-Pyrénées.
Stilbite IV.835

Gourdon, Saône-et-Loire.
Rutile III.201 ; IV.895

Gourgs-Blancs (étang), Hautes-Pyrénées.
Andalousite IV.676

Gourgs Blancs (glacier des), Hautes-Pyrénées.
Anatase III.188
Gédrite IV.784

Gourgs Blancs (pic des), Hautes-Pyr.
Stilbite IV.835

Gourmalon (pointe de), près Pornic, Loire-Inférieure.
Helminthe I.391

Gournay, près Authezat-la-Sauvetat, Puy-de-Dôme.
Apatite IV.813
Orthose IV.813

Gournay (baraques de), près Montaigut en Combrailles, Puy-de-Dôme.
Diallage I.587

Gourniès, Aveyron.
Galène II.484
Nickélite II.558

Goute (ruisseau affluent de l'Ariège), Ariège.
Or II.429

Goutelle (la), Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 61
Fluorine II.188
Galène II.487

Goûter (aiguille du), Haute-Savoie.
Calcite III.578

Goûter (dôme du), Haute-Savoie.
Adulaire II.111
Albite II.154
Axinite I.301
Calcite III.578
Epidote I.146
Prehnite I.273
Quartz III. 77
Ripidolite I.392

Gouttes-Pommier (les), près Saligny, Allier.
Calcite III.458
Psilomélane IV. 15

Gouy-Servins, Pas-de-Calais.
Houille IV.655

Grabels, Hérault.

Hornblende I.677
Graillerie (côte de la), près Millau, Aveyron.
Jamesonite II.698
Graissessac, Hérault.
Aragonite III.681
Barytine IV. 80
Dolomite III.650
Houille IV.659
Pyrite II.598
Quartz III. 72
Graix (route de) à Bourg-Argental, Loire.
Cordiérite I.526
Grallery (entre) et Vaivre, Haute-Saône.
Pyrite II.607
Grand Auverné, Loire-Inférieure.
Pyrite II.592
Grand Bois (filon du), Isère.
Sidérite III.607
Grand-Bois (car. du), près Coussac, Haute-Vienne.
Kaolin I.466
Grand-Clos (mines du), près la Grave, Hautes-Alpes.
Anatase III.185
Calcite III.558
Galène II.495
Graphite II.359
Grand-Clos, Isère.
Cérusite III.718
Grand-Combe, Gard.
Anthracite IV.650
Aragonite III.680
Houille IV.658
Mispickel IV.862
Pyrite II.599
Grand Condé (fosse), à Anzin, Nord.
Célestite IV.108
Grand-Croix (la), Loire.
Houille IV.658
Grand-Denis, à Longemaison, Doubs.
Lignite IV.665
Grande-Balme (filon de la), au Grand Clos, Hautes-Alpes.
Galène II.496
Grande Cascade du Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Cordiérite I.525
Hématite III.255
Hypersthène I.562
Magnétite IV.325
Sanidine II.100
Grande-Chartreuse, Isère.
Pyrite II.608
Grande Concession (la), Bouches-du-Rhône.
Lignite IV.663
Grande-Côte, près Chadrat, Puy-de-Dôme.
Apatite IV.384
Grande-Côte, près Saint-Amant-Tallende, Puy-de-Dôme.
Béryl II. 18
Grande-Draye, Isère.
Anthracite IV.650
Grande-Fosse, près Vizille, Isère.
Sidérite III.607
Sidéroplésite III.607
Grande-Goutte (la), Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385
Grande Grille, à Vichy, Allier.
Calcite III.542
Grande Scierie (car. de la), Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Biotite IV.734
Grandes-Jorasses, glacier de Leschant, Haute-Savoie.
Galène II.507
Grandes-Rousses (massif des), Isère.

Albite II.149
Calcite III.484
Eisenrose III.278
Pyrite II.592
Quartz III. 79
Ripidolite I.393

Grand Etang des Cieux (vallée du), Haute-Vienne.
Cassitérite III.235
Or II.431

Grandeyrolles, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 82

Grand Ferrand (rocher du), près le lac de la Fare, Isère.
Anatase III.181

Grand-Galbert (filon du), à Oulles, Isère.
Fer II.392
Panabase II.731

Grand-Haye haut (entre) et Grand-Haye bas, Ardennes.
Ottrélite I.371

Grand-Martin (gorges de la Vologne), Vosges.
Cordiérite I.527

Grand-Moloy, Saône-et-Loire.
Houille IV.656

Grand-Neuville (la), Charente.
Blende II.532

Grandpré, Ardennes.
Colophanite IV.572
Limonite III.389

Grand-Pressigny (le), Indre-et-Loire.
Calcédoine III.143
Limonite III.393
Silex III.151

Grandris, Rhône.
Stibine II.454

Grandrupt, près Saint-Stail, Vosges.
Braunite IV. 2

Grands (glacier des), haute vallée de Trient, Haute-Savoie.
Muscovite I.348

Grand-Tarmet, en Lavaldens, Isère.
Galène II.494

Grand-Tournant, O. de Prudelle, Puy-de-Dôme.
Apophyllite II.348
Christianite II.305
Calcite II.305
Ilménite III.292

Grand Valtin (le), N. de la région des Lacs, Vosges.
Orthose II. 93

Grand-Vaux, près Lurcy-Lévy, Allier.
Gypse IV.174

Grand-Villard, Hautes-Alpes.
Anthracite IV.650

Grange (la) de la Péranche, près Pleuville, Charente.
Pyrite II.611

Grange (mine de la), Pas-de-Calais.
Calcite III.458
Pyrite II.597

Grange (château de la), près Saint-Jean d'Heurs, Puy-de-Dôme.
Zircon III.214

Grange-du-Bois, près Solutré, Saône-et-Loire.
Sel gemme II.760

Granges (vallée de), Vosges.
Orthose II. 83

Granges (entre) et Pétrempé, Vosges.
Pyrope I.239

Granier, au-dessus de la forêt de Mial, Savoie.
Panabase II.731

Grapelet (grotte du), près Sigottier, Hautes-Alpes.
Calcite III.530

Grasse, Var.

Gypse IV.176
Sidérite III.620

Grateloup (col de), Var.
Almandin I.252

Grauloux (église de), 1900 mètres à l'O., Landes.
Succin IV.643
Résine fossile IV.643

Graüs d'Olette, Pyrénées-Orientales
Mirabilite IV.163

Grave (la), Hautes-Alpes.
Calcite III.485
Chalcopyrite II.685
Graphite II.359
Quartz III. 85
Rutile III.205

Grave (la), près Mouthoumet, Aude.
Quartz III.111

Gravelle, près Trélazé, Maine-et-Loire.
Blende II.528

Gravenoire, Puy-de-Dôme.
Augite I.600
Fer II.393
Fiorite III.321
Hématite III.264
Hyalite III.321
Wollastonite I.622

Gravetière-sur-Uchon (la), Saône-et-Loire.
Nontronite IV.751

Gravières, Ardèche.
Galène II.485

Gravisse (ferme de), près Condrieu, Rhône.
Andalousite I. 40

Gravoulières, près d'Anduze, Gard.
Dolomite III.656

Gravoyère (la), Maine-et-Loire.
Magnétite IV.340

Gray, Haute-Saône.
Limonite III.396

Grazay, Mayenne.
Psilomélane IV. 19

Grazouille, Ardèche.
Augite I.593

Gréasque, Bouches-du-Rhône.
Lignite IV.663

Grée (moulin de la), route de Saint-Brevin à Corsept, Loire-Inférieure.
Dipyre II.212

Grenier-Montgon (2e tournant de la vieille route de Massiac à Lempdes), Haute-Loire.
Calcite III.519

Grenoble, Isère.
Calcite III.503
Glauconie I.411

Gréoux, Basses-Alpes.
Soufre II.369

Greppau. Voir **Greppon**.

Greppon (mont du), Haute-Savoie.
Graphite II.359
Omphazite I.608

Grésine (dôme de la), Tarn-et-Garonne.
Pyrite II.607

Grève (la), près Mielin, Haute-Saône.
Delessite I.395

Grez-en-Bouère, Mayenne.
Calcite III.463

Grezolles, Loire.
Fluorine II.788

Gria (mine du glacier de la), vallée de Chamonix, Haute-Savoie.
Bournonite II.707

Griffon (puits du), à Salies, Basses-Pyrénées.
Eau salée II.757

Grignon, Seine-et-Oise.
Gypse IV.187

Grillaud (parc), près Nantes, Loire-Inférieure.
Biotite I.320
Muscovite I.342
Orthose II. 79
Quartz III. 52
Wolfram IV.290
Griou (puy), Cantal.
Analcime II.286
Hornblende I.682
Plagioclase II. 62
Griou (entre le puy) et les Chazes, Cantal.
Quartz IV.891
Griounot, Cantal.
Spinelle IV.301
Grip (haute vallée de l'Adour), Hautes-Pyrénées.
Axinite I.293
Gripp, île de Groix, Morbihan.
Glaucophane I.703
Grisière, en Flacé-les-Mâcon, Saône-et-Loire.
Argile réfractaire I.479
Bol I.488
Calcédoine III.442
Calcite III.491
Opale III.330
Sidérite III.622
Grisy (source thermale de), en Saint-Symphorien-de-Marmagne, Saône-et-Loire.
Chalcosite IV.853
Grivats (les), près Vichy, Allier.
Fluorine II 784
Grivoley, entre Saint-Léger et Saint-Rémy, Savoie.
Talc I.452
Groix (île de), Morbihan.
Actinote I.652
Albite II.154
Almandin I.244
Chloritoïde I.368
Epidote I.138
Glaucophane I.703 ; IV.800
Ilménite III.294
Magnétite IV.334
Muscovite I.352
Piémontite I.155
Rhodonite I.632
Ripidolite I.391
Rutile III.199
Sphène II.251
Tourmaline I. 87
Xanthitane II.237
Grolée (car. de), entre Cordon et Quirieu, Isère.
Fer II.395
Grolière (la), près Saint-Yrieix-sous-Aixe, Haute-Vienne.
Rutile III.200
Groliers, en Antully, Saône-et-Loire.
Fluorine II.792
Gros (puy), au Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Cordiérite I.525
Néphéline I.499
Gros-Menil (mine du), Haute-Loire.
Epsomite IV.217
Gypse IV.205
Houille IV.657
Sidérite III.619
Grosse Milly (ruisseau de la), affluent de l'Ariège, Ariège.
Or II.429
Grosso (monte), cap Corse, Corse.
Albite II.147
Anorthite II.196
Bytownite II.196
Diallage I.589
Hypersthène I.559

Quartz améthyste III. 87

Grozon, entre Arbois et Poligny, Jura.
Anhydrite IV. 44
Epsomite IV.214
Gypse IV.175
Lignite IV.661
Sel gemme II.762

Grury, près d'Issy-l'Évêque, Saône-et-Loire.
Barytine IV. 62
Fluorine II.784
Pyromorphite IV.402

Gudanes, Ariège.
Hématite III.373
Limonite III.373

Gué-aux-Biches (entre le) et le moulin de Perny, Loire-Inférieure.
Magnétite IV.335

Guegno. Corse.
Soufre II.369

Guéhenno, Morbihan.
Cassitérite III.234
Or II.428

Guépie (route de la) à Villefranche, Aveyron.
Mispickel II.671

Guérande, Loire-Inférieure.
Muscovite I.342

Guerche (la), Cher.
Limonite III.393

Guéret, Creuse.
Wolfram IV.288

Guéry (lac de), Puy-de-Dôme.
Cordiérite I.525

Guéry (entre le lac de) et le roc Blanc, Puy-de-Dôme.
Haüyne I.512
Noséane I.512

Guéry (entre l'aiguille de) et le puy de l'Ouire, Puy-de-Dôme.
Haüyne I.512
Noséane I.512

Guesnain, Nord.
Marcasite II.656

Gueugnon (forges de), Saône-et-Loire.
Fayalite I.198

Gueydan (pont de), 1 kil. d'Enriez, Alpes-Maritimes.
Gypse IV.208

Gueymard (filon), à la Gardette, Isère.
Or II.423

Guichard (combe), à Prunières, Isère.
Cinabre II.551

Guignes (château de), Var.
Fluorine II.786

Guil (vallée du), Hautes-Alpes.
Chloromélanite, Jadéite IV.774
Gypse IV.176

Guillac. Voir **Juillac**.

Guillard, en Trélon (car. du Château), Nord.
Blende II.540

Guillaumet, Tarn-et-Garonne.
Quercyite IV.585

Guillestre, Hautes-Alpes.
Apatite IV.389
Gypse IV.176

Guindalos, en Jurançon, Basses-Pyrénées.
Calcite III.512

Guinets (les), Doubs.
Lignite IV.665

Guiscard, Oise.
Lignite IV.664

Guiscriff, Morbihan.
Staurotide I. 8
Tourmaline IV.684

Guissenot (moulin), près Broye, Saône-et-Loire.
Anorthite II.202
Hornblende I.688

Guissény, Finistère.
Almandin I.243
Guitera, Corse.
Soufre II.369
Gumières, Loire.
Chalcopyrite II.684
Gurgy, Yonne.
Pyrite II.609
Gy (filon), au Puix, Belfort.
Fluorine II.789
Gy, Haute-Saône.
Ebelménite IV. 20

H

Haidérénia, près Cambo, Basses-Pyrénées.
Dolomite III.646
Gypse IV.173
Haie-Fouassière, Loire-Inférieure.
Calcédoine III.138
Corindon II.241
Haie-Griselle, Vosges.
Muscovite I.348
Haie-Haute (la), en Baud, Morbihan.
Almandin I.244
Disthène I. 70
Staurotide I. 8
Haies (vallée des), entre Sérent et Malestroit, Morbihan.
Amalgame II.414
Mercure II.416
Haies (ravin des), près Condrieu, Rhône.
Andalousite I. 40
Haillerais (la), Morbihan.
Limonite III.380
Sidérite III.616
Haindérénia. Voir **Haidérénia**.
Halouze (forêt d'), Orne.
Sidérite III.616
Han (pic du), massif du Saint-Barthélemy, Ariège.
Almandin I.247
Andalousite I. 35
Orthose II. 80
Tourmaline I. 93
Haraucourt, Ardennes.
Calcite III.493
Limonite III.395
Hardinghen, Pas-de-Calais.
Houille IV.655
Hardivilliers, près Breteuil, Oise.
Colophanite IV.574
Marcasite II.656
Hardy, près Saint-Paul-lès-Dax, Landes.
Limonite III.398
Hares (route du col des) à Puyvalador, Ariège.
Microcline II.126
Harretchia, Basses-Pyrénées.
Source salée II.758
Hasnon, Nord.
Houille IV.655
Hasparren, Basses-Pyrénées.
Pyrite II.611
Haut-Bois, en les Touches, Loire-Inférieure.
Ilménite III.295
Haut-Château, près Novante, Basses-Alpes.
Pyrite II.608
Haut-Cormier, près Orvault, Loire-Inférieure.
Muscovite I.343
Tourmaline I. 89

Haut des Fraix, Vosges.
Cordiérite I.527
Haut des Pèlerins, près Chamonix, Haute-Savoie.
Actinote I.653
Haut de Thème, près Servance, Haute-Saône.
Pyrite IV.860
Spath fluor IV.887
Haute-Cappe (mines de la), Loire.
Houille IV.658
Haute-Indre (coteau de), en Saint-Herblain, Loire-Inférieure.
Fluorine II.781
Pyrrhotite II.570
Haute-Loire (département).
Rinkite I.629
Sillimanite I. 56
Tridymite III.165
Haute-Marne (département).
Pyrite II.608
Hauterive, Saône-et-Loire.
Autunite IV.548
Haute-Saône (département).
Pyrite II.609
Haut-Folin (montagne du) ou de la Brulée, Saône-et-Loire.
Mispickel II.670
Haut-Narosse, près Dax, Landes.
Calcite III.534
Haut-Naymont, près Saint-Dié, Vosg.
Olivine I.185
Hautpoul, Tarn.
Tourmaline I. 95
Haut-Soudéac, en Glénac, Morbihan.
Limonite III.380
Sidérite III.616
Haveluy, Pas-de-Calais.
Calcite III.458
Pyrite II.597
Havre (le), Seine-Inférieure.
Glauconie I.412
Plagioclase II. 44
Haycot, en Brezouars, Vosges.
Olivine I.186
Haye-Longue (la), près Rochefort-sur-Loire, Maine-et-Loire.
Kaolinite I.469
Hayo (le). Voir **la Haie-Haute.**
Hazintrait, Vosges.
Pyrope I.239
Héas (vallée de), Hautes-Pyrénées.
Blende II.529
Galène II.482
Gigantolite I.522
Hornblende I.686
Orthose II.105 ; IV.814
Tourmaline I. 90
Wollastonite I.621
Héas (route de) à Gèdre, Hautes-Pyrénées.
Almandin I.246
Helette (route d') à Cambo (entrée d'Helette), Basses-Pyrénées.
Anthophyllite I.638
Phlogopite I.332
Helette (entre) et Itsatsou (S. du massif du Labourd), Basses-Pyrénées.
Graphite II.360
Staurotide I. 12
Helette (entre) et Mendionde, Basses-Pyrénées.
Almandin I.246
Héloup, près Alençon, Orne.
Kaolin I.465
Henri IV (cours), à Nantes, Loire-Inférieure.
Béryl II. 15
Hérault (rivière de l'), Hérault.
Mercure II.416
Herbiers (les), Vendée.

Quartz III. 68
Herblay, Seine-et-Oise.
Fluorine II.794
Gypse IV.186
Herere, Basses-Pyrénées.
Barkévicite I.671
Héric, Loire-Inférieure.
Almandin I.245
Omphazite I.605
Héric (gorges d'), Tarn.
Fibrolite I. 56
Héricart de Thury (galerie), mine de la Gardette, Savoie.
Pyrite IV.860
Hérival, près le Val d'Ajol, Vosges.
Fluorine II.786
Hermenault (l'), Vendée.
Barytine IV. 96
Herpie (l'), en Huez, Isère.
Barytine IV. 66
Cérusite III.718
Mimétite IV.408
Panabase II.731
Quartz III. 80
Herserange, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385
Hertré (car. de), près Alençon, Orne.
Barytine IV. 97
Béryl II. 13
Diamant d'Alençon III. 50
Hervezenec, en Lignol, Morbihan.
Biotite I.319
Hève (cap de la), Seine-Inférieure.
Calcédoine III.142, 148
Glauconie I.412
Hève (falaises de la), près le Havre, Seine-Inférieure.
Colophanite IV.573
Orbicules siliceux III.148
Hiéger, Jura.
Soufre II.378
Hinglé (le), Côtes-du-Nord.
Pyromorphite IV.397
Hingué, Loire-Inférieure.
Tourmaline I. 89
Hirson, Aisne.
Calcite III.492
Homblières, Aisne.
Résine fossile IV.644
Homécourt, Meurthe-et-Moselle.
Berthiérine I.402
Limonite III.385
Homme (massif de l'), Hautes-Alpes.
Quartz III. 86
Homme (pic de l'), massif de l'Homme, Hautes-Alpes.
Quartz III. 86
Homme-Mort (ravin de l'), Ariège.
Diopside chromifère I.587
Dipyre II.225, 231
Hôpital (source de l'), à Vichy, Allier.
Calcite III.542
Hôpital-Camfrout, Finistère.
Biotite I.325
Calcite III.575
Quartz III. 58
Hosque (quartier d'), à Lescun, Basses-Pyrénées.
Panabase II.725
Hougade, Cantal.
Plagioclase II. 60
Hourquette, près le pic de Ger, Basses-Pyrénées.
Barytine IV. 80
Hourquette de Cinq Ours, Hautes-Pyrénées.
Axinite I.293
Houssay, Mayenne.
Asbeste IV.786
Houx (les), Vosges.
Olivine I.186
Pyrope I.235

Hubac de Jausiers, Basses-Alpes.
Gypse IV.176
Hubacs de Manosque (les), Basses-Alpes.
Lignite IV.664
Hubacs de Vols (les), Basses-Alpes.
Lignite IV.664
Huchère (l'étang d'), à Saint-Nabord, Vosges.
Almandin I.251
Béryl II. 20
Tourmaline I 100
Huelgoat, Finistère.
Allanite I.158
Andalousite I. 41
Anglésite IV.133
Argent II.411
Blende II.527
Bromyrite II.774
Calcite III.546
Cérargyrite II.773
Cérusite III.707
Cordiérite I.520, 530
Diadochite IV.600
Galène II.479
Gigantolite I.524
Halloysite I.476
Halotrichite IV.257
Laumontite II.341
Limonite III.377
Marcasite II.647
Oligoclase-Albite II.171
Paraluminite IV.245
Plumbéine II.474
Plumbogummite IV.589
Pyrite II.585
Pyromorphite IV.397
Quartz III.61, 92, 149
Rosiérésite IV.533
Smithsonite III.636
Tourmaline V. 78
Huez, près Bourg-d'Oisans, Isère.
Actinote I.653
Barytine IV. 66
Cérusite III.718
Galène II.494
Mimétite IV.408
Panabase II.731
Quartz III. 79
Rutile III.205
Huisserie (l'), Mayenne.
Anthracite IV.649
Hureaux (les), en Saint-Sylvestre, Haute-Vienne.
Angelardite IV.522
Béryl II.18 ; IV.805
Biotite I.320
Dufrénite IV.438
Hétérosite IV.470
Huréaulite IV.504
Muscovite I.346
Strengite IV.476
Triplite IV.432
Triphylite IV.364
Huriel, Allier.
Hornblende I.688
Hussigny, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385
Hutte-aux-Gardes, à Montmartre, Seine.
Sel gemme II.765
Hyèges (les), près Moriez, Basses-Alpes.
Pyrite II.609
Hyenville, Manche.
Calcite III.463

I

Ibantelly, Basses-Pyrénées.
Anthracite IV.650
Ieragarey (3 kil. E. de Chéraute), près Mauléon-Lécharre, Basses-Pyrénées.
Quartz III.117
Iges, Ardennes.
Calcite III.481
Ignou, Cher.
Limonite III.393
Igornay, Saône-et-Loire.
Blende II.540
Calcite III.475
Iléou (lac d'), près Cauterets, Hautes-Pyrénées.
Calcite III.576
Epidote I.139
Ille-sur-Tet, Pyrénées-Orientales.
Almandin I.248
Illiers (escarpements d'), Ariège.
Cordiérite I.522
Orthose II.107
Impradines (vallée d'), Cantal.
Hypersthène I.560
Indis (las), Pyrénées-Orientales.
Limonite III.373
Sidérite III.608
Indre (département).
Pyrite II.607
Indre (vallée de l'), Indre-et-Loire.
Glauconie I.413
Infernet (filon de l'), Isère.
Galène II.494
Stibine II.455
Infrats, près Cornus, Aveyron.
Célestite IV.111
Ingrandes-sur-Loire, Maine-et-Loire.
Actinote I.655
Ingré, Loiret.
Bois silicifié III.158
Insecca (défilé de l'), Corse.
Diallage I.590
Irazein, près Sentein, Ariège.
Rivotite IV.508
Irigny (car. d'), près Lyon, Rhône.
Albite II.145
Apatite IV.385
Biotite I.321
Orthose II. 82 ; IV.813
Tourmaline I. 99
Isenay, Nièvre.
Limonite III.386
Isère (département).
Eisenrose III.278
Sphène II.242
Isère (rivière de l'), Drôme.
Or II.433
Iseyre (col d'), Basses-Pyrénées.
Pyrite II.620
Isle, près Limoges, Haute-Vienne.
Stibine II.453
Islettes (les), Meuse.
Colophanite IV.572
Ispoure, Basses-Pyrénées.
Aragonite III.678
Isserteaux, près Saint-Pardoux, Puy-de-Dôme.
Cordiérite IV.759
Pinite I.528
Issoire, Puy-de-Dôme.
Ætite III.399
Barytine IV. 82
Fibrolite I. 57
Orthose II. 86
Quartz améthyste III. 73
Issy (parc d'), Seine.

Strontianite ? III.699

Issy (car. d'), près Paris, Seine.
Aluminite IV.244
Apatélite IV.247
Copiapite IV.249
Coquimbite IV.241
Gypse IV.186, 203
Hématite III.282
Kalinite IV.254
Marcasite II.659
Sidérite III.622

Itsatsou, Basses-Pyrénées.
Anthophyllite I.638
Disthène IV.680
Fuchsite I.343
Graphite II.360
Gypse IV.173
Kaolin I.466
Microcline II.123
Muscovite I.343
Orthose II. 80
Phlogopite I.332
Pyrite II.593
Sphène II.245
Staurotide I. 12
Tourmaline I. 90
Zircon III.210

Itsatsou (entre) et Helette (S. du massif du Labourd), Basses-Pyr.
Graphite II.360
Staurotide I. 12

Ivry, près Paris, Seine.
Marcasite II.659
Sidérite III.622

Ivry-en-Montagne, Côte-d'Or.
Gypse IV.174

Izaut-de-l'Hôtel, Haute-Garonne.
Calcite III.543

Izouard (col d'), Hautes-Alpes.
Gypse IV.176

J

Jabruzac, Haute-Loire.
Opale résinite III.336

Jacassy (ferme de Mézenc), Haute-Loire.
Mésotype II.267
Néphéline I.500

Jalady (le), en Coudat, Puy-de-Dôme.
Quartz améthyste III. 73

Jalaye (la), près Propiac, Drôme,
Chalcopyrite II.686
Galène II.502

Jallais, Maine-et-Loire.
Mispickel II.667

Janaillat (entre) et le Soulier, Creuse.
Wolfram IV.288

Jancigny, Jura.
Limonite III.396

Janon-Terrenoire (mine de), Loire.
Houille IV.657

Jarménil (entre) et Eloyes, Vosges.
Olivine I.186

Jarnay (rive droite du Dorlay), Loire.
Staurotide I. 14

Jarroux (montagne des) ou Garroux, Hautes-Alpes.
Chalcopyrite II.686

Jason, près Saint-Étienne, Loire.
Mélilite I.496

Jat (vallon de la), près Nant-Borrant, Haute-Savoie.
Gypse IV.175

Jaugles, O. de Rouveray, Yonne.
Pyrite II.614

Jaujac, près Vals, Ardèche.

Almandin I 248
Houille IV.659
Javanelle (filon de), au Grand-Clos, Hautes-Alpes.
Galène II.496
Javron (route de) à Ribay, Mayenne.
Brookite III.175
Jaziade, près Saint-Ilpize, Haute-Loire.
Tourmaline I. 95
Jazindes, en Villeneuve-d'Allier, H.-Loire.
Asbeste I.657
Jeurs (les), au-dessus de la Tête-Noire, Haute-Savoie.
Muscovite I.348
Pinite I.527
Jœuf, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385
Joly (col), Haute-Savoie.
Gypse IV.175
Joly (mont), Savoie.
Calcite III.484
Jonas (grottes de), près Besse, Puy-de-Dôme.
Olivine I.188
Jonchery, Haute-Marne.
Célestite IV.114
Joncieux, Loire.
Pyrite II.588
Jonnelière (la), Loire-Inférieure.
Almandin I.245
Jonzac, Ardèche.
Olivine (Météorite) I.193
Orbicules siliceux III.148
Jonzac, près Barbézieux, Charente-Inférieure.
Anorthite II.200
Augite I.598
Bytownite II.200
Calcédoine III.148
Quartz III.117
Jordanne (vallée de la), Cantal.
Barkévicite IV.791
Bowlingite I.446
Calcite III.585
Or II.431 ; IV.842
Josat, Haute-Loire.
Fluorine II.783
Josselin (vallées au S.), Morbihan.
Cassitérite III.234
Or II.428
Jouarenne, près Iteuil, Vienne.
Calcite III.486
Journac, Cantal.
Randannite III.327
Journet, Vienne.
Limonite III.394
Joursac, Puy-de-Dôme.
Calcite III.554
Joursat, en Singles, Puy-de-Dôme.
Boulangérite II.696
Galène II.488
Jovet (mont), près Moutiers, Savoie.
Albite II.168
Joyeuse, Ardèche.
Calamine III.609
Pyrite II.584
Jucques, Calvados.
Limonite III.379
Judarveil (au N. de), Maine-et-Loire.
Résine fossile IV.641
Jugon, Côtes-du-Nord.
Kaolin I.465
Pyrite II.592
Juigné-sur-Sarthe, Sarthe.
Calcite III.463
Juillac, Corrèze.
Calcite III.553
Juliénas, Rhône.
Orthose II. 82

Juliénas (route de la Chapelle-de-Guinchay), Rhône.
Fluorine II.784
Jumeaux, Haute-Loire.
Barytine IV. 60
Jurançon, près Pau, Basses-Pyrénées.
Calcite III.512
Juré, Loire.
Barytine IV. 89
Fluorine II.788
Jurques, Calvados.
Sidérite III.616
Jurvielle, O. de Luchon, Haute-Gar.
Friedélite I.304
Stibine II.450
Jusey, Haute-Saône.
Limonite III.386
Jussarupt, Vosges.
Orthose II. 83
Pyrope I.239
Jutière (la), en Port-Saint-Père, Loire-Inférieure.
Sphène II.251
Juvinas, Ardèche.
Anorthite (*Météorite*) II.200
Augite I.598
Bytownite II.200
Diopside I.598
Olivine I.193
Pigeonite IV.768
Pyrrhotite II.564
Juzet, près Montauban-de-Luchon, Haute-Garonne.
Érythrite IV.463
Gersdorffite II.638
Morénosite IV.221
Muscovite I.344
Pyrite II.596
Scapolite II.233
Smaltite II.630

K

Kaïmar (mine de), près Lunel, Tarn.
Fluorine II.790
Kaymar, près Villefranche, Aveyron.
Limonite III.376
Psilomélane IV. 16
Kentré, près Auray, Morbihan.
Fibrolite I. 54
Keranbleis, en Plomelin, Finistère.
Biotite I.319
Muscovite I.341
Kerandun, Morbihan.
Almandin I.244
Keraudic, en Plelauff, Morbihan.
Almandin I.244
Kerboulard, en Saint-Nolff, Morbihan.
Apatite IV.386
Kerbourlec, en Plumelin, Morbihan.
Pyromorphite IV.400
Kercado, Morbihan.
Variscite (*callaïs*) IV.485
Kergonano (château de), en Baden, à Ploërmel, Morbihan.
Graphite II.357
Kaolin I.466
Kergoulouarn (butte du moulin), en Plouvorn, Finistère.
Béryl II. 14
Muscovite I.341
Kergourognon, en Prat, Côtes-du-Nord.
Silex III.150
Kerguero, près Plumelin, Morbihan.
Almandin I.244
Kerhat. Voir **Kerhaten**.

Kerhaten, en Pluguffan, Finistère.
Biotite I.319
Muscovite I.341
Kerhelio, près Vannes, Morbihan.
Biotite I.319
Kériaval, Morbihan.
Variscite (*callaïs*) IV.485
Kerien-Allan, en Combrit, Finistère.
Microcline II.122
Kérigou, près Saint-Pol, Finistère.
Béryl II. 14
Kérillis, Côtes-du-Nord.
Chromite (*Météorite*) IV.314
Clinoenstatite » IV.766
Olivine » I.193
Pigeonite » IV.766
Kerino (butte de), près Vannes, Morbihan.
Biotite I.319
Fibrolite I. 54
Kerival, Morbihan.
Almandin I.244
Kérival (ravin de), Morbihan.
Staurotide I. 8
Kerkabanac (pont de), près Soueix, Ariège.
Muscovite I.344
Orthose II. 80
Tourmaline I. 91
Kerlan (moulin de), en Rostrenen, Côtes-du-Nord.
Tourmaline IV.684
Kerlérous (grève de), en Saint-Pol, Finistère.
Rutile III.196
Kermichel, en Limerzel, Morbihan.
Météorite V. 43
Kernouve, en Cléguérec, Morbihan.
Météorite I.193; V. 43
Kerobestin, en Combrit, Finistère.
Biotite I.319
Keroman, en Plumelin, Morbihan.
Disthène I. 70
Staurotide I. 9
Kertanguy, près Vannes, Morbihan.
Biotite I.319
Kerudunic, Finistère.
Tourmaline IV.684
Kervalac-Lei, Finistère.
Limonite III.380
Kervalaun, en Scaer, Finistère.
Topaze I. 62
Kervoal, près Huelgoat, Finistère.
Chalcopyrite II.681
Jamesonite II.698
Kervoyer, Morbihan.
Orthose II. 77
Kervoyer (entre la baie de) et Roguédas, près Vannes, Morbihan.
Biotite I.319
Muscovite I.342

L

Labade (mine de), à Viala du Dourdan, Aveyron.
Chalcosite V. 20
Labassère, Hautes-Pyrénées.
Calcite III.505
Kaolin I.466
Pyrite II.596
Soufre II.369
Trémolite I.658
Labastide, Tarn.
Andalousite I. 39
Labastide (entre) et Lacabarède, Tarn.

Staurotide I. 13
Labastide-Esparbairenque, Aude.
Chalcopyrite II.682
Fluorine II.787
Labastide-de-Sérou, Ariège.
Gypse IV.173
Hématite III.269
Labat, Ariège.
Quartz III.111
Labbé, près Ussel, Corrèze.
Stibine II.453
Labécède, Tarn.
Andalousite I. 39
Tourmaline I. 95
Laborel, Drôme.
Olivine (*Météorite*) IV.718
Labouheyre, Landes.
Limonite III.398
Labourd (massif de), Basses-Pyrénées.
Almandin I.246
Béryl II. 15
Diopside I.606
Graphite II.358
Kaolin I.466
Microcline II.123
Muscovite I.343
Orthose II. 80
Phlogopite I.332
Pyrite II.593
Sphène II.245
Tourmaline I. 89
Labourdette, Landes.
Bitume II.757
Labouret (col de), près Beaujeu. Basses-Alpes.
Gypse IV.176
Labruguière, Tarn.
Lignite IV.664
Lacabarède, Tarn.
Galène II.483
Pyrite II.581
Tourmaline I. 95
Lacabarède (entre) et Labastide, Tarn.
Staurotide I. 13
Lacaune, Tarn.
Andalousite I. 39
Tourmaline I. 95
Lacausse (métairie de), à Saint-Lon, Landes.
Gypse IV.200
Lacaux de Glandon, Haute-Vienne.
Rutile III.200
Lacave (grotte de), Lot.
Calcite III.537
Gypse IV.209
Lacondamine, près Aurillac, Cantal.
Mésotype II.268
Lacour, limite des communes de Vesdun et Culan, Cher.
Hématite III.269
Lacour (ravin de), Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Hématite III.262
Lacourt, Ariège.
Actinote I.655
Epidote I.152
Gypse IV.173
Hématite III.254
Mirabilite IV.162
Pyrrhotite II.569
Soufre II.373
Lacrost, près Tournus, Saône-et-Loire.
Calcite III.491
Lafare (filon de), à Chalanches, Isère.
Tourmaline I.101
Lafaye, en Honac, Charente.
Marcasite II.659
Lafayette (place), à Paris, Seine.
Gypse IV.185
Laferrière, Indre-et-Loire.

Limonite III.393
Laffenet, Jura.
Anhydrite IV. 44
Mirabilite IV.162
Polyhalite IV.252
Quartz III.112
Laffrey (grand lac de), Isère.
Anthracite IV.650
Blende II.533, 535
Bournonite II.707
Calcite III.559
Cérusite III.718
Dolomite III.656
Galène II.495
Panabase II.732
Smithsonite III.636
Stibine II.456
Lafigère, Ardèche.
Galène II.485
Lagarde, en Rompon, Ardèche.
Stibine II.451
Lagarde (moulin de), en Limoges, Haute-Vienne.
Barytine IV. 89
Lagny, Seine-et-Marne.
Gypse IV.183
Meulière III.152
Lagraille, Cantal.
Houille IV.657
Lagrange, Aveyron.
Gypse IV.174
Tourmaline I. 81
Lahonce, Basses-Pyrénées.
Gypse II.759
Laigle, Orne.
Olivine (*Météorite*) I.192
Lains, Jura.
Marcasite II.658
Lair, près Saint-Germain-Lherm, Puy-de-Dôme.
Quartz améthyste III. 73
Lairfour, Ardennes.
Halotrichite IV.257
Ilménite III.293
Laisnes-aux-Bois, Aube.
Gypse IV.201
Laissey, Doubs.
Limonite III.386
Laives, près Sennecey-le-Grand, Saône-et-Loire.
Calcite III.491
Laize-la-Ville, Calvados.
Barytine IV. 94
Quartz III.105
Lajuzère, près Sainte-Marie, Landes.
Gypse IV.172
Lalay (ravin de), en Saint-Babel, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 83
Lalle, Gard.
Houille IV.658
Or II.430
Lally, Haute-Savoie.
Gypse IV.175
Lamalou, Hérault.
Barytine IV. 92
Galène II.483
Gypse IV.173
Quartz III.101
Lamalou-Bas, Hérault.
Barytine IV. 92
Lamanère, Pyrénées-Orientales.
Galène II.483
Sidérite III.603
Lamassoye, entre les pics d'Arbizon et de l'Espade, Hautes-Pyrénées.
Albite II.155
Lambert, Basses-Alpes.
Gypse IV.176
Lamnay, Sarthe.
Glauconie I.413
Lamothe, Haute-Loire.

Barytine IV. 60
Barytocalcite IV.803
Withérite III.697
Lamothe-les-Bains (château de), Isère.
Annabergite IV.465
Nickélite II.559
Or II.424
Lampry, Tarn.
Tourmaline I. 95
Lamure (mines de), Isère.
Alunogène IV.237
Mélantérite IV.227
Nesquéhonite III.791
Pyrite II.605
Lance (moulin de la), près Alrance, Aveyron.
Disthène IV.680
Lancé, Loir-et-Cher.
Clinoenstatite IV.766
Météorite I.293; V. 43
Pigeonite IV.766
Lancieux, Côtes-du-Nord.
Muscovite I.341
Orthose II. 77
Tourmaline I. 86
Lançon, Bouches-du-Rhône.
Olivine (*Météorite*) I.718
Lancone (mine de), Corse.
Albite II.156
Pyrite II.592
Landas, O. de Sainte-Croix-de-Fauri, Gard.
Smithsonite III.631
Lande (car. de la), près Coussac, Haute-Vienne.
Kaolin I.466
Landes (dunes des), Landes.
Alios III.398
Landet (car. du), près la Chevrotière, Loire-Inférieure.
Asbeste I.652
Landévant, Morbihan.
Landévanite I.484
Landévant (entre) et Pluneret, Morbihan.
Graphite II.357
Landévennec, Finistère.
Limonite III.380
Landine (plateau de), près Pontgibaud, Puy-de-Dôme.
Titanomagnétite IV.324
Laneau (côte de), route Saint-Flour à Chaudesaigues, Cantal.
Tourmaline I. 96
Langeac, Haute-Loire.
Andalousite I. 36
Chalcopyrite II.684
Fluorine II.782
Galène II.486
Houille IV.656
Olivine I.188
Stibine II.451
Langerie (moulin de), Maine-et-Loire.
Résine fossile IV.641
Langlade, Gard.
Célestite IV.117
Langlade, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 83
Langon, Gironde.
Mercure II.417
Langueux, Côtes-du-Nord.
Hornblende I.685
Languin, Loire-Inférieure.
Houille IV.654
Lannion (entre) et Saint-Brieuc, Côtes-du-Nord.
Quartz III. 67
Lans (glacier du mont de), Isère.
Adulaire II.112
Anatase III.182
Axinite I.294

Rutile III.205
Sphène II.242
Lans (mont de), Isère.
Axinite I.294
Quartz III. 86
Lantignié, près Beaujeu, Rhône.
Chalcopyrite II.684
Fluorine II.784, 790; IV.886
Galène II.490
Magnétite IV.340
Mélanite I.233
Lantosque, Alpes-Maritimes.
Gypse IV.176
Lanvaudan, Morbihan.
Fibrolite I. 54
Laon, Aisne.
Brushite IV.494
Calcite III.545
Marcasite II.659
Lapège, Ariège.
Andalousite IV.676
Lapleau, Corrèze.
Houille IV.657
Laporta, près Bonifacio, Corse.
Quartz III. 87
Laprade, Tarn.
Andalousite I. 39
Staurotide I. 13
Laprugne. Voir **Prugne** (la).
Lapsou (crête de), Cantal.
Plagioclase II. 61
Laquorre (mine de), près Aulus, Ariège.
Anglésite IV.134
Aragonite III.686
Calamine I. 22
Cérusite III.709
Fluorine II.787
Galène II.483
Lanarkite IV.148
Leadhillite IV.158
Pyromorphite IV.400
Smithsonite III.636
Larbont, Ariège
Psilomélane IV. 18
Larboust (vallée de), Haute-Garonne.
Cummingtonite I.645
Lardeyrol, Haute-Loire.
Lävenite I.626
Orthose II.101
Lardin (le), Dordogne.
Houille IV.658
Lardons, près Montfaucon, Haute-Loire.
Bronzite I.550
Hornblende I.674
Largentière, Ardèche.
Blende II.531
Galène II.486
Largentière, gorge du Fournel, Savoie.
Galène II.494
Larmont, en Saint-Sylvestre, Haute-Vienne.
Autunite IV.546; V. 8
Columbite IV.617
Lépidolite IV.737
Mangano columbite IV.617
Larnagol, Lot.
Quercyite IV.584
Laroche-Guyon, Seine-et-Oise.
Calcédoine III.142
Nitre III.412
Nitrocalcite III.412
Silex III.151
Larodde, Puy-de-Dôme.
Bournonite IV.874
Larom (métairie de), près Gaujacq, Landes.
Sidérite III.620
Laroquebrou, Cantal.
Muscovite I.345

Tourmaline I. 96
Laroquebrou (route de) à la Ségalassière, Cantal.
Calcite III.570
Larquier, Landes.
Lignite IV.665
Larralde (mine de), près Villefranque, Basses-Pyrénées.
Aragonite III.678
Sel gemme II.758
Larrau, Basses-Pyrénées.
Source salée II.758
Larrazet, Tarn-et-Garonne.
Gypse IV.191
Lartigue (vallée de), en Auzat, Ariège.
Actinote IV.785
Lartigue (métairie), près Saint-Pandelon, Landes.
Dolomite III.645
Larzac (montée de Millau), Aveyron.
Calcite III.487
Las (les), près Chides, Nièvre.
Fluorine II.784
Lasalle, Gard.
Gypse IV.173
Lasalle (entre) et Saint-Hippolyte, Gard.
Célestite IV.110
Laschamp, Puy-de-Dôme.
Andalousite I. 48
Laschaux (hameau de), Savoie.
Rutile III.204
Lascombes, Aude.
Galène II.483
Lasollas, Puy-de-Dôme.
Augite I.595
Fiorite III.321
Lassolatite III.321
Lassalle, près Decazeville, Aveyron.
Alunogène IV.238
Arsénolite III. 13
Claudétite III. 18
Gypse IV.207
Hématite III.280
Mélantérite IV.227
Réalgar IV.847
Sidérite III.619
Lasserre, Dordogne.
Lignite IV.662
Lassur, Ariège.
Limonite III.373
Lastiouses, Hérault.
Bournonite II.703
Panabase II.727
Latapie, Aveyron.
Houille IV.658
Lativelet, route de Mesvre à Autun, Saône-et-Loire.
Apatite IV.385
Biotite I.322
Latouche (mine de), Ille-et-Vilaine.
Barytine IV. 57
Latour, Puy-de-Dôme.
Cordiérite I.524
Latour (route de) à Bort, Puy-de-Dôme.
Cordiérite I.524
Latour (entre) et Saint-Donat, Puy-de-Dôme.
Orthose II. 74
Laudun, Gard.
Élatérite IV.636
Laumède, Dordogne.
Halloysite I.475
Launois, Ardennes.
Limonite III.387
Lauqueille (filon de), sur le Garbet, Ariège.
Galène II.499
Laur (lieu dit), route de Camarès, Aveyron.

Orthose II. 85
Laurenti (col de), Ariège.
Idocrase IV.711
Laurenti (lac de), massif du Querigut, Ariège.
Ilménite III.290
Laurie, Cantal.
Hornblende I.678
Olivine I.188
Laussonne, Haute-Loire.
Cordiérite I.523
Lautaret (hospice du), Hautes-Alpes.
Érubescite II.676
Lauvéjols, Lozère.
Pyrite II.607
Lauvitel. Voir **Lovitel**.
Lauzatte (pic de la), massif Saint-Barthélémy, Ariège.
Andalousite I.34, 39
Orthose II. 80
Tourmaline I. 93
Lauze (bois de la), près Murat, Tarn.
Tourmaline I. 95
Lauzerte, Tarn-et-Garonne.
Barytine IV.102
Lauzun (route de) à Eymet, près Sainte-Marthe (tourbière), Dordogne.
Odontolite IV.579
Laval, Haute-Loire.
Ætite III.399
Lavaldens, Isère.
Pyrite II.613
Laval de Tignes, Savoie.
Soufre II.373
Laval-Saint-Roman, Gard.
Gypse IV.192
Lavars, Isère.
Gypse IV.204
Lavaud, en Vinzieux, Ardèche.
Galène II.485
Lavaveix-les-Mines, Corrèze.
Dolomite III.650
Pyrite II.600
Lavaysse, en Aubin, Aveyron.
Vivianite IV.456
Laveau, en Champeix, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 82
Laveissière, Cantal.
Lignite IV.665
Laveline, Vosges.
Graphite II.360
Manganite III.356
Psilomélane IV. 16
Sphène II.252
Lavenças, près Saint-Georges-de-Lusançon, Aveyron.
Gypse IV.174
Laversines, près Beauvais, Oise.
Bol I.488
Lavignac (entre) et le Chalard, Haute-Vienne.
Or II.432
Lavit-de-Lomagne, Tarn-et-Garonne.
Gypse IV.193
Lavoûle. Voir **Lavoûte**.
Lavoûte-Chilhac, Haute-Loire.
Barytine IV. 60
Stibine II.451
Lavoûte-sur-Loire, près Langeac, Haute-Loire.
Galène II.486
Laxou, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385
Lay, Loire.
Anthracite IV.649
Layade (montagne de), près la Preste, Pyrénées-Orientales.
Mispickel II.668
Laye (ravin de la), près Four-la-Brouque. Voir **Lalay**.

Orthose II. 86
Laymont, Gers.
Odontolite IV.578
Lazenay (car. de), près Bourges, Cher.
Calcite III.497
Lazer, Hautes-Alpes.
Gypse IV.178
Quartz III.112
Lazières, Tarn.
Tourmaline I. 95
Lazuel (route de) à Aubenas, Ardèche.
Fluorine II.780
Quartz III. 93
Léchaux, près Moutiers, Savoie.
Calcite III.558
Légué (le), près Saint-Brieuc, Côtes-du-Nord.
Staurotide I. 7
Leichert, Ariège.
Quartz III.111
Lekhurrun (au N.-O. de), Basses-Pyrénées.
Graphite II.358
Lemance (rivière de la), près Fumel, Lot-et-Garonne.
Limonite III.395
Lembron (amphithéâtre de), Puy-de-Dôme.
Alunite IV.141
Lémène, près Chambéry, Savoie.
Calcite III.502
Lempdes, Haute-Loire.
Cordiérite I.523
Tourmaline I. 95
Lempret, Cantal.
Houille IV.657
Lens, Pas-de-Calais.
Calcite III.458
Houille IV.654
Pyrite II.597
Lento, Corse.
Érubescite II.677
Lepuix, Belfort.
Galène II.491
Panabase II.730
Lercoul. Voir **Rancié**.
Lercoul (entre) et Sem, Ariège.
Dipyre II.226
Léren, O. de Salies-de-Béarn, Basses-Pyrénées.
Source salée II.758
Lésaca, Basses-Pyrénées.
Sidérite III.601
Leschaux, près Salins, Savoie.
Hématite III.274
Sidérite III.605
Lescourre, Landes.
Sel gemme II.756
Lescun, Basses-Pyrénées.
Chalcopyrite II.682
Colophanite IV.568
Panabase II.725
Lescuno (car. de), près Murat, Cantal.
Hypersthène I.560
Plagioclase II. 61
Lescuras, entre Jumilhac et la Roche-l'Abeille, Haute-Vienne.
Or II.432
Lespinassière, Aude.
Tourmaline I. 95
Lesponne (vallée de), Hautes-Pyrénées.
Andalousite I. 33
Épidote I.140
Idocrase I.167
Microcline II.126
Oligoclase-Albite II.172
Prehnite I.273
Sillimanite I. 55

Staurotide I.38; IV.672
Tourmaline I. 90
Lesquerde, Pyrénées-Orientales.
Hématite III.269
Lesterps, Charente.
Graphite II.359
Letalay (glacier de), Haute-Savoie.
Épidote I.146
Lets, Puy-de-Dôme.
Bauxite III.348
Leulinghen, Pas-de-Calais.
Pyrite II.611
Leuze, Aisne.
Marcasite II.657
Levade (la), Gard.
Houille IV.658
Levant (île du), Var.
Andalousite I. 37
Disthène I. 73
Ilménite III.291
Staurotide I. 15
Tourmaline I.101
Lévaux, près Champeix, Puy-de-Dôme.
Stibine II.454
Levie, arrondissement de Sartène, Corse.
Anorthite II.196
Bytownite II.196
Diallage I.590
Hypersthène I.559
Plagioclase II. 37
Levie (entre) et San Gavino, arrondissement de Sartène, Corse.
Hornblende I.672
Levigny, près Charnay, Saône-et-Loire.
Calcite III.498
Levruy, Haute-Saône.
Limonite III.386
Leynes, Saône-et-Loire.
Quartz III. 76
Sel gemme II.760
Leyssard, Jura.
Glauconie I.413
Leyvaux, Cantal.
Jamesonite IV.871
Plagionite IV.873
Sidérite III.612
Lez (tour de), près Saint-Béat, Haute-Garonne.
Andalousite I. 33
Anthracite IV.651
Chabasie II.332
Dipyre II.221
Plagioclase II.45, 46
Trémolite I.650
Lez (vallée du) à Montpellier, Hérault.
Ferropicotite IV.309
Lezennes, près Lille, Nord.
Colophanite IV.566, 576
Marcasite II.656
Lherm, Ariège.
Quartz III.111
Lherm (grotte de), près Foix, Ariège.
Calcite III.531
Lherz (étang de), Ariège.
Biotite I.323
Bronzite I.549
Chabasie II.335
Diopside chromifère I.587
Dipyre II. 214, 225, 231
Hornblende I.668, 674; IV.790
Muscovite I.344
Olivine I.183
Opale III.320
Phlogopite I.330
Picotite IV.307
Pyrope I.238
Pyroxène I.545
Quartz III. 61

Trémolite I.650

Lherz (ravin de l'), Ariège.
Dipyre II.225

Lherz (entre l'étang de) et le pont de Massat, Ariège.
Orthose II.105
Tourmaline I. 91

Lherz (sentier de l'étang de) au col d'Eret, Ariège.
Dipyre II.225, 231

Lhuisserie, Mayenne.
Pyrite II.598

Liabaux, près Lincel-Saint-Martin, Basses-Alpes.
Soufre IV.840

Liadouze, près Mandailles, Cantal.
Pléonaste IV.305

Liart, Ardennes.
Pyrite II.614

Liauzès (col de), Ariège.
Rutile III.197

Libarrenx (moulin de), 2 kil. S. de Mauléon, Basses-Pyrénées.
Dipyre II.219
Leuchtenbergite I.383
Phlogopite I.329
Quartz III. 62

Liberté, Haute-Loire.
Anorthose II.117
Néphéline I.499
Plagioclase II. 62

Licourne, près Mercœur, Corrèze.
Stibine II.451

Lienz (ravin de) ou de Glaire, Hautes-Pyrénées.
Axinite I.291

Liesey, Vosges.
Pyrope I.239

Lieucamp, en Menet, Cantal.
Magnétite IV.329

Lieuras. Voir **Lescuras**.

Lieux-Lafenasse, près Réalmont, Tarn.
Blende II.350

Lieuzon (vallée de), Puy-de-Dôme.
Barytine IV.82, 85, 87

Liévin, Pas-de-Calais.
Houille IV.654

Liffol, Haute-Marne.
Pyrite II.608

Ligné, Loire-Inférieure.
Asbeste I.652
Tourmaline I. 89

Lignon (rivière du), Haute-Loire.
Christianite II.305

Ligny-lès-Aire, Pas-de-Calais.
Marcasite II.656

Ligoure, Haute-Vienne.
Hornblende I.687

Ligugé (entre) et Smarves, Vienne.
Pyrite II.607

Limagne, près la Borie-Haute, Cantal.
Bowlingite I.446

Limagne, Puy-de-Dôme.
Apatite IV.390
Barytine IV.81, 88
Calcite III.521
Ménilite III.337
Opale résinite III.323
Pétrole IV.626
Quartz III.102, 105

Limandre, Haute-Loire.
Almandin I.248

Limite des départements Côtes-du-Nord et Morbihan.
Quartz III. 67

Limoges, Haute-Vienne.
Andalousite I. 36
Autunite IV.546
Calcite III.577
Cordiérite I.524
Gigantolite I.524

Microcline II.124
Orthose IV.814
Pseudobrookite III.302
Scheelite IV.278
Stibine II.453
Xénotime IV.368
Limoges (entre) et Saint-Léonard, Haute-Vienne.
Mispickel II.666
Limogne, Lot.
Brushite IV.496
Quercyite IV.585
Limonest, Puy-de-Dôme.
Orthose IV.813
Limousin.
Mispickel II.666
Plagioclase II. 53
Quartz III. 43
Rutile III.200
Wolfram IV.292
Limousin (filon de), près Mas Cabardès, Aude.
Érubescite II.675
Lina (mine de), 1 kil. E. de la Chapelle Sainte-Croix à Alzen, Ariège.
Panabase IV.876
Réalgar III.568 ; IV.448
Lindivic, Morbihan.
Almandin I.244
Lindry, Yonne.
Colophanite IV.572
Linguizetta, Corse.
Chalcopyrite II.686
Cuivre II.403
Panabase II.733
Linières, Mayenne.
Anthracite IV.649
Lion d'Angers, près Angers, Maine-et-Loire.
Mispickel II.667
Lioran, Cantal.
Andalousite I. 40
Anomite I.326
Cordiérite I.524
Hornblende I.681
Hypersthène I.650
Plagioclase II.60, 61
Pléonaste IV.305
Pyrite II.580
Quartz III. 63
Sillimanite I. 57 ; IV.679
Lioran (gare du), Cantal.
Aragonite III.695
Calcite III.586
Lioran (entre le col du) et l'Alagnon, Cantal.
Sanidine II. 99
Sphène II.248
Lioran (chemin de fer entre le) et Murat, Cantal.
Calcite III.586
Liourmies, Cantal.
Augite I.594
Lioux, près Senez, Basses-Alpes.
Pyrite II.608, 609
Liquisses (les), près Millau, Aveyron.
Lignite IV.662
Liré, Maine-et-Loire.
Almandin I.245
Fluorine II.792
Omphazite I.605
Lisqueta, près Saint-Étienne-de-Baigorry, Basses-Pyrénées.
Chalcopyrite II.682
Panabase II.725
Sidérite III.602
Littry, Calvados.
Barytine IV. 79
Épsomite IV.216
Houille IV.656
Pyrite II.597

Sidérite III.619

Liveau (le), près Gorges, Loire-Inférieure.
Heulandite II.290
Labrador II.187
Labrador-Bytownite II.187

Livry-la-Garenne, Seine-et-Oise.
Calcite III.515

Lizio, Morbihan.
Cassitérite III.234

Lizolle (la), Allier.
Andalousite IV.677

Locmaria, Finistère.
Staurotide I. 8
Tourmaline I. 86

Locmaria (baie de), île de Groix, Morbihan.
Glaucophane I.703
Ilménite III.294
Magnétite IV.334
Rutile III.199

Locminé (entre) et Baud, Morbihan.
Staurotide I. 8

Locoal-Mendon (entre) et le S. d'Arradon, Morbihan.
Graphite II.357

Locour d'Arcenay, Côte-d'Or.
Galène II.506

Locquémeau, en Trédez, Côtes-du-Nord.
Magnétite IV.334

Locquirec, Finistère.
Pyrite II.579
Rutile III.205

Locronan, Finistère.
Tourmaline I. 86

Loctudy, Finistère.
Muscovite palmée I.342

Lodève, Hérault.
Gypse IV.173
Kaolinite I.469

Loges (bois des), Ardennes.
Limonite III.389

Lognan (glacier de), Haute-Savoie.
Quartz III. 77

Logny-Bogny, Ardennes.
Marcasite II.657

Logonna-Daoulas (rade de Brest), Finistère.
Quartz III. 67

Loire (mines de la), Loire.
Houille IV.657

Loire (dragages de la), Loire-Inférieure.
Vivianite IV.459

Loire (lit de la), Haute-Loire.
Fibrolite I. 56

Loiré (entre) et Augué, Maine-et-Loire.
Limonite III.380

Loisellière, près Cullan, Cher.
Psilomélane IV. 18

Lombard (glacier), Hautes-Alpes.
Sidérite III.615

Lombez, Gers.
Odontolite IV.578

Long (puy), près Lempdes, Puy-de-Dôme.
Analcime II.284; IV.832
Calcédoine III.140

Longefay, en Poule, Rhône.
Cérusite III.713
Galène II.489
Pyromorphite IV.401
Quartz III. 94

Longerolle, Isère.
Blende II.536
Galène II.495

Longjumeau, Seine-et-Oise.
Bois silicifié III.158
Meulière III.152

Longpendu (concession de) à Montchanin, Saône-et-Loire.
Pyrite II.604
Longpendu, Saône-et-Loire.
Houille IV.657
Longue (pont-de-), Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 82
Bitume IV.625
Longuet (pic du), Hautes-Alpes.
Riebeckite IV.798
Longwy, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385
Or II.433
Lons-le-Saunier, Jura.
Gypse IV.175
Sel gemme II.762
Loquidy, Loire-Inférieure.
Andalousite I. 33
Loquirec, Finistère.
Ilménite III.294
Lordat, Ariège.
Asbeste I.655
Chabasie II.333
Dipyre II.226
Épidote I.152
Hématite III.254, 267
Hornblende I.683
Phlogopite I.330
Pléonaste IV.304
Spinelle IV.303
Lorges (forêt de), près de Quintin, Côtes-du-Nord.
Bavalite I.399
Magnétite IV.339
Lorlanges, Haute-Loire.
Tourmaline I. 95
Lormes, Nièvre.
Pinite I.529
Lorrez-le-Bocage, Seine-et-Marne.
Calcite III.517
Lot (rivière du) de Saint-Laurent à Capdenac, Lot.
Goslarite IV.220
Lotrecey, Haute-Marne.
Limonite III.388
Louans, Indre-et-Loire.
Olivine (*Météorite*) I.192
Loubarlac, près de Dore-l'église, Puy-de-Dôme.
Soufre II.371
Loubéjac, O. de Saint-Chamant, Cantal.
Augite I.594
Loubersenac, Ariège.
Bauxite III.346
Loubihar (ruisseau du), Basses-Pyrénées.
Aragonite III.678
Louchadières (puy de), Puy-de-Dôme.
Aragonite III.693
Loucrup, Hautes-Pyrénées.
Kaolin I.466
Microcline II.123
Muscovite palmée I.344
Orthose II. 80
Tourmaline I. 90
Loudervielle, Hautes-Pyrénées.
Andalousite I. 33
Dialogite III.625
Rhodonite I.632
Loudun, Vienne.
Pyrite II.611
Louette (rivière de la), près Étampes, Seine-et-Marne.
Calcite III.545
Louhossoa, Basses-Pyrénées
Fuchsite I.343
Kaolin I.466
Muscovite I.343
Phlogopite I.332

Louhossoa (car. de la route de) à Cambo, Basses-Pyrénées.
Graphite II.360
Loup (col du), en Valgodemar, Haut.-Alpes.
Chalcopyrite II.686
Loupfougères, Mayenne.
Pyrite II.595
Loupiac, Hérault.
Colophanite IV.564
Loupian, Hérault.
Bauxite III.346
Quercyite IV.585
Louppy-le-Château, Meuse.
Colophanite IV.572
Lourdes, Hautes-Pyrénées.
Épidote I.152
Pyrite II.595
Louron (vallée du), Haute-Garonne.
Alunogène IV.237
Graphite II.361
Grossulaire I.223
Manganite III.355
Prehnite I.273; IV.733
Louroux-de-Bouble, Allier.
Wolfram IV.289
Loury (filon de), à Plancher-les-Mines, Haute-Saône.
Or II.422
Panabase II.730
Loutrein, Ariège.
Dipyre II.223
Louvatange, Jura.
Limonite III.396
Louverné, Mayenne.
Calcite III.464
Dolomite III.651
Louvie-Juzon, près Laruns, Basses-Pyrénées.
Pyrite II.595, 612
Louvie-Soubiron (ravin entre) et Asté-Béon, Basses-Pyrénées.
Magnétite IV.332
Sidérite III.602
Louzon (vallée de), près Ferrières, Basses-Pyrénées.
Sidérite III.602
Lovagny (gorges du Fier), Haute-Savoie.
Pissasphalte IV.631
Lovitel (lac), en Oisans, Isère.
Hornblende I.670
Microcline II.126
Sphène II.246
Lozanne, Rhône.
Béryl II. 19
Muscovite I.347
Tourmaline IV.686
Lozère (département).
Galène II.485
Lozère (mont), Lozère.
Galène II.485
Muscovite I.345
Lozève (mont), près Genolhac, Gard.
Orthose II. 74
Lubersac, Corrèze.
Apatite IV.903
Lubihac, Cantal.
Plagioclase II. 60
Lubilhac, Haute-Loire.
Andalousite I. 40
Blende II.531
Stibine II.451
Lubine, Vosges.
Almandin I.251
Barytine IV. 63
Chessylite III.772
Malachite III.747
Tourmaline I.100
Luc (le), Var.
Bauxite III.347

Luc (vallée de l'Arve), Haute-Savoie.
Barytine IV. 65
Luçay-le-Mâle, Indre.
Limonite III.394
Lucé, Loire.
Barytine IV. 89
Lucé, Sarthe.
Olivine (Météorite) I.192
Lucéram, Alpes-Maritimes.
Orpiment II.445; IV.848
Lucette, en le Genest, Mayenne.
Mispickel IV.862
Or IV.842
Stibine IV.849
Luchet, près Le Creusot, Saône-et-Loire.
Tourmaline I.100
Luchon (l'hospice de), Haute-Gar.
Andalousite I. 48
Ludesse, près Champeix, Puy-de-Dôme.
Calcite III.521
Ludres, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385
Lunas, Hérault.
Chalcopyrite II.683
Lunel-Viel, Hérault.
Aluminite IV.245
Lunéville, Meurthe-et-Moselle.
Gypse IV.174
Quartz III.112
Sel gemme II.760
Ulexite IV.353
Lupchapt (environs de), Vienne.
Limonite III.394
Luponnas, près Pont-de-Veyle, Ain.
Olivine (Météorite) I.192
Luque (la), Landes.
Lignite IV.665
Lurcy, Nièvre.
Limonite III.384
Lurcy-Lévy, Allier.
Gypse IV.174
Lurdé (col de), Basses-Pyrénées.
Bowlingite I.446
Gypse IV.173
Pyrite II.620
Quartz III. 61
Lure (montagne de), Basses-Alpes.
Colophanite IV.573
Glauconie I.411, 413
Pyrite II.608
Rétinite IV.641
Luri (mine de), cap Corse, Corse.
Stibine II.456
Luscanen, Morbihan.
Fluorine II.781
Quartz III. 68
Lusclade (ravin de), près du Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Ægyrine IV.771
Anomite I.326
Haüyne I.510
Hornblende I.681
Noséane I.510
Opale résinite III.324
Orthose II. 94
Plagioclase II.59, 61
Tridymite III.167
Lussac, près Etagnac, Charente.
Limonite III.394
Pyrite II.587
Stibine II.454
Lussat, Puy-de-Dôme.
Asphalte IV.626
Calcédoine III.140
Lussatite III.168
Quartz III.102
Lusse, près Saint-Dié, Vosges.
Almandin I.251
Ankérite III.660
Barytine IV. 63

Chessylite III.772
Dolomite III.655
Galène II.491
Muscovite I.348
Orthose II. 83
Sidérite III.612
Tourmaline I.100

Luxeuil, Haute-Saône.
Chabasie II.336
Christianite II.308
Vivianite IV.460

Luynes, Bouches-du-Rhône.
Calcite III.515

Luzenac, Ariège.
Limonite III.373
Sidérite III.608

Luzer, en Sainte-Marie-le-Plain, Cantal.
Stibine IV.849

Luzy, Nièvre.
Andalousite I. 49
Fluorine II.784

Lye, Indre.
Silex III.151

Lyon, Rhône.
Apatite IV.385
Chalcopyrite II.689
Chloromélanite I.616
Cuprite III.309
Disthène I. 73
Dumortiérite IV. 18
Galène II.508
Gigantolite I.526

Lyonnais, Rhône.
Microcline II.124
Orthose II.107
Sillimanite I. 58
Tourmaline I. 98

Lys, près Sainte-Colome, Basses-Pyrénées.
Albite II.160
Gypse IV.173
Hématite III.254
Leuchtenbergite I.383
Magnétite IV.331
Pyrite II.620
Quartz III. 58
Rutile III.203
Soufre II.373
Sphène II.238
Tourmaline I. 82, 106
Trémolite I.649

Lys (mont du), près Luchon, Haute-Garonne.
Muscovite I.344

Lys (vallée du), Haute-Garonne.
Almandin I.247
Chloritoïde I.370
Idocrase I.168
Ripidolite I.391
Trémolite I.649

Lys (entre la vallée du) et le pic de Grabioulès, Haute-Garonne.
Staurotide I. 13

M

Macaye (au S. de), Basses-Pyrénées.
Graphite II.358
Muscovite I.343

Machéroménil, Ardennes.
Colophanite IV.565, 572

Machine (la), Nièvre.
Barytine IV. 90
Calcite III.474
Élatérite IV.636
Pyrite II.602
Réalgar IV.848
Salmiac IV.884

Machizaud (entre le petit) et Riverie, Rhône.
Cordiérite I.526
Macholles, près Riom, Puy-de-Dôme.
Pétrole IV.626
Mâcon, Saône-et-Loire.
Ætite III.399
Bol I.488
Colophanite IV.570
Cuprite III.309
Gypse IV.201
Pyrite II.612
Quartz III.107, 113
Vivianite IV.460
Mâconnais.
Galène II.506
Quartz III.104
Macot (mine de), Savoie.
Cérusite III.717
Dolomite III.655
Galène II.493
Panabase II.731
Wulfénite IV.272
Macouard, Maine-et-Loire.
Résine fossile IV.641
Madeleine (la), Dordogne.
Silex III.152
Madeleine (la), à Laneuveville, Meurthe-et-Moselle.
Sel gemme II.760
Madeleine (la), 4 kil. N. de Cogolin, Var.
Sidérite III.608
Madic, Cantal.
Houille IV.657
Madras, près de Pontgibaud, Puy-de-Dôme.
Mispickel II.667
Madres (pic de), E. de Puyvalador, Pyrénées-Orientales.
Grossulaire I.225; IV.724
Idocrase I.166
Madriat, en Cistrières, Haute-Loire.
Asbeste I.657
Madriat, Puy-de-Dôme.
Alunite IV.141
Bauxite III.348
Magalas, Hérault.
Calcite III.522
Magalas (entre) et Fouzilhon, Hérault.
Gypse IV.200
Magdelaine (la), Var.
Houille IV.659
Magnac (route de) à Pompadour, Haute-Vienne.
Scheelite IV.278
Tungstite III. 10
Magnac (mine de), près Sarcus, Cantal.
Barytine IV. 60
Magnols, près Villefranche, Aveyron.
Panabase III.727
Magny, Côte-d'Or.
Limonite III.396
Magon, près La Rochelle, Charente-Inférieure.
Gypse IV.200
Mahabra, près Questembert, Morbihan.
Apatite IV.903
Mail de cristal, près le pic Crabère, Haute-Garonne.
Anatase III.179
Quartz III. 70
Mail de Soulan (le), Haute-Garonne.
Andalousite I. 48
Axinite I.293
Cummingtonite I.645
Stilbite II.317
Mailhac, Aude.
Lignite IV.663

Maillargues, près Allanche, Cantal.
Augite I.594; V. 57
Olivine I.179; IV.717
Maillors, près Cassagnes, Aveyron.
Sidérite III.604
Maillot, Saône-et-Loire.
Anthracite IV.650
Mailly, Aisne.
Marcasite II.659
Mail Plané, près Luchon, Haute-Garonne.
Idocrase I.168
Maintenon, Eure-et-Loir.
Calcite III.525
Mainzac, Charente.
Limonite III.394
Maire, Isère.
Gypse IV.204
Mairus (forge), près Deville, Ardennes.
Albite II.145
Anorthose II.117
Microcline II.126
Quartz III. 56
Maisdon, Loire-Inférieure.
Ilménite III.293
Maisonave, Basses-Pyrénées.
Anthracite IV.651
Maison-Blanche, près Vaugneray, Rhône.
Tourmaline I. 99
Maison Neuve, près du plateau de Paris (vallée de la Romanche), Hautes-Alpes.
Hématite III.278
Maison Neuve, en Buisson, Aveyron.
Tourmaline IV.685
Maisons-Laffitte, Seine-et-Oise.
Colophanite IV.571
Résine fossile IV.641
Maixe, Meurthe-et-Moselle.
Sel gemme II.760
Majesté (car.) à Saint-Créac, Hautes-Pyrénées.
Pyrite II.596
Malabard, Haute-Vienne.
Béryl II. 18
Malabry (car. de), à Vieillevigne, Loire-Inférieure.
Chromite IV.315
Dolomite III.651
Maladrerie (car. de la), près Caen, Calvados.
Célestite IV.113
Maladrerie de Montainville, Seine-et-Oise.
Quartz III.120
Mâlain, Côte-d'Or.
Gypse IV.174
Sel gemme II.760
Malataverne, Rhône.
Béryl II. 19
Muscovite I.347
Tourmaline I. 99
Malay-le-Petit, Yonne.
Calcite III.510
Malbosc, Ardèche.
Stibine II.451
Malène. Voir **Melaine**.
Malet (hameau de), près Valleraugue, Gard.
Calcite III.457
Malgascon, Haute-Loire.
Hornblende I.678
Malhiver (tranchée du chemin de fer), près Anduze, Gard.
Pétrole IV.628
Malines (les), Gard.
Anglésite V.134
Aragonite III.686
Barytine IV. 68
Blende II.539

Calamine I.22 ; IV.676
Cérusite III.721
Galène II. 500
Gypse IV.205
Hydrozincite III.737
Massicot III.312
Mélantérite IV.225
Smithsonite III.631
Soufre II.378

Malintrat, Puy-de-Dôme.
Asphalte IV.626
Calcédoine III.140
Pétrole IV.626
Pissasphalte IV.626
Vivianite IV.460

Mallemort, Vaucluse.
Gypse IV.192

Mallet (tunnel de) à Talizat, Cantal.
Aragonite III.692

Malpas, à Mussiège, Haute-Savoie.
Asphalte IV.631

Malpourché (filon de), Isère.
Sidérite III.607

Malprésure (mont de Lans), Hautes-Alpes.
Quartz III. 86

Malroche, près l'étang de Pechadoire, Puy-de-Dôme.
Stibine II.454

Malrocher, en la Table, Savoie.
Chalcopyrite II.685
Panabase II.731

Maltaverne. Voir **Malataverne**.

Malune, près Mourjuan (entre Allos et Barcelonnette), Basses-Alpes.
Galène II.502

Malvezy, près Narbonne, Aude.
Mirabilite IV.162
Soufre II.375

Malviale (la), Puy-de-Dôme.
Hornblende I.682

Malvielle, près Bédarieux, Hérault.
Chessylite III.771
Chrysocole IV.732

Mandagon (vallée de), N. du Vigan, Gard.
Asbeste IV.786
Palygorskite IV.745

Mandailles (vallée de), Cantal.
Augite I.594
Barkévicite IV.791
Or IV.842

Mandelesse, en Panazol, Haute-Vienne.
Mispickel II.666
Molybdénite II.464
Scheelite IV.278
Wolfram IV.289

Mandesse, Gard.
Blende II.539

Mandonne, en Jaujac, Ardèche.
Galène II.485

Mandriale (hameau de), cap Corse,
Glaucophane I.705

Mané-er-h'roek, en Lockmariaquer, Morbihan.
Chloromélanite I.616
Sillimanite (hache) I. 51
Variscite (callaïs) IV.485

Manosque (rivière de), Basses-Alpes.
Gypse IV.191
Lignite IV.664
Soufre II.374 ; IV.840

Manre, Ardennes.
Colophanite IV.566, 574

Mans (le), Sarthe.
Bois silicifié III.158
Colophanite IV.574
Galène II.505
Glauconie I.413
Stilpnosidérite III.393
Vivianite IV.459

Manson. Puy-de-Dôme.
Andalousite IV.677
Mantes, Seine-et-Oise.
Calcédoine III.142
Marcasite II.656
Mantel (roche), mont de Lans, Hautes-Alpes.
Quartz III. 86
Manzat, Puy-de-Dôme.
Pinite I.528
Marais (le), Allier.
Houille IV.657
Marais (château du), à Serraval, Haute-Savoie.
Gypse IV.175
Maranas, en Ambazac, Haute-Vienne.
Métavoltite IV.260
Marand (tunnel de), près Lozanne, Rhône.
Almandin IV.727
Béryl IV.805
Maranoz, Jura.
Gypse IV.175
Marbache, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385
Marbaix, Nord.
Calcite III.458
Marcan, Loire.
Cordiérite I.526
Marché aux chevaux, à Paris, Seine.
Fluorine II.793 ; IV.886
Quartz III.118
Marcheville, en Ponthieu, Somme.
Colophanite IV.574
Marcigny, Saône-et-Loire.
Calcite III.480
Marcillac, Aveyron.
Célestite IV.109
Marcillat, Allier.
Galène II.490
Marcillat, en le Mars, près la Roche, Creuse.
Chalcolite IV.552
Marcilly (entre Montbrison et Boën), Loire.
Almandin I.250
Marcilly-lès-Buxy, Saône-et-Loire.
Gypse IV.174
Marcognac, près Saint-Yrieix, Haute-Vienne.
Microcline II.124
Nontronite I.470
Orthose II. 82
Marcolès, Cantal.
Tourmaline I. 96
Marcolino (monte), Corse.
Antigorite I.428
Diallage I.589
Marcoux, près Digne, Basses-Alpes.
Célestite IV.113
Quartz III.116
Mareuge, Puy-de-Dôme.
Augite I.596
Bauxite III.348
Haüyne I.512; IV.756
Labrador II.189
Labrador-Bytownite II.189
Noséane I.512
Mareuil, Cher.
Limonite III.393
Marey, Ardennes.
Limonite III.389
Margenne, près Autun, Saône-et-Loire.
Marcasite IV.861
Pissasphalte IV.628
Thélotite IV.646
Margeride (monts de la), Haute-Loire.
Orthose II. 74
Margnac, Haute-Vienne.

Béryl II. 18
Quartz III. 53
Margny-lès-Compiègne, Oise.
Marcasite II.656
Margut, Ardennes.
Colophanite IV.569
Mariette (la), en Saint-Jean-la-Forêt, Orne.
Opale III.331
Marignan, 2 kil. E. de Montluçon, Allier.
Chalcolite IV.552
Marlemont, Ardennes.
Marcasite II.657
Marles, Pas-de-Calais.
Houille IV.654
Marlhes, Haute-Loire.
Hornblende I.674
Olivine I.187
Marly, près Valenciennes, Nord.
Houille IV.655
Marmagne (vallée du Mesvrin), Saône-et-Loire.
Almandin I.251
Andésine II.179
Asbeste I.657
Autunite IV.547
Béryl II. 20
Biotite I.321
Hornblende I.688
Microcline II.124
Muscovite I.347
Oligoclase-Andésine II.172
Orthose II. 83
Plagioclase II. 39
Tourmaline I.100
Marmagne (entre) et la Croix-Blanchot, Saône-et-Loire.
Sillimanite I. 58
Marmagne (entre) et le parc de Montjeu, Saône-et-Loire.
Sillimanite I. 58
Marmagne (vieille route de) à Autun, Saône-et-Loire.
Sillimanite I. 58
Marman (puy de), près des Martres de Veyre, Puy-de-Dôme.
Analcime II.284
Aragonite III.693
Calcite III.584
Christianite II.305
Mésotype II.268 ; V. 85
Opale résinite III.324
Phacolite II.330
Sidérite III.616
Marmare (col de), route d'Ax à Prades, Ariège.
Pyrite II.612
Marnat, près Jumeaux, Puy-de-Dôme.
Quartz améthyste III. 73
Marnay, Haute-Saône.
Limonite III.396
Marnay, Saône-et-Loire.
Autunite IV.548
Marniac, Cantal.
Plagioclase II. 61
Marolles, près Billom, Puy-de-Dôme.
Calcite III.521
Maromme. Voir **Maronne**.
Maronne (filons de), entre la Garde et Huez, Isère.
Anatase III.181
Calcite III.484, 578
Quartz III.43, 80, 83
Ripidolite I.393
Spinthère II.240
Sphène II.240
Maronne-en-Oisans, Isère.
Blende II.536
Pyromorphite IV.403
Marpont, Puy-de-Dôme.

Cordiérite I.524
Grenat I.249

Marquise, Pas-de-Calais.
Colophanite IV.572

Marsac, près Nozay, Loire-Inférieure.
Andalousite I. 46
Quartz III. 68

Marsac, Haute-Vienne.
Rutile III.200

Marsanges (mines de), Haute-Loire.
Houille IV.657

Marsanne, Drôme.
Randannite III.326

Marsoulas, Haute-Garonne.
Pyrite II.622

Marthuret (le), en Pionsat, Puy-de-Dôme.
Berthiérite IV.871

Martigné-Briand, Maine-et-Loire.
Quartz III. 69

Martigné-Ferchaud, Ille-et-Vilaine.
Mispickel II.671
Stibine II.449

Martigny, Saône-et-Loire.
Hornblende I.688

Martigny-sur-Armançon, Côte-d'Or.
Colophanite IV.570

Martimpré (plaine de), Vosges.
Cordiérite I.527

Martinèche, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 61

Martinet, Cantal.
Plagioclase II. 60

Martinière (la), Loire-Inférieure.
Pyrite II.592

Martoray (le), Loire.
Houille IV.658

Martouret (mine de), Puy-de-Dôme.
Berthierite II.694 ; IV.871
Martourite II.694

Martres-de-Veyre, Puy-de-Dôme.
Christianite II.305

Martres-Tolosane, Haute-Garonne.
Or II.430

Martreuil, Vienne.
Limonite III.394

Marvigne, Ardèche.
Calcite III.476

Mary (puy), Cantal.
Augite I.594
Barytine IV.103
Calcite III.586
Chabasie II.329
Hypersthène I.560

Marzun, O. du volcan d'Autrac, Cantal.
Hornblende I.678

Mas-Barbu, Haute-Vienne.
Quartz III. 53

Masboutin, près Montaigut, Puy-de-Dôme.
Fluorine I.788
Galène II.488

Mas-Cabardès, Aude.
Calcite III.547
Chalcopyrite II.682
Fluorine II.787
Mispickel II.669

Mas-Chabert, Gard.
Asphalte IV.631

Mascombe, Corrèze.
Olivine (*Météorite*) I.192

Mas-d'Andrieu, Aveyron.
Panabase II.727

Mas-d'Azil (le), Ariège.
Gypse IV.173
Quartz III.111

Mas-de-Beaugis, Gard.
Smithsonite III.631

Mas-de-Brunel, Gard.
Célestite IV.117

Mas-de-Carrière (le), Gard.
Lignite IV.662
Mas-del-Puech (filon de), près Savensa, Aveyron.
Magnétite IV.333
Mas-des-Trois-Perdrix, près Vézenobres, Gard.
Célestite IV.117
Mas-d'Etzas, près Saint-Félix de Pallières, Gard.
Blende II.539
Mas-du-Chat, près Auzon, Gard.
Pissasphalte IV.629
Mas Neuf, près Anduze, Gard.
Anhydrite IV. 43
Mas-Rigal, Gard.
Blende II.539
Smithsonite III,631
Massac-Cédeillan, Aude.
Galène II.483
Panabase II.726
Mas-Saintes-Puelles, O. de Castelnaudary, Aude.
Calcite III.514
Gypse IV.192
Massat, Ariège.
Pyrite II.581
Quartz III.44, 111
Massat (port de), Ariège.
Dipyre II.225
Massat (ruisseau de), Ariège.
Chabasie II.335
Massat (entre le pont de) et l'étang de Lherz, Ariège.
Orthose II.105
Tourmaline I. 91
Massay, Cher.
Limonite III.393
Massay (entre) et Sancerre, Cher.
Limonite III.388
Massiac, Cantal.
Almandin I.249
Andalousite I. 40
Pinite IV.759
Sénarmontite V. 7
Stibine II.452
Stibiconite IV.508
Tourmaline I. 95
Valentinite V. 7
Masson (chez) « lieu dit », près Montbrison, Loire.
Christianite II.307
Matoni, près Alata, Corse.
Épidote I.151
Matra, près Moïta, Corse.
Glaucophane I.705
Orpiment II.445
Réalgar II.442
Matringe (Chablais), Haute-Savoie.
Quartz III.112
Matte (la), Hérault.
Lignite IV.663
Mauhourat (source), à Cauterets, Hautes-Pyrénées.
Quartz III.101
Maupas (vallon de), près Mazac en Saint-Privat-des-Vieux, Gard.
Calcite III.518
Maupas, près Wassy, Haute-Marne.
Gypse IV.201
Maupas, en Saint-Servant, Morbihan.
Cassitérite III.223
Maures (montagne des), Var.
Disthène I. 73
Graphite II.359
Hornblende I.688
Mauriac, Cantal.
Gypse IV.191
Maurienne (la), Savoie.
Sidérite III.615
Soufre II.373
Maussanne, Bouches-du-Rhône.

Bauxite III.347

Mauves, Loire-Inférieure.
Psilomélane IV. 20

Mauves (entre) et Thouaré, Loire-Inférieure.
Graphite II.357
Ilménite III.295
Tourmaline I. 89

Mauzun, Puy-de-Dôme.
Calcite III.521

Maxeville, près Nancy, Meurthe-et-Moselle.
Calcite III.481
Limonite III.385

Mayons-du-Luc, Var.
Barytine IV. 66
Blende II.536
Galène II.496

May-sur-Orne, Calvados.
Bavalite I.400
Hématite III.279
Pyrite II.594
Quartz III.104

Mazamet, Tarn.
Tourmaline I. 95

Mazataud, en Bessines, Haute-Vienne.
Apatite IV.384
Cassitérite III.221
Columbite IV.617
Spessartine IV.729
Triplite IV.432
Wolfram IV.291

Mazataud (car. inondée entre) et le pont de Barost, Haute-Vienne.
Triplite IV.432

Mazaugues, Var.
Bauxite III.347

Mazaurand (puits), à Beaune, Haute-Vienne.
Autunite IV.546
Chalcolite IV.552

Mazeau (le), près Fontenay, Vendée.
Galène II.505

Mazel (le), Aveyron.
Houille IV.658

Mazel, Gard.
Houille IV.658

Mazel (le), vallée de la Rimande, Haute-Loire.
Haüyne I.510
Néphéline I.499
Noséane I.510

Mazelles (les), Allier.
Cordiérite I.526

Mazenay, près Saint-Léger, Saône-et-Loire.
Aragonite III.687
Calcite III.481
Limonite III.381, 383
Marcasite II.652

Mazerolas, Haute-Vienne.
Barytine IV. 89

Mazet (le), en Monoblet, Gard.
Anhydrite IV. 43

Mazet, Haute-Vienne.
Barytine IV. 89

Mazeyrat-Aurouze, Haute-Loire.
Cérusite III.710
Olivine I.178

Mazière (la), Corrèze.
Microcline II.126
Orthose II. 74

Mazimbert, près Villefort, Lozère.
Blende II.531
Galène II.485

Mazoires, Puy-de-Dôme.
Stibine II.454

Mean Martin (glacier de), ruisseau au S. E., Savoie.
Magnétite IV.335

Mède, arrondissement de Saint-Girons, Ariège.

Chalcopyrite II.682
Mède (bois de la), en Châteauneuf-les-Martigues, Bouches-du-Rhône.
Résine fossile IV.642
Médoc, Gironde.
Alios III.398
Quartz (cailloux) III.103
Médous, près Bagnères-de-Bigorre, Hautes-Pyrénées.
Antigorite I.429
Chrysolite I.435
Picotite IV.307
Mégal (massif du), Haute-Loire.
Ægyrinaugite I.612
Augite I.593
Cordiérite I.522
Néphéline I.499
Mehun-sur-Yèvre, Cher.
Magnésite I.459
Meignanne, Maine-et-Loire.
Fluorine II.792
Pyrite II.595
Meije (glacier de la), près La Grave, Hautes-Alpes.
Albite II.145, 153
Molybdénite II.463
Molybdite III. 9
Monazite III.375
Turnérite IV.374
Meije (massif de la), Hautes-Alpes.
Quartz III. 86
Meije (torrent de la), massif du Peyrou d'Amont, Hautes-Alpes.
Anatase III.184
Brookite III.174
Molybdénite IV.850
Meije (vallon de la), flanc du Peyrou d'Amont, Hautes-Alpes.
Anatase III.184
Brookite III.174
Meilhac, Corrèze.
Galène II.487
Meillans. Voir **Meylan**.
Meilleraie (la), Loire-Inférieure.
Limonite III.392
Meillerie, Haute-Savoie.
Calcite III.483
Meiry (chalets du), vallée du Reposoir, Haute-Savoie.
Quartz III.107
Melaine (hameau de), Isère.
Épidote I.146
Melcey. Voir **Melecey**.
Melecey, Haute-Saône.
Houille IV.659
Sel gemme II.762
Melle, Deux-Sèvres.
Cérusite III.708
Galène II.482
Melles (mine de), Haute-Garonne.
Blende II.529
Galène III.498
Melun, Seine-et-Marne.
Meulière III.152
Melza (col de), Corse.
Orthose IV.815
Memercin, Lot.
Quercyite IV.585
Mémer, Aveyron.
Limonite III.384
Ménageraie (car. de la), près Saint-Viaud, Loire-Inférieure.
Almandin I.245
Hornblende I.686
Magnétite IV.334
Oligoclase II.173
Sphène II.251
Menat, Puy-de-Dôme.
Marcasite II.660
Tripoli III.317
Mende, Lozère.
Calcite III.479

Galène II.485
Mendionde, Basses-Pyrénées.
Graphite II.538
Muscovite I.343
Mendionde (entre) et Hélette, Basses-Pyrénées.
Almandin I.246
Menet, Cantal.
Ægyrine I.613
Almandin I.249
Andalousite I. 40
Anorthose II.118
Apatite IV.389
Augite I.601
Biotite I.326, 330
Cordiérite I.524
Corindon III.242
Hornblende I.681
Magnétite IV.317
Orthose II.100
Quartz III. 63
Sanidine II.100
Sillimanite I. 57
Sphène II.249
Tridymite III.165
Zircon III.211, 215
Menet, Charente.
Galène II.487
Menetou-Couture, Cher.
Limonite III.393
Ménez, Côtes-du-Nord.
Limonite III.392
Menez-Hom (massif du), Finistère.
Albite II.158
Plagioclase II. 58
Menez-Ru, près Scaër, Finistère.
Staurotide I. 8
Menglon (montagne de Piémont), Drôme.
Cérusite III.721
Smithsonite III.631
Menildot, 1 kil. de la Chapelle-en-Juger, près Saint-Lô, Manche.
Cinabre II.549
Ménilmontant, Seine.
Epsomite IV.218
Gypse IV.190
Magnésite I.459
Ménilite III.332
Mennetou-sur-Cher, Cher.
Opale III.329
Mens, Isère.
Barytine IV. 99
Gypse IV.201
Menté (col de), entre Coulédoux et Saint-Béat, Haute-Garonne.
Épidote I.152
Menton, Alpes-Maritimes.
Calcite III.514
Méolans, Basses-Alpes.
Gypse IV.176
Méons, Loire.
Houille IV.657
Mercerie (la), près le Pont de la Verrière, Loire-Inférieure.
Apatite IV.388
Bertrandite I.117
Mercœur, Corrèze.
Galène II.487
Mercœur, Haute-Loire.
Stibine II.451
Mercoirol, à Rouveguère, près Alais, Gard.
Barytine IV. 59
Bournonite II.703
Sidérite III.611
Mercredière (la), S. O. de la Haie-Fouassière, Loire-Inférieure.
Asbeste I.652
Corindon III.241
Saphir III.241
Mercruy, Rhône.

Fluorine II.784
Mercus, Ariège.
Blende II.542
Calcite III.441
Clinohumite I.123
Galène II.507
Graphite II.360
Hornblende I.686
Kaolin I.466
Muscovite I.344
Olivine I.193
Orthose II. 80
Phlogopite I.333
Pyrite II.593
Pyrrhotite II.570
Scapolite II.232
Tourmaline I. 93
Mer de Glace, Mont-Blanc, Haute-Savoie.
Fluorine II.780
Molybdénite II.463
Quartz III. 77
Ripidolite I.392
Merdogne (car. à l'entrée du village), Puy-de-Dôme.
Analcime II.284
Opale résinite III.324
Merglon, montagne de Piémart, en face Châtillon en Diois, rive gauche du Bez, Drôme.
Blende II.539
Meria (mine de), cap Corse, Corse.
Stibine II.456
Merial (le), en La Chapelle-Saint-Laurent, Cantal.
Stibine IV.849
Mérinchal, Creuse.
Berthiérite IV.871
Stibine II.454
Mérine, Haute-Vienne.
Mispickel II.669
Merle (combe du), montagne de Prunières, Isère.
Cinabre II.551
Merlins, près Larroque, Tarn.
Gypse IV.171
Merry-la-Vallée, Yonne.
Colophanite IV.572
Merylan, Drôme.
Galène II.502
Méry-sur-Marne, Seine-et-Marne.
Célestite IV.122
Merzelet, Ardèche.
Limonite III.374
Sidérite III.609
Mesmont, Côte-d'Or.
Gypse IV.174
Mespaul, Finistère.
Béryl II. 14
Messarges (étang des), Allier.
Bois silicifié III.157
Messein, Meurthe-et-Moselle.
Calcite III.481
Messeix, Puy-de-Dôme.
Anthracite IV.650
Barytine IV. 89
Calcite III.474
Dolomite III.650
Pyrite II.600
Sidérite III.619
Messimy, Rhône.
Biotite I.321
Mesvres, Saône-et-Loire.
Almandin I.251
Columbite IV.617
Fluorine II.785
Hallérite IV.738
Microcline IV.817 ; V. 27
Tourmaline I.100
Mesvrin (vallée du), près Marmagne, Saône-et-Loire.
Hornblende I.688

Microcline II.124
Zircon III.216

Métabief, Doubs.
Limonite III.388

Métairies (anse des), près Saint-Énogat, Ille-et-Vilaine.
Almandin I.242

Méthamis, Vaucluse.
Lignite IV.663

Meucon (camp de), Morbihan.
Muscovite palmée I.342

Meudon, Seine.
Blende II.541
Calcédoine III.142
Calcite III.445, 508, 545
Célestite IV.118, 120
Colophanite IV.574
Gypse IV.203
Limonite III.395
Marcasite II.657
Meulière III.152
Microcline IV.819
Résine fossile IV.643
Silex III.151

Meurchin, Pas-de-Calais.
Houille IV.654

Meurcourt, Haute-Saône.
Gypse IV.174

Meurthe (vallée de la), Meurthe-et-Moselle.
Gypse IV.174

Meurthe-et-Moselle (département)
Sidérite III.621

Meuse (département).
Pyrite II.608

Meusnes, Loir-et-Cher.
Silex III.151

Meylan, Isère.
Albite II.162
Calcite III.504
Célestite IV.115
Dolomite III.653
Orthose II.109
Pétrole IV.621
Pyrite II.613
Quartz III.114, 811

Meymac, Corrèze.
Autunite IV.545
Bismite III. 24
Bismuth II.387
Bismuthinite II.460
Bismuthite III.778
Cassitérite III.229
Meymacite III.315
Mispickel II.667
Molybdénite IV.850
Muscovite I.345
Pyrite II.587
Scheelite IV.278
Soufre II.377
Tourmaline I.81, 96
Tungstite III. 11
Wolfram IV.289
Wulfénite IV.270

Meynial (descente du), à la Vaissière, Cantal.
Chabasie II.329
Hornblende I.681

Meyrannes, Gard.
Pyrite II.584

Meyreuil, Bouches-du-Rhône.
Lignite IV.663

Meyrignac-de-Bar, 3 kil. de Corrèze, Corrèze.
Barytine IV. 89

Meyronnes, Hautes-Alpes.
Aragonite III.681

Meyrueis, Lozère.
Chalcopyrite II.683
Galène II.485

Meyssonial, en Mercœur, Haute-Loire.

Barytine IV. 70
Mezel (gare de), Basses-Alpes.
Barytine IV.102
Mézenc (massif du), Haute-Loire.
Ægyrinaugite I.612
Augite I.593
Cordiérite I.522
Haüyne I.510
Néphéline I.499
Mézenc (maison forestière), Haute-Loire.
Augite ægyrinique I.597
Haüyne I.510
Néphéline I.500
Noséane I.510
Mezenc (sentier du), aux Estables, Haute-Loire.
Mésotype II.267
Néphéline I.500
Mézerac, en Saint-Paulet-de-Caisson, Gard.
Rétinite IV.642
Mézères, Haute-Loire.
Augite I.593
Mez-Gouelo (île), près Paimpol, Côtes-du-Nord.
Malachite III.746
Mézières, Ardennes.
Calcédoine III.148
Célestite IV.111
Colophanite IV.569
Orbicules siliceux III.148
Mezy, Aisne.
Lignite IV.664
Miage (aiguille de), Haute-Savoie.
Albite II.154
Miage (glacier de), Haute-Savoie.
Adulaire II.112
Béryl II. 21
Épidote I.145
Fluorine II.780
Heulandite II.292
Laumontite III.342
Molybdénite II.463
Quartz III. 77
Scolécite II.275
Stilbite II.318
Midi (aiguille du), Haute-Savoie.
Molybdénite II.463
Quartz III. 77
Midi de Bigorre (massif du pic du), Hautes-Pyrénées.
Albite II.156
Almandin I.246
Andalousite I.38, 48
Anorthose II.116
Apatite IV.383
Asbeste I.658
Augite I.599
Béryl II. 16
Blende II.542
Calcite III.576
Diopside I.606
Galène II.507
Gigantolite I.522
Graphite II.360
Grossulaire I.222, 226
Heulandite II.291
Hornblende I.682
Hypersthène I.566
Idocrase I.167 ; IV.711
Labrador II.191
Laumontite II.341
Microcline II.123
Muscovite I.343
Oligoclase-Albite II.172
Orthose II. 80
Phlogopite I.333
Scolécite II.275
Sillimanite I. 55
Staurotide I. 12
Stilbite II.316

Tourmaline I. 90
Trémolite I.658

Midon (tunnel de), près Annonay, Ardèche.
Cordiérite I.526

Miélin, Haute-Saône.
Zircon III.211

Miglos, Ariège.
Halloysite I.475

Migron, en Frossay, Loire-Inférieure.
Almandin I.245

Mijanès (vallée de), Ariège.
Laumontite III.342
Mispickel II.668

Milesse (la), Sarthe.
Limonite III.392

Milhac, Dordogne.
Psilomélane IV. 19

Milhas, Haute-Garonne.
Sidérite III.611

Millac, près Nontron, Dordogne.
Montmorillonite I.483

Millau, Aveyron.
Calcite III.487
Marcasite II.652
Pyrite II.607, 612
Sidérite III.620

Millemilange (entre) et Couzeix, Haute-Vienne.
Or (*Aurières*) II.431

Millery, Saône-et-Loire.
Asphalte IV.628
Thélotite IV.646

Mimbaste (entre) et Pouillon, Landes.
Source salée II.756

Mine (pic de la), Haute-Garonne.
Chloritoïde I.370

Minerve, Hérault.
Lignite IV.663

Minerve (grotte de), hameau de Fauzan, Hérault.
Brushite IV.493
Minervite IV.467

Minguet, Maine-et-Loire.
Apatite V. 6
Biotite I.323
Magnétite IV.340
Minguétite IV.738; V. 6

Minier du Tarn, Aveyron.
Chalcopyrite II.683
Galène II.484
Panabase II.727

Miotte, Belfort.
Calcite III.493

Miouse (pont de la), en Gelles, près Pontgibaud, Puy-de-Dôme.
Mispickel II.667

Miouse (ravin de la), au-dessous de Banson, Puy-de-Dôme.
Chalcopyrite II.684
Galène II.488

Miramas (Notre-Dame de), Var.
Barytine IV. 67

Mirancourt, près Noyon, Oise.
Lignite IV.664

Mirefleurs, Puy-de-Dôme.
Calcite III.521

Miribel, Rhône.
Or II.433

Miserey, Doubs.
Sel gemme II.762

Miseri, près Nantes, Loire-Inférieure.
Barytine IV. 79
Béryl II. 15
Blende II.542
Erubescite II.675
Fluorine II.780
Galène II.506
Löllingite II.661
Molybdénite II.463

Missègre, Aude.
Chalcopyrite II.682

Mizoën (grand roc de), Isère.
Blende II.536
Mizoën (entre) et Clavans, Isère.
Quartz III. 80
Modane (région de), Savoie.
Anhydrite IV.44
Gypse IV.175, 208
Pyrite II.610
Soufre II.373
Modane, en Maurienne, Savoie.
Albite II.163
Gypse IV.175
Rutile III.202
Sidérite III.605
Sphène II.253
Modèles, revers S. E. du Cézalier, Cantal.
Mispickel IV.863
Moëlains (côte de), près Saint-Dizier, Haute-Marne.
Glauconie I.411
Mohèdes. Voir **Nohèdes**.
Mohon, Ardennes.
Colophanite IV.569
Moïdas (filon de), en Orbeil, Puy-de-Dôme.
Orthose II.86; IV.815
Moine (aiguille du), Haute-Savoie.
Quartz III. 77
Moiry, Ardennes.
Colophanite IV.569
Moisans, Aude.
Panabase II.726
Moissac, Lozère.
Mispickel II.669
Stibine II.451
Moissac, Tarn-et-Garonne.
Gypse IV.191
Moissey (route de) à Amange, Jura.
Calcite III.494
Moita, Corse.
Glaucophane I.705
Molac, Morbihan.
Andalousite I. 46
Molard (filon), en Allemont, Isère.
Galène II.494
Moléras (mine de), en Saint-Prix-sous-Beuvray, Saône-et-Loire.
Prixite IV.534
Pyromorphite IV.401
Molidards (les), Charente.
Gypse IV.178, 200
Molière (roche), Loire.
Calcite III.474
Molières (les), Loire.
Tourmaline I. 98
Molières-Cavaillac, près le Vigan, Gard.
Boulangérite II.696
Gypse IV.174
Molines-en-Queyras, Hautes-Alpes.
Diallage I.588
Glaucophane I.707
Molitg, Pyrénées-Orientales.
Soufre II.369
Molity. Voir **Molitg**.
Mollan, près Saint-Amarin, Vosges.
Dolomite III.655
Mollard (le), Isère.
Lignite IV.664
Mollard (hameau de), Loire.
Staurotide I. 14
Molle (la), près Cogolin, Var.
Actinote I.654
Almandin I.252
Andalousite I. 37
Antigorite I.424
Cassitérite III.231
Chrysolite I.436
Clinochlore I.382
Olivine I.185
Staurotide I. 15

Talc I.453
Thermophyllite I.448
Tourmaline I.101
Trémolite I.648, 654
Wolfram IV.290

Molle (entre la) et Cavalaire, Var.
Graphite II.359

Molompize, Cantal.
Andésine II.179
Biotite I.320
Microcline II.124
Oligoclase II.172
Sphène II.245
Tourmaline I. 96

Moltifao, Corse.
Chalcopyrite II.686
Panabase II.733

Monac (suc de), près Saint-Julien-Chapteuil, Haute-Loire.
Anorthose II.118
Biotite I.330
Christianite II.307
Hornblende I.681
Orthose II. 99

Monastier (entre le) et les Etables, Haute-Loire.
Cordiérite I.523

Moncaup, Haute-Garonne.
Anorthite II.196
Antigorite I.423, 429
Bastite I.425
Bronzite I.549
Chrysolite I.435
Diallage I.587
Diopside chromifère I.587
Dipyre II.221
Garniérite I.185
Magnésite I.460
Métaxite I.432
Nouméite I.441
Olivine I.184
Opale III.320
Picotite IV.307
Pyrope I.238
Rutile III.197

Monceau (plaine), à Paris, Seine.
Calcédoine III.146
Ménilite III.332
Opale III.334

Monchamps, Rhône.
Galène II.489

Monchonnays, en les Ardillats, Rhône.
Argent II.412
Aurichalcite III.741
Cérusite III.713
Chalcotrichite III.307
Chessylite III.771
Fluorine II.788
Galène II.489
Libéthénite IV.420
Malachite III.747
Massicot III.313
Mélaconite III.311
Minium IV. 4
Panabase II.728
Plumbogummite IV.591
Pseudomalachite IV.435
Pyromorphite IV.401
Wulfénite IV.270

Moncoustant (mine de), à Cadarcet, Ariège.
Ankérite III.660
Barytine IV. 57
Calcite III.547
Dolomite III.654
Galène II.499

Mondalazac, Aveyron.
Limonite III.384

Mondelisse Voir **Mandelesse**.

Mondoubleau, Loir-et-Cher.
Limonite III.393

Mone (col de), Savoie.
Chloritoïde I.373
Mone (chemin des chalets de), à la Petite Val, Savoie.
Chloritoïde I.373
Monedeyres, Haute-Loire.
Mésotype II.267
Chabasie II.332
Monenclos (promontoire de), près Cierp, Haute-Garonne.
Tourmaline I. 90
Monestier, Aveyron.
Almandin I.248
Monestier-Port-Dieu, Corrèze.
Galène II.487
Monetier-de-Clermont, Isère.
Gypse IV.204
Monflanquin, Lot-et-Garonne.
Gypse IV.190
Monfrou, Sarthe.
Anthracite IV.649
Monistrol (ferme de), route de Saugues, Haute-Loire.
Asbeste I.656
Monlignon, Allier.
Sel gemme II.765
Monna (le), Aveyron.
Lignite IV.662
Monne (vallée de la), Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 82
Monné (entre le) et le pic de Péguères, Hautes-Pyrénées.
Épidote I.139
Monoblet, Gard.
Gypse IV.173
Monpestels, Aveyron.
Graphite II.358
Monrioux. Voir **Mourioux**.
Mons, Charente.
Célestite IV.111
Gypse IV.178
Mons, Gard.
Célestite IV.117
Mons, Haute-Loire.
Augite I.593
Corindon III.243
Hornblende I.678
Ilménite III.292
Olivine I.179
Titanomagnétite IV.324
Zircon III.212
Mons-en-Barœul, Nord.
Brookite III.176
Monsols, près Beaujeu, Rhône.
Barytine IV. 61
Blende II.532
Carpholite I.112
Cérusite III.713
Chrysocole I.264
Cuivre II.403
Galène II.489
Panabase II.728
Pyromorphite IV.401
Quartz III. 94
Wulfénite IV.270
Mont (cap de), Saint-Béat, Haute-Garonne.
Albite II.161
Dipyre II.230
Trémolite I.650
Mont, près Bourbon-Lancy, Saône-et-Loire.
Andalousite I. 49
Mont (col du), vallée de Sainte-Foix, Savoie.
Asbeste I.659
Mont (le), près du glacier de Taconnaz, Haute-Savoie.
Gypse IV.175
Montagne-du-Feu (la), Loire.
Houille IV.658
Montagne Noire, Tarn.

Almandin I.248
Colophanite IV.568
Fibrolite I. 56
Muscovite I.345
Tourmaline I. 94

Montagnes Noires, Finistère.
Chloritoïde I.369

Montagny, Rhône.
Muscovite I.347
Quartz III.48, 53
Tourmaline I. 99

Montaignet (quartier de), près d'Aix, Bouches-du-Rhône.
Calcite III.515

Montaigu, Aisne.
Marcasite II.659

Montaigu, Basses-Alpes.
Lignite IV.664

Montaigu, Jura.
Blende II.541

Montaigu (massif de), Hautes-Pyrénées.
Andalousite I. 48

Montaigut-en-Combraille, Puy-de-Dôme.
Stibine II.454

Montaire, Loir-et-Cher.
Calcédoine III.143

Montalet de Gagnières, Gard.
Pyrite II.598

Montan, en la Goutelle, Puy-de-de-Dôme.
Fibrolite IV.679

Montauban (montagne de), près Luchon, Haute-Garonne.
Andalousite I. 38
Staurotide I. 12

Montauban-de-Bretagne, Ille-et-Vilaine.
Limonite III.392

Montauban-de-Luchon (car. de), entre ce village et Saint-Mamet, Haute-Garonne.
Cummingtonite I.645
Scapolite II.233
Trémolite I.649

Montaudou, Puy-de-Dôme.
Aragonite III.693, 694
Biotite I.327
Calcite III.584
Chabasie II.331
Christianite II.306
Delessite I.396
Hornblende I.669, 680
Hypersthène I.566
Ilménite III.291
Olivine I.187, 188
Orthose II.102; IV.813; V. 27
Quartz III. 59
Stilbite II.320
Titanomagnétite IV.324
Zircon III.210

Montaulieu, Drôme.
Gypse IV.208

Montbéliard, Doubs.
Calcite III.494
Limonite III.396

Montbelleux, en Luitré, Ille-et-Vilaine.
Cassitérite III.804
Covellite IV.857
Mispickel IV.862
Molybdénite IV.850
Scheelite IV.278
Topaze IV.681
Wolfram IV.287

Montbert, Loire-Inférieure.
Chrysolite I.435

Montbolo, près Amélie-les-Bains, Pyrénées-Orientales.
Epsomite IV.214
Gypse IV.173

Quartz III.111
Montboucons (les), près Besançon, Doubs.
Blende IV.855
Montbozon, Haute-Saône.
Limonite III.396
Montbrade, Creuse.
Tourmaline I. 97
Montbrison, Loire.
Andalousite I. 36
Béryl II. 18
Calcite III.569
Diopside I.608
Gigantolite I.526
Olivine I.188
Tourmaline I. 98
Montbrison (route de) à Bar, à 300 mètres du pont sur le Cotoyet, Loire.
Anorthite II.202
Bytownite II.202
Diopside I.608
Montbron, Charente.
Galène II.487
Gypse IV.200
Montbrul, Ardèche.
Augite I.593
Hornblende I.678
Montbrun, Lot.
Limonite III.394
Montceau (plaine), à Paris, Seine.
Gypse IV.187
Montceau-les-Mines, Saône-et-Loire.
Arsénolite III. 13
Houille IV.656
Marcasite II.651
Orpiment II.445
Pyrite II.603
Réalgar II.442
Rutile IV.895
Montcel (mine de), Loire.
Epsomite IV.217
Montcenis, Saône-et-Loire.
Bois silicifié III.157
Montchamp, près Laussonne, Haute-Loire.
Augite I.593
Montchanin, Saône-et-Loire.
Alunogène IV.237
Copiapite IV.250
Dolomite III.650
Epsomite IV.217
Houille IV.657
Pissasphalte IV.628
Pyrite II.604
Montcharret, en La Prade, Haute-Loire.
Ægyrine I.613
Chabasie II.332
Christianite II.308
Sphène II.249
Montchonay. Voir **Monchonnays**.
Montcombroux, Allier.
Houille IV.659
Montcoustant, près Cadarcet, Ariège.
Pyrite II.586
Sidérite III.611
Montdardier (route de) à Saint-Laurent, Gard.
Panabase II.726
Mont-de-Bar, près Allègre, Haute-Loire.
Olivine I.188
Mont-de-Lans (quartier du), route de Briançon, Isère.
Epidote I.149
Quartz III. 81
Mont des Mousquères. Voir **Mousquères** (pont des).
Mont-de-Vanne, près Mélisey, Haute-Saône.
Sidérite III.613

Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Opale V. 50
Voir **Dore** (mont).
Monte-Alticcione (escarpements de l'O.), Corse.
Magnétite IV.321
Montebras, en Soumans, Creuse.
Albite II.145
Amblygonite IV.416
Apatite IV.393
Barrandite IV.487
Cassitérite III.228, 235
Chalcolite IV.552
Cordiérite I.524
Cuprite III.305
Damourite I.346
Gigantolite I.524
Lépidolite I.357
Libéthénite IV.419
Manganapatite IV.393
Montebrasite IV.416
Morinite IV.540
Plagioclase II. 53
Soumansite IV.542
Stannite V. 77
Topaze I. 64
Turquoise IV.530
Wavellite IV.526; V. 83
Wolfram IV.288
Montégut, en Camarès, Aveyron.
Gypse IV.174
Monteil (le), près Ségur, Cantal.
Aragonite III.691
Montel, près Mercœur, Corrèze.
Stibine II.451
Montel (le), près la Bessette, Puy-de-Dôme.
Disthène IV.680
Montels, près la Bastide de Sérou, Ariège.
Barytine IV. 71
Hématite III.269
Montels (entre) et la vallée de Tournay, Ariège.
Psilomélane IV. 18
Montels (entre) et la Bastide-de-Sérou, Ariège.
Psilomélane IV. 18
Monteneau (roches de), à Ambierle, Puy-de-Dôme.
Fluorine II.783
Montet, près Aubin, Aveyron.
Galène IV.851
Houille IV.656
Montet (puy de), Puy-de-Dôme.
Cordiérite I.524
Montfaucon (pic de), Hautes-Pyrénées.
Adulaire II.111
Albite II.155
Axinite I.286
Idocrase I.164
Prehnite IV.733
Stilbite II.316
Wollastonite I.621
Montferrier, près Montpellier, Hérault.
Christianite II.303
Ferropicotite IV.309
Mésotype II.267
Olivine I.187
Montfort-sur-Meu, Ille-et-Vilaine.
Calcite III.546
Montfuron, Basses-Alpes.
Lignite IV.664
Montgaillard, Aude.
Galène II.483
Panabase II.726
Montgaillard, N. de Bagnères-de-Bigorre, Hautes-Pyrénées.
Calcite III.508

Montgaud, en Cherves-de-Cognac, Charente.
Célestite IV.111
Montgaud Saint-Même, Charente.
Gypse IV.178, 200
Montgeux. Voir **Montgueux**.
Montgie (le), Puy-de-Dôme.
Quartz, améthyste III. 74
Montgillard (chemin de fer entre) et le Mont Tordu (600 mètres de Lacour), Saône-et-Loire.
Nontronite IV.751
Montgiron, Rhône.
Mélanite I.233
Montgros, Ardèche.
Houille IV.659
Limonite III.374
Sidérite III.609
Montgroux, Cantal.
Houille IV.657
Montgueux, près Troyes, Aube.
Gypse IV.201
Limonite III.399
Marcasite II.657
Soufre II.377
Monthermé, Ardennes.
Magnétite IV.339
Ottrélite I.371
Pyrite II.596
Monticaud, Gard.
Quercyite IV.585
Montier. Voir **Moutier**.
Montier-en-Der, Haute-Marne.
Pyrite II.609
Montignat, en Petite-Marche, Allier.
Stibine II.455
Montigné, Mayenne.
Anthracite IV.649
Pyrite II.598
Montigny, Ardennes.
Limonite III.386
Montjean, au-dessus de Vaulnaveys, Isère.
Galène II.494
Montjean, Maine-et-Loire.
Galène II.504
Houille IV.654
Montjeu (parc de), à Autun, Saône-et-Loire.
Almandin I.251
Béryl II. 20
Microcline II.124
Tourmaline I. 99
Montjeu (montagne de), Saône-et-Loire.
Biotite I.322
Orthose II. 83
Montjeu (entre le parc de) et Marmagne, Saône-et-Loire.
Sillimanite I. 58
Montjovis, N. O. de Limoges, Haute-Vienne.
Stibine II.453
Mont-la-Côte, N. de Bromont, Puy-de-Dôme.
Pinite I.529
Montlay, Côte-d'Or.
Galène II.506
Montlivault, Loir-et-Cher.
Olivine (*Météorite*) I.192
Montloo, Serre de Pouzac, Hautes-Pyrénées.
Dipyre II.219
Hématite III.266
Montlouis, Pyrénées-Orientales.
Idocrase IV.712
Montluçon, Allier.
Galène II.508
Limonite III.394
Montmalard, en Bresnay, Allier.
Stibine II.455
Montmartre, à Paris, Seine.

Calcite III.532
Célestite IV.122
Epsomite IV.218
Gypse IV.183, 189, 210
Magnésite I.459
Ménilite III.332
Psilomélane IV. 17
Quartz III.119, 149
Soufre II.374

Montmélian, Savoie.
Calcite III.502

Montmin, en Sainte-Colombe, Loire.
Stibine II.454

Montmirat, Gard.
Célestite IV.117

Montmoreau, Charente.
Limonite III.394

Montmorency, Seine-et-Oise.
Meulière III.152
Sel gemme II.765

Montmorillon, Vienne.
Montmorillonite I.482

Montmorot, Jura.
Epsomite IV.214
Gypse IV.175
Mirabilite IV.162
Polyhalite IV.252
Quartz III.112
Sel gemme II.762

Montmort, Saône-et-Loire.
Nontronite I.491

Montnebout, Puy-de-Dôme.
Galène II.488

Monton (puy de), Puy-de-Dôme.
Calcite III.584

Montortu, en Montmort, Saône-et-L.
Biotite I.321
Pharmacosidérite IV.522
Wolfram IV.289

Montouliou, Ariège.
Almandin I.247
Muscovite I.344
Orthose II. 80
Tourmaline I. 91

Montouvrand, près Allevard, Isère.
Gypse IV.176

Montparnasse (boulevard), à Paris, Seine.
Gypse IV.188

Montpellier, Hérault.
Calcite III.518
Calomel II.775
Mercure II.416
Quercyite IV.585

Montpenoux, près Chizeuil, Saône-et-Loire.
Pyrite II.582

Montpensier (butte de), près Aigueperse, Puy-de-Dôme.
Gypse IV.191
Ménilite III.337

Montpertuis, en Lonrai, Orne.
Kaolin I.465

Montpeyroux, Landes.
Gypse IV.172
Sel gemme II.756

Montrambert, Loire.
Calcite III.474
Houille IV.657
Muscovite IV.735
Pyrite II.601
Salmiac II.769
Sidérite III.620

Montredon, Aude.
Gypse IV.173

Montredon-Labessonnié, près Réalmont, Tarn.
Blende II.530
Mispickel II.666

Montrejeau, Haute-Garonne.
Chromite (*Météorite*) IV.314
Olivine (*Météorite*) I.192

Montrelais, Loire-Inférieure.
Barytine IV. 79
Élatérite IV.636
Houille IV.654
Montreuil-sous-Bois, Seine.
Calcite III.515
Célestite IV.123
Sel gemme II.765
Montreuil-sur-Mer, Pas-de-Calais.
Marcasite II.656
Montreveault (petit), N. de Saint-Florent-Leviet, Maine-et-Loire.
Mispickel II.668
Montricher, près Saint-Jean-de-Maurienne, Savoie.
Albite II.162
Montrond, Hautes-Alpes.
Dolomite III.647
Gypse IV.178
Pyrite II.610
Montrond, Drôme.
Célestite IV.127
Mont-Saint-Michel, à Carnac, Morbihan.
Variscite (*callaïs*) IV.485
Montsalson, Loire.
Houille IV.657
Montsauche (2 kil. du bourg), route de Château-Chinon, Nièvre.
Orthose II. 75
Montsaunès, Haute-Garonne.
Calcédoine III.143
Montségur, Ariège.
Stéatite I.451
Monts-en-Plouër, Côtes-du-Nord.
Quartz III. 67
Montsoupy, Puy-de-Dôme.
Stibine II.454
Montsûrs, Mayenne.
Dolomite III.651
Pyrite II.594
Mont-Tholon, S. de Joigny, Yonne.
Gypse IV.201
Mont-Tordu (chemin de fer entre) et Montgillard (600 mètres de Lacour), Saône-et-Loire.
Nontronite IV.751
Montusclat (suc de), Haute-Loire.
Hornblende I.681
Lävénite I.626
Montvernier, Savoie.
Pyrite II.579
Montvert, Haute-Loire.
Néphéline I.499
Montvicq, Allier.
Houille IV.657
Pyrite II.602
Moquets (les), Saône-et-Loire.
Houille IV.657
Morangie (la), Puy-de-Dôme.
Plagioclase II.60, 61
Sanidine II.100
Morannes, Maine-et-Loire.
Résine fossile IV.641
Morbihan (golfe du), vallée de l'Etel, Morbihan.
Graphite II.357
Moreau (car. du haut), rive gauche de l'Erdre, Loire-Inférieure.
Gigantolite I.521
Moreau (gué), près Nantes, Loire-Inférieure.
Cassitérite III.220
Moret (puy), près Batizon, 3 kil. S. E. de Lubersac, Corrèze.
Muscovite IV.735
Moriez (col de), Basses-Alpes.
Barytine IV.101
Morlaix, Finistère.
Almandin I.243
Graphite II.360
Quartz III. 67

Morlet, Saône-et-Loire.
Tourmaline I.100
Morlhon, Aveyron.
Magnétite IV.333
Mormont, Yonne.
Colophanite IV.572
Mornans, Drôme.
Olivine (Météorite) IV.718
Mornant, Rhône.
Tourmaline I. 98
Mornat, près Ahun, Creuse.
Galène II.487
Mortagne, Orne.
Calcite III.495
Glauconie I.412
Mortagne, en Incherville, Seine-Inf.
Résine fossile IV.644
Mortain, Manche.
Bavalite I.401
Muscovite I.341
Tourmaline I. 85
Mortain (chemin de fer de) à Sourdeval, Manche.
Cordiérite I.520
Mortain (entre) et Avranches, Manche.
Andalousite I.43
Muscovite I.341
Mortcerf, Seine-et-Marne.
Barytine IV.102
Mort-d'Imbert (la), N. de Manosque, Basses-Alpes.
Lignite IV.664
Quartz IV.892
Soufre IV.840
Morteau, Doubs.
Lignite IV.665
Morterolles, Corrèze.
Calcédoine III.138
Fluorine II.794
Mortier, en Saint-Jacut, Morbihan.
Andalousite I. 46
Mortier (creux), près Saint-Saturnin, Puy-de-Dôme.
Randannite III.328
Morvan.
Diallage I.588
Fluorine II.792
Galène II.506
Hornblende I.688
Labrador II.192
Muscovite I.347
Olivine ? I.194
Orthose II.75, 107
Pinite I.529
Plagioclase II.58, 62
Quartz III.104
Sillimanite I. 58
Tourmaline I. 99
Mosset, Pyrénées-Orientales.
Soufre II.369
Stilbite IV.836
Mothe (la), Saône-et-Loire.
Houille IV.656
Motière (la), en Valgodemar, Hautes-Alpes.
Chalcopyrite II.686
Motte (la), Var.
Rutile IV.895
Motte-d'Aveillans (la), Isère.
Mésitite III.596
Pyrite II.605
Sidérite III.608
Motte-de-la-Garde (la), à Luxé, Charente.
Variscite (callaïs) IV.485
Motte de Vesoul, Haute-Saône.
Pyrite II.607
Motte-Sainte-Marie (la), Loire-Inférieure.
Variscite (callaïs) IV.485
Motte-Saint-Martin (la), Isère.
Mésitite III.496

Sidérite III.608
Mouchamps, Vendée.
Stibine II.449
Mouges, près Thiviers, Dordogne.
Confolensite IV.482
Mouillac, près Limogne, Lot.
Colophanite IV.564
Dahllite IV.557, 585
Quercyite IV.585
Mouillon, Loire.
Houille IV.658
Moulergues, près Pinols, Cantal.
Stibine II.453
Mouleydier, Dordogne.
Calcite III.445
Moulin-Bréhan, Morbihan.
Limonite III.380
Moulin-Cadoux, près Magny, Yonne.
Pinite I.529
Moulin-Chatel, en Lannilis, Finistère.
Sphène II.247
Moulin de la Perche, près Montsec, Meuse.
Célestite IV.115
Moulinets (les), Aveyron.
Lignite IV.662
Moulin-Petit, Saône-et-Loire.
Andalousite I. 49
Moulin Vieux, en Plourin, près Morlaix, Finistère.
Andalousite I. 42
Fibrolite I. 58
Moun Caou, près Hourat en Louvie-Juzon, Basses-Pyrénées.
Albite II.159
Bastite I.424
Bronzite I.549
Chrysolite I.435
Deweylite I.438
Diopside chromifère I.587
Leuchtenbergite I.383
Magnésite I.460
Magnétite IV.331
Opale III.320
Phlogopite I.329
Picotite IV.307
Pyrite II.620
Mouras, en Narrosse, Landes.
Prehnite I.276
Moure (la), en La Garde Freinet, Var.
Talc I.453
Mourgis (le Grand), Aveyron.
Bournonite II.702
Mourières, Haute-Saône.
Hématite III.280
Mourinet (bois d'Avaize), Loire.
Leverriérite I.470
Mourioux, Creuse.
Or II.432
Mourre-Froid (flanc O. de), entre Molines et signal 2792, Hautes-Alpes.
Diallage I.588
Glaucophane I.707
Mousquères (pont des), près Luchon, Haute-Garonne.
Almandin I.247
Épidote I.141
Érubescite II.675
Fluorine II.780
Tourmaline I. 91
Mousse (la), Vosges.
Pyrope I.239
Mousset (glacier de), entre la Pointe de Muretouse et Girose, Hautes-Alpes.
Quartz III. 86
Mousset (torrent du), Hautes-Alpes.
Anatase III.184
Calcite III.582
Moustajon, Haute-Garonne.
Calamine I. 22

Fluorine II.787

Moustoir, près Billiers, Morbihan.
Trémolite I.652

Moustoirac, Morbihan.
Staurotide I. 9

Moutardon, Charente.
Limonite III.394

Moutier, Creuse.
Or II.432

Moutiers, Morbihan.
Variscite (callaïs) IV.485

Moûtiers-Tarentaise, Savoie.
Anhydrite IV. 44
Calcite III.484
Giobertite III.592
Gypse IV.175
Pyrite II.605
Rutile III.204
Sel gemme II.763

Mouzeil, Loire-Inférieure.
Houille IV.654

Mozart (rue), à Paris, Seine.
Gypse IV.202

Muette (château de la), à Passy, Seine.
Gypse IV.186

Mulatet (car. du), près Tulle, Corrèze.
Almandin I.249
Ripidolite IV.739

Muno, Ardennes.
Ottrélite I.371

Mûr, bords du Blavet, Côtes-du-Nord.
Vivianite IV.458

Murat, Cantal.
Almandin I.249
Andalousite I. 39
Augite I.597
Chabasie II.329
Hypersthène I.566
Opale III.337
Sphérosidérite III.615
Tridymite III.165

Murat (chemin de fer entre) et le Lioran, Cantal.
Calcite III.586

Murat (route de) à Albepierre, Cantal.
Biotite I.326
Christianite II.305

Murat, près Pionsat, Puy-de-Dôme.
Almandin I.250

Murato, Corse.
Diallage I.590

Murato (col entre) et Campitello, Corse.
Glaucophane I.705

Muratouse, Hautes-Alpes.
Épidote IV.710
Sphène IV.822

Mure (la), Isère.
Anthracite IV.650
Houille IV.656

Mur-en-Plouigneau, Finistère.
Andalousite I. 44
Staurotide I. 10

Murles, Hérault.
Calcite III.496

Murols, Puy-de-Dôme.
Fiorite III.321
Hyalite III.321

Muséum d'histoire naturelle, Paris, Seine.
Quartz III.118

Musièges, Haute-Savoie.
Asphalte IV.631

N

Nabias (mine de), en Adervielle, Hautes-Pyrénées.
Dialogite III.625
Friedélite I.304
Hübnérite IV.295
Manganite III.355
Rhodonite I.632
Spessartine IV.729
Téphroïte IV.716
Nadaliss (ravin de), près Vicdessos, Ariège.
Dipyre II.225
Nadaud (bois de), en Saint-Sylvestre, Haute-Vienne.
Érubescite II.675
Nades, Allier.
Stibine II.455
Naguille (lac de), près Ax, Ariège.
Clinochlore I.381
Diopside I.607
Grossulaire I.227
Laumontite III.342
Muscovite I.344
Orthose II. 80
Phlogopite I.333
Quartz III. 71
Ripidolite I.392
Scapolite II.232
Stilbite II.318
Tourmaline I.81, 93
Najac, Aveyron.
Almandin I.248
Chalcopyrite II.683
Magnétite IV.321
Nancy, Meurthe-et-Moselle.
Barytine IV. 98
Calcite III.493
Gypse IV.174
Limonite III.385
Sel gemme II.760
Nant-de-la-Gria (le), Haute-Savoie.
Gypse IV.175
Nanterre, Seine.
Calcite III.511
Nantes, Loire-Inférieure.
Andalousite I. 33
Apatite IV.386
Bertrandite IV.706
Béryl II. 15, 21
Calcédoine III.138
Cassitérite III.220
Damourite I.352
Émeraude II. 21
Gigantolite I.521
Grossulaire I.225
Hornblende I.686
Ilménite III.295
Mispickel II.672
Muscovite I.342
Or II.428
Orthose II. 79
Plagioclases II. 53
Quartz III.45, 65
Séricite I.351
Sphène II.251
Struvite IV.451
Tourmaline I. 89
Vivianite IV.459
Voir **Petit-Port** et **Poudrières** (rue de la).
Nantes (route de) à Rennes, Loire-Inférieure.
Cassitérite III.220
Nanteuil-en-Vallée, Charente.
Gypse IV.200
Nanteuil-le-Haudouin, Oise.
Célestite IV.122
Nanthon, Yonne.

Colophanite IV.572
Nants (chalets des), massif de la Vanoise, Savoie.
Chloritoïde I.373
Glaucophane I.704
Nantua, Ain.
Pyrite II.608
Napoule (la), Var.
Orthose II. 83
Narbonne, Aude.
Dysodyle IV.665
Quartz III.111
Narcy, près Saint-Dizier, Haute-Marne.
Limonite III.388
Narouel, Vosges.
Olivine I.186
Pyrope I.239
Naudi (métairie), Ariège.
Psilomélane IV. 18
Nauts (chalets de). Voir **Nants**.
Naux, en Saint-Geniez, N. E. de Sisteron, Basses-Alpes.
Galène II.502
Naux (moulin de), en Thilay, Ardennes.
Ottrélite I.371
Navaccia (vallée de), Corse.
Chalcopyrite II.686
Diallage I.590
Galène II.497
Naves, Allier.
Gypse IV.191
Nayemont, Vosges.
Pyrope I.239
Neaux, Loire.
Bois silicifié III.156
Neffiès, Hérault.
Dolomite III.654
Pyrite II.596
Quartz III.44, 109
Nemours, Seine-et-Marne.
Calcite III.516
Néouvielle (massif de), près Barèges, Hautes-Pyrénées.
Adulaire II.110
Asbeste I.658
Axinite I.289
Galène II.482
Grossulaire I.221, 223
Hornblende I.682
Idocrase I.164
Labrador II.191
Orthose II.104
Prehnite IV.733
Quartz III. 61
Ripidolite I.391
Stilbite II.316
Népoulas, Haute-Vienne.
Scheelite IV.278
Wolfram IV.289
Nère (coume de), vallée du Lys, Haute-Garonne.
Andalousite I. 33
Nère (vallée de), Hautes-Pyrénées.
Axinite I.293
Néris (chemin de) à Commentry, Allier.
Fluorine II.784
Néris (filon du chemin de) à Serclier, Allier.
Fluorine II.784
Néris (sources thermales de), Allier.
Fluorine II.784
Néronde, Loire.
Stibine II.454
Nérondes, Cher.
Calcite III.487
Nert (ruisseau de), affluent du Salat, Ariège.
Or II.430

Nerthe (chaîne de la), Bouches-du-Rhône.
Calcite III.507
Nerthe (tunnel de la), N. de Marseille, Bouches-du-Rhône.
Célestite IV.117
Nesle-la-Reposte, Marne.
Neslite III.335
Neste d'Aure (vallée de la), Hautes-Pyrénées.
Dialogite III.625
Sphène IV.822
Neste de Louron (vallée de la), Hautes-Pyrénées.
Dialogite III.625
Sphène IV.822
Neublans, Jura.
Or II.433
Neufchâteau, Vosges.
Colophanite IV.569
Quartz III.116
Neufchâtel, Seine-Inférieure.
Calcédoine III.142
Neuilly, Seine.
Calcédoine III.145
Calcite III.511, 332
Fluorine II.793
Quartz III.118
Neuilly-Plaisance, Seine.
Gypse IV.183
Neussargues, Cantal.
Randannite III.327
Neussargues (tunnel de), Cantal.
Aragonite III.692
Neuvic, Corrèze.
Tourmaline I. 96
Neuville, Ardennes.
Halloysite IV.749
Neuvizy, Ardennes.
Limonite III.387
Neuvy, Indre.
Colophanite IV.565
Neuvy-Saint-Sépulchre, Indre.
Colophanite IV.570
Neyrac-en-Piégut, Basses-Alpes.
Galène II.502
Nieigles, Ardèche.
Houille IV.659
Pyrite II.599
Nièvre (département).
Pyrite II.607
Nimes, Gard.
Calcite III.505
Niolo (Haut), près Calasima, Corse.
Ægyrine I.612
Riebeckite I.697
Niort, Deux-Sèvres.
Colophanite IV.570
Nive (vallée de la), Basses-Pyrénées.
Blende II.529
Chabasie II.335
Galène II.498
Sidérite II.601
Nobre (la), Cantal.
Barytine IV. 60
Nœux, Pas-de-Calais.
Colophanite IV.566, 574
Houille IV.655
Noeveillard, en Sainte-Marie, près Pornic, Loire-Inférieure.
Béryl II. 15
Helminthe I.391
Nogent, Haute-Marne.
Limonite III.384
Nohèdes (grotte de), Pyrénées-Orientales.
Calcite III.535
Noir (lac), mont de Lans, Isère.
Quartz III. 86
Ripidolite I.392
Sphène II.242
Noir (pic). Voir **Gourdon** (pic).

Noir (puy), près du puy de la Vache, Puy-de-Dôme.
Augite I.595
Noirétable, Loire.
Orthose II. 74
Noirétable (entre) et Boën, Loire.
Pyrite II.588
Noiregoutte, Vosges.
Cordiérite I.527
Noirmoutiers (île de), Vendée.
Almandin I.246
Quartz III.106
Noisy-le-Sec, Seine.
Gypse IV.183, 188
Nonards, Corrèze.
Galène II.487
Nonières, Ardèche.
Galène II.485
Nontron, Dordogne.
Barytine IV. 71
Calcédoine III.148
Müllérite IV.751
Opale III.154
Orbicules siliceux III.148
Pseudocalcédonite III.161
Psilomélane IV. 19
Pyrite II.607
Norroy, Vosges.
Gypse IV.174
Houille IV.659
Nossa. Voir **Mosset**.
Notre-Dame-de-Briançon, près Moutiers-en-Tarentaise, Savoie.
Crichtonite III.295
Notre-Dame-de-Congras, en Carlencas, près Pézenas, Hérault.
Chalcosite IV.853
Malachite III.746
Notre-Dame-de-Laval, Ardèche.
Galène II.486
Notre-Dame-de-Miramas, entre Grimaud et la Garde Freinet, Var.
Blende II.536
Chalcopyrite II.686
Galène II.496
Panabase II.733
Notre-Dame-des-Maures. Voir **N.-D.-de-Miramas**.
Nouans, Indre-et-Loire.
Limonite III.393
Nouart, Ardennes.
Limonite III.387
Nougayrac, Lot.
Quercyite IV.584
Novaccia (vallée de la), Corse.
Panabase II.733
Noyant, Maine-et-Loire.
Magnétite IV.339
Noyant-d'Allier, Allier.
Bois silicifié III.157
Bravaisite I.416
Houille IV.657
Sidérite III.620
Noyelle (la), Nord.
Colophanite IV.573
Noyers, près Vesly, Eure.
Résine fossile IV.644
Noyers, Loir-et-Cher.
Limonite III.393
Noyers (les), en Saint-Paul-en-Pareds, Vendée.
Rutile III.199
Noyeumont, Vosges.
Biotite I.324
Noyon, Oise.
Calcédoine III.144
Noyons, Drôme.
Gypse IV.208
Nozay, Loire-Inférieure.
Limonite III.392
Quartz III. 68
Tourmaline I. 89

Nuissière (la), en Chénelette, Rhône.
Barytine IV. 61
Calcédonite IV.156
Cérusite III.713
Galène II.489
Nuissiérite IV.401
Plumbogummite IV.591
Pyromorphite IV.401

O

Oartigous. Voir **Artigous.**
Occhiatana, E. de Calvi, Corse.
Cinabre IV.857
Odomez, Nord.
Houille IV.655
Ogeu (butte d'), Basses-Pyrénées.
Albite II.147
Analcime II.285
Augite I.585
Ogliastrone (filon d'), Corse.
Galène II.496
Ognon (rivière de l'), affluent du Doubs, Jura.
Or II.433
Oisans, Isère.
Albite II.145
Axinite I.294; IV.733; V. 9
Barytine IV. 66
Brookite III.173
Calcite III.578
Cérusite III.718
Chalcopyrite II.685
Chrichtonite III.295
Epidote I.149
Hématite III.277
Heulandite II.292
Magnétite IV.334
Pyromorphite IV.403
Quartz III. 43
Olette, Pyrénées-Orientales.
Calcédoine III.140
Hisingérite I.405
Quartz III.101
Soufre II.369
Stilbite II.320
Thraulite I.405
Olle (rivière d'), rive droite, Isère.
Sidérite III.607
Ollières, Var.
Bauxite III.347
Olliergues, Puy-de-Dôme.
Tourmaline I. 97
Ollioules (entre) et le quartier d'Alançon, Var.
Mercure II.417
Olloix (puy d'), près Saint-Amant-Tallende, Puy-de-Dôme.
Almandin I.250
Olmeta, Corse.
Magnétite IV.321
Olonzac, Hérault.
Lignite IV.663
Omps, Cantal.
Orthose II. 74
Oncet (col d'), Pic Midi Bigorre, Hautes-Pyrénées.
Andalousite I. 38
Grossulaire I.226
Idocrase I.167
Muscovite I.343
Staurotide I. 38
Tourmaline I.90, 343; IV.685
Oncet (lac d'), Hautes-Pyrénées.
Graphite II.360
Idocrase I.167; IV.711

Oncet (crêtes du col d') au col d'Aube, Hautes-Pyrénées.
Grossulaire I.226
Idocrase I.167

Oncieu, Ain.
Calcite III.502

Oncin, près Chessy, Rhône.
Calcite III.490

Ongles, Basses-Alpes.
Rétinite IV.641

Onrezy, en Bouilly, près Reims, Marne.
Gypse IV.204

Oo (lac d'), Haute-Garonne.
Épidote I.141
Galène II.482
Orthose II. 73
Staurotide I. 12

Oo (port d'), Haute-Garonne.
Almandin I.247
Augite I.599
Collyrite I.487
Grossulaire I.223

Oppenans, Haute-Saône.
Limonite III.386

Or (mont d'), Rhône.
Blende II.541
Calcédoine III.147
Célestite IV.111

Oraâs, Basses-Pyrénées.
Eau salée II.757

Ordas (ruisseau d'), près de Durban, Ariège.
Or II.429

Ordizan, près Bagnères-de-Bigorre, Hautes-Pyrénées.
Microcline II.123
Muscovite palmée I.344
Orthose I. 80
Tourmaline I. 90

Ordizan (entre) et Pouzac, Hautes-Pyrénées.
Corindon III.241

Ordon (lac d'). Voir **Orredon**.

Orezza, Corse.
Anorthite II.196
Diallage I.589

Orezza (col d'), S. du Monte San Pedrone, Corse.
Asbeste I.657

Orgemont (butte d'), Seine-et-Oise.
Gypse IV.190

Orgeu. Voir **Ogeu**.

Orgon, Bouches-du-Rhône.
Bauxite III.347

Orgueil, Tarn-et-Garonne.
Giobertite (*Météorite*) III.590
Olivine (*Météorite*) I.193

Orgues de Bort, Corrèze.
Haüyne I.510
Noséane I.510

Orgues d'Espaly, Haute-Loire.
Cordiérite I.531
Staurotide I. 13

Oriège (rivière d'), Ariège.
Tourmaline I. 94

Oriège (confluent de l') et du ruisseau de l'étang de Baxouillade, Ariège.
Béryl II. 16
Orthose II. 80
Tourmaline I. 93

Oriège (entre l') et son affluent le Gnoles, Ariège.
Olivine I.186

Orignac, Hautes-Pyrénées.
Lignite IV.665
Mélantérite IV.226

Orisson, Basses-Pyrénées.
Pyrite II.586

Orle, Haute-Garonne.

Épidote I.141
Orliénas, Rhône.
Tourmaline I. 99
Orlu (vallée d'), Ariège.
Hornblende I.683
Laumontite III.342
Muscovite I.344
Orthose II. 80
Tourmaline I.81, 93; IV.685
Orlu (route d') à Ax, Ariège.
Microcline II.123
Orme, Saône-et-Loire.
Thélotite IV.646
Ormes (les), Yonne.
Olivine (Météorite) I.192
Ornaisons, Aude.
Gypse IV.173
Ornans, Doubs.
Calcite III.501
Fer nickelé (Météorite) II.400
Olivine (Météorite) I.193
Orpierre, Hautes-Alpes.
Pyrite II.613
Orredon (lac d'), vallée d'Aure, Hautes-Pyrénées.
Andalousite I. 48
Orres (les), Hautes-Alpes.
Gypse IV.176
Orsay (Seine-et-Oise).
Psilomélane IV. 18
Quartz III.105
Orthez (entre) et Bayonne, Basses-Pyrénées.
Anthracite IV.651
Orvault, Loire-Inférieure.
Albite II.144
Almandin I.245
Apatite IV.383
Autunite IV.545
Bertrandite I.116
Béryl II. 15; IV.804
Cassitérite III.221
Chalcolite IV.551
Dufrénite IV.439
Damourite I.352
Löllingite II.662
Muscovite I.342
Orthose II. 79
Quartz III. 52
Tourmaline I.81, 87
Wolfram II.290
Orville, Somme.
Colophanite IV.566, 574
Staffélite IV.560
Osani, Corse.
Anthracite IV.650
Orthose II. 95
Osmanville, Calvados.
Barytine IV. 98
Ossau (vallée d'), Basses-Pyrénées.
Bismuth II.388
Chloritoïde I.369
Ossau (entre la vallée d') et Bruges, Basses-Pyrénées.
Prehnite I.276
Osselle (grotte d'), Doubs.
Calcite III.538
Ossen, Hautes-Pyrénées.
Barkévicite IV.791
Grossulaire IV.723
Idocrase IV.711
Ossès, près Saint-Martin-d'Arossa, Basses-Pyrénées.
Barytine IV. 71
Sidérite III.602
Ossun (plateau d'), Hautes-Pyrénées.
Variscite (callaïs) IV.485
Ossun, route de Pontacq, Hautes-Pyrénées.
Dipyre II.221
Ostricourt, Nord.
Anthracite IV.649

Houille IV.655

Ota (route forestière d') à Evisa, Corse.
Ægyrine I.612
Astrophyllite I.636
Malacon III.339
Riebeckite I.695

Ouche d'Jau (l'), Saône-et-Loire.
Autunite IV.546

Ouches, en Massiac, Cantal.
Stibine II.452

Oudarolles (filon d'), à Baigorry, Basses-Pyrénées.
Blende II.529

Oudon, près Segré, Maine-et-Loire.
Biotite I.323
Épidote I.138
Ilménite III.295
Oligoclase-Andésite II.174

Ouest (col de l'). Voir **Oncet.**

Ougney, Jura.
Limonite III.385

Ouire (entre le puy de l') et l'aiguille de Guéry, Puy-de-Dôme.
Haüyne I.512
Noséane I.512

Oulles (mines d'), Isère.
Chalcopyrite II.685
Galène II.494
Panabase II.731

Oullins (car. sur l'ancienne route d') à Chaponost, Rhône.
Gédrite I.638

Oullins (pénitencier d'), près Mornant, Rhône.
Almandin IV.727

Oupia, Hérault.
Lignite IV.663

Ourditz (ravin d'), près du col du Tourmalet, Hautes-Pyrénées.
Axinite IV.733
Prehnite IV.733

Ourjout, Ariège.
Dipyre II.223

Ourouze, Haute-Loire.
Quartz améthyste III. 93

Ours, Haute-Loire.
Corindon III.243
Zircon III.212

Oust (rive dr. de l'), Morbihan.
Sidérite III.616

Oust (vallée de l'), Morbihan.
Cassitérite III.234

Oust (entre l') et la Vilaine, Morbihan et Ille-et-Vilaine.
Sidérite III.616

Ouyre, en Camarès, Aveyron.
Orthose II. 85
Panabase II.727

Oyé, en Brionnais, Saône-et-Loire.
Colophanite IV.570

Oyonnax, Ain.
Calcite III.501

Ozé (viaduc d'), près Alençon, Orne.
Pyrite II.616

Ozete (car. de l'), près Limoges, Haute-Vienne.
Biotite I.321

Ozon, près Toulon-sur-Arroux, Saône-et-Loire.
Muscovite palmée I.347

Ozon, en Montmort, Saône-et-Loire.
Gigantolite I.527

Ozouer-la-Ferrière, Seine-et-Marne.
Limonite III.395

P

Pacaudière (mine de la), Loire.
Argent II.411
Cérusite III.710
Chalcosite II.514
Chalcotrichite III.305
Chrysocole I.264
Érubescite II.675
Galène II.489
Malachite III.747
Padern, Aude.
Galène II.483
Panabase II.726
Padro (monte), Corse.
Orthose II. 95
Paglia Orba (crête du), Corse.
Orthose II. 95
Pailhères (port de), près Mijanès, Ariège.
Almandin I.248
Épidote I.142
Grossulaire I.224
Wollastonite I.621
Pailhès (ruisseau de) sur la route de Pamiers au Mas-d'Azil, Ariège.
Or II.429
Paillerès (filon de), Corrèze.
Calcédoine III.138
Paillès, Lot.
Quercyite IV.584
Paillières. Voir **Pailhères**.
Pailloux, Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Andalousite I. 40
Cordiérite I.525
Sillimanite I. 59
Wollastonite I.621
Paimpont (forêt de), Ille-et-Vilaine.
Limonite III.392
Paladille, en Mazamet, Tarn.
Quartz III. 72
Palairac, Aude.
Panabase II.726
Stibine II.450
Palalda, Pyrénées-Orientales.
Gypse IV.173
Orthose II. 74
Palante, Haute-Saône.
Barytine IV. 99
Gypse IV.174
Pal de Raz (mine de), Haute-Garonne.
Blende II.529
Galène II.482
Palente, près Besançon, Doubs.
Calcite III.501
Pyrite II.608
Paliès, en Monoblet, Gard.
Quartz III.111
Pallaret (puy de), Puy-de-Dôme.
Cordiérite IV.761
Hyalite III.322
Zircon III.215
Pallet (le), Loire-Inférieure.
Actinote I.654
Apatite IV.388
Bowlingite I.446
Cordiérite IV.760
Diallage I.586
Heulandite II.290
Hypersthène I.556
Ilménite III.291
Labrador II.187
Labrador-Bytownite II.187
Magnétite IV.320
Mésotype II.271
Olivine I.188
Plagioclases II. 55
Pléonaste IV.304

Pyrrhotite II.564
Quartz III. 57
Tourmaline I. 89

Pallet (entre le) et Gorges, Loire-Inférieure.
Quartz III. 57

Palmesalade, en Portes, Gard.
Bournonite II.703
Houille IV.658
Mésitite III.496
Panabase II.726
Pyrite II.586
Sidérite III.603, 619

Palomières. Voir **Paloumières**.

Paloumières, Hautes-Pyrénées.
Albite II.160
Vivianite IV.460

Pamiers, Ariège.
Or II.429

Pamiers (entre) et Varilhes, Ariège.
Or II.429

Panissière (mines de la), à Rousson, Gard.
Calcite III.547
Pyrite II.584

Pannelière. Voir **Pannetière**.

Pannetière (bois de la), près le Mans, Sarthe.
Limonite III.393
Magnétite IV.341
Stilpnosidérite III.393

Panossas, Isère.
Limonite III.386

Pantin, Seine.
Gypse IV.189
Pyrite II.616

Papelèbe, près Minbaste, Landes.
Gypse IV.172

Pâquerie, en Villiers, Indre-et-Loire.
Limonite III.393

Paradis, en le Puy, Haute-Loire.
Calcite III.583

Paradou, Bouches-du-Rhône.
Bauxite III.346

Paramé, Ille-et-Vilaine.
Tourmaline I. 86

Paraou (vallée de), en Orlu, Ariège.
Chabasie II.334
Laumontite III.343

Paraou (entre les ravins de) et de Gnoles, près du mont Bédeilla, Ariège.
Biotite I.320

Parata (pointe de), Corse.
Épidote I.152

Parata (tour de), Corse.
Hornblende I.672

Pardines, Puy-de-Dôme.
Christianite II.306
Hornblende V. 4
Orthose II.103; V. 27

Parentignat, Puy-de-Dôme.
Analcime II.284
Aragonite III.693
Calcite III.585

Parets (las), près Millau, Aveyron.
Jamesonite II.698

Pargots (les), près des Brenets, Doubs.
Pissasphalte IV.631

Pariou (puy de), Puy-de-Dôme.
Biotite I.327
Hématite III.263
Quartz III. 63

Paris, Seine.
Argile plastique I.479
Atacamite IV.891
Babingtonite IV.781
Brushite IV.494
Calcite III.511
Célestite IV.121
Colophanite IV.575

Fluorine II.793; IV.886
Glauconie I.411
Gypse IV.179
Hématite III.282
Lutécite III.145
Magnésite I.459
Marcasite II.659
Ménilite III.332
Natrocalcite IV.106
Orthose II.113
Plagioclases II. 64
Pseudocalcédonite III.160
Pseudowollastonite I.624
Quartz III.45, 118
Quartzine III.145
Soufre II.375
Struvite IV.451

Parly, Yonne.
Limonite III.389
Ocre III.389

Paron, Yonne.
Calcite III.510

Parre (la), près le lac de Ravichon, Hautes-Alpes.
Calcite III.582

Parrots (filon des), Puy-de-Dôme.
Mispickel IV.863

Partinello, Corse.
Orthose II.95; IV.815

Pascals (les), Aveyron.
Gypse IV.173

Pas-de-Compains, Cantal.
Orthose II.101
Sodalite I.506

Pas-de-la-Mogudo, près Vic-sur-Cère, Cantal.
Bois silicifié III.158
Opale III.337

Pas-de-la-Pourtadelle (col du), massif du pic des Trois-Seigneurs, Ariège.
Andalousite I. 39

Pas-du-Cerf, près Rieille en Collobrières, Var.
Stibine II.456

Passe-lourdin, près Poitiers, Vienne.
Calcite III.486

Passy, près Château-Thierry, Aisne.
Lignite IV.664

Passy, Seine.
Gypse IV.186
Lutécite III.145
Résine fossile IV.643
Rœmérite IV.262
Sel gemme II.765

Pasteur (boulevard), à Paris, Seine.
Célestite IV.121
Fluorine IV.886

Pastina, en Méria, Corse.
Cinabre II.550
Stibine II.456

Pau, Basses-Pyrénées.
Calcite III.512

Paulhac, Haute-Loire.
Quartz III. 72

Paulhaguet, Haute-Loire.
Actinote I.653
Fluorine II.782

Pauze (filon de la), à Saint-Julien, Loire.
Fluorine II.788
Galène II.486

Pavezin (massif du Pilat), Loire.
Andalousite I. 40

Pavezin (col de), Loire.
Dumortiérite V. 25

Pavillon (ferme de), près Nozerolles, Haute-Loire.
Asbeste I.656

Payolle (car. de la), Hautes-Pyrénées.
Chalcopyrite IV.868

Payreau, Ariège.
Bauxite III.346
Payré-sur-Vendée, près Talmont, Vendée.
Disthène IV.680
Pays Bas, près Cognac, Charente.
Gypse IV.178
Pechauden, en Valbonnais, Isère.
Ullmannite II.641
Pech de Foix, Ariège.
Bauxite III.346
Pêcheurs (anse des), Côtes-du-Nord.
Tourmaline I. 86
Pechicot, Landes.
Limonite III.398
Pech-Saint-Sauveur, à Foix, Ariège.
Bauxite III.346
Pécout (car. du), près du pont de Barost, Haute-Vienne.
Béryl IV.805
Columbite IV.617
Pédehourat, Basses-Pyrénées.
Albite II.159
Pé de Sèvres, en Pallet, Loire-Inférieure.
Mispickel II.672
Pège (la), vallée de Vicdessos, Ariège.
Spinelle IV.302
Pège (puy de la) ou de la Poix, près Clermont, Puy-de-Dôme.
Calcédoine III.140
Mésotype II.270
Pissasphalte IV.625
Pegnière de Muy, Var.
Barytine IV. 91
Pégu, près Champagnat-le-Jeune, Puy-de-Dôme.
Chalcopyrite II.684
Péguères (pic de), Hautes-Pyrénées.
Épidote I.139
Grossulaire I.222
Idocrase I.163
Pinite I.530
Prehnite I.273
Stilbite II.317
Tourmaline I. 90
Wollastonite I.621
Péguères (entre le pic de) et le Monné, Hautes-Pyrénées.
Épidote I.139
Péguères (chemin du bois de) à la route de la Raillère, Hautes-Pyrénées.
Idocrase I.163
Pellancon, en Saint-Arey, ou Saint-Herey, près La Mure, Isère.
Cinabre II.551
Pellerin (le), Loire-Inférieure.
Psilomélane IV. 20
Pélussin, Loire.
Cordiérite I.526
Pelvas (mont), vallée du Haut Guil (Queyras), Savoie.
Zoïsite IV.708
Pelvoux (massif du), Hautes-Alpes.
Épidote I.148
Pelvoz (Vanoise), Savoie.
Glaucophane I.704
Péméaut (bois de), près Cervières, Hautes-Alpes.
Gypse IV.176
Penanveur, en Loctudy, Finistère.
Microcline II.122
Muscovite I.341
Penavayre, Aveyron.
Galène II.484
Penboch (baie de), près Vannes, Morbihan.
Almandin I.244
Fibrolite I. 54
Pendants (les), Cantal.

Muscovite I.345
Pendaré, Tarn-et-Garonne.
Quercyite IV.585
Pendillon (filon du), vallon de Navette, Hautes-Alpes.
Galène II.496
Pène-Blanque, près du lac Bleu, massif du pic du Midi de Bigorre, Hautes-Pyrénées.
Clinozoïsite IV.709
Pène-de-Sendiès, près du col de Peyresourde, Hautes-Pyrénées.
Rhodonite I.632
Pénestin, Morbihan.
Cassitérite III.234
Fibrolite I. 51
Kaolin I.466
Or II.428
Platine II.390
Penfo, en Saint-Thégonnec, Finistère.
Limonite III.380
Penharung, près Piriac, Loire-Inférieure.
Cassitérite III.227
Pentézac, près Arvieu, Aveyron.
Clinochlore I.382
Hornblende I.674
Hypersthène I.557
Pepin (glacier), près Pesey, Savoie.
Galène II.492
Percey-le-Grand, Haute-Saône.
Limonite III.387
Péreille, Ariège.
Bauxite III.346
Perennou, Finistère.
Tourmaline I. 86
Périer. Voir **Péririer**.
Perigny, près Lons-le-Saunier, Jura.
Célestite IV.111
Périgueux, Dordogne.
Manganite III.360
Soufre II.377
Périnette, Tarn-et-Garonne.
Quercyite IV.585
Perlamborda (filons de), à Ainhoa, Basses-Pyrénées.
Chalcopyrite II.681
Sidérite III.601
Pernes, Pas-de-Calais.
Colophanite IV.566, 573
Perni (mine de), près Saint-Gildas-des-Bois, Loire-Inférieure.
Bavalite I.401
Hématite III.265
Perny (entre le moulin de) et le Gué-aux-Biches, Loire-Inférieure.
Magnétite IV.335
Péronière (mines de la), à la Grand-Croix, Loire.
Bois silicifié III.156
Houille IV.658
Pyrite II.601
Perouse, Belfort.
Calcite III.499
Limonite III.396
Perraud (bois), Saône-et-Loire.
Rutile IV.895
Perrecy-les-Forges, Saône-et-Loire.
Alunogène IV.238
Anthracite IV.650
Arsénolite III. 13
Dolomite III.650
Gypse IV.206
Orpiment II.445
Pyrite II.604
Réalgar II.442
Salmiac II.769
Perréon (le), près Villefranche, Rhône.
Talc IV.744

Perret (lande de), bords de l'étang de Salles de Rohan, Côtes-du-Nord.
Quartz III. 67

Perrier, près d'Issoire, Puy-de-Dôme.
Apatite IV.390
Barytine IV.103
Calcite III.584
Christianite II.306
Haüyne IV.757
Hornblende I.679
Labrador II.190
Magnétite IV.341
Mésotype II.270
Plagioclases II. 56
Topaze I. 62
Tourmaline I. 97

Perrier (chemin de) au plateau de Pardines, Puy-de-Dôme.
Christianite II.306

Perrières (les), à Dijon, Côte-d'Or.
Calcite III.492

Perrières (les), en Flacé, Saône-et-Loire.
Calcite III.498

Perte du Rhône, près Bellegarde, Ain.
Asphalte IV.631
Colophanite IV.572
Glauconie I.411

Perthes (tunnel de), Ardennes.
Colophanite IV.575

Pertuis (le), Haute-Loire.
Ægyrine I.612
Anorthose II.118
Corindon III.242
Lävenite I.626
Néphéline I.499
Orthose II.101, 106
Wöhlerite I.628

Pertuis (col du), Vosges.
Pyrope I.239

Peschadoires, près Pontgibaud, Puy-de-Dôme.
Bleiniérite IV.512
Zinkénite II.691

Pesey (mine de), près Moûtiers, Savoie.
Albite II.158
Anhydrite IV. 45
Ankérite III.661
Barytine IV. 65
Bournonite II.707
Calcite III.558
Cérusite III.717
Dolomite III.655
Galène II.492
Gypse IV.205
Mésitite III.595
Mispickel II.672
Pyrargyrite II.717
Pyrite II.588; IV.860
Quartz III. 95
Soufre II.373
Stibine II.455

Pesmes, Haute-Saône.
Barytine IV. 99
Limonite III.396

Pétard (petit pic), Hautes-Pyrénées.
Almandin I.247

Petches (pic de), S. O. d'Ax, Ariège.
Biotite I.324
Olivine I.187
Tourmaline I. 94

Petit (moulin), près Cressy-sur-Somme, Saône-et-Loire.
Tourmaline I.100

Petit-Bardin, dans la plaine Saint-Yrieix, Charente.
Résine fossile IV.642

Petit-Bois (car. de), près Malabry, Loire-Inférieure.
Dolomite III.651

Petit-Chaillou, Vendée.
Stibine II.449
Petit-Cœur, en Tarentaise, Savoie.
Séricite I.351
Gümbelite I.351
Petit Donon de Rothau, Vosges.
Axinite I.302
Petite-Commune, vallée de la Meuse, Ardennes.
Albite II.146
Petite-Séolane, près les Thuiles, Basses-Alpes.
Gypse IV.176, 208
Petite-Val (chemin de la), aux Chalets de Mone, Savoie.
Chloritoïde I.373
Petite-Verrière (la), Saône-et-Loire.
Barytine IV. 62
Petit-Madieu, à Quatre-Vents, Charente.
Bauxite III.347
Petit-Mercey (le), Jura.
Limonite III.396
Petit-Noir, Jura.
Or II.433
Petit-Pau, près Seignelay, Yonne.
Colophanite IV.572
Petit-Port (car. du), près Nantes, Loire-Inférieure.
Almandin I.244
Andalousite I. 33
Apatite IV.387
Bertrandite I.115
Béryl II. 14
Épidote I.138
Ilménite III.295
Scorodite IV.473
Tourmaline I. 89
Petit-Saint-Bernard, Savoie.
Asbeste I.659
Asbestoïde I.647
Petit-Saint-Joseph, en Chantenay, Loire-Inférieure.
Fluorine II.780
Galène II.506
Petits-Ambillons (ferme des), Maine-et-Loire.
Résine fossile IV.641
Petits-Caoux, près Saint-Raphaël, Var.
Andésine II.180
Petits-Mulets (glacier des), Haute-Savoie.
Épidote I.146
Petit-Suchet, Puy-de-Dôme.
Sanidine II.101
Pétrempé, Vosges.
Pyrope I.239
Pétrempé (entre) et Granges, Vosges.
Pyrope I.239
Peumérit, Finistère.
Almandin I.243
Pey, Isère.
Galène II.494
Peychagnard (le), près la Mure, Isère.
Anorthite II.201
Anthracite IV.650
Barytine IV. 91
Blende IV.855
Bournonite II.708
Diadochite IV.600
Epsomite IV.217
Galène II.494
Mélantérite IV.227
Pyrite II.605
Peynier, Bouches-du-Rhône.
Jayet IV.663
Lignite IV.663
Peypin, à Valdonne, Bouches-du-Rhône.
Lignite IV.663
Peyra, Aude.

Jayet IV.663
Lignite IV.663

Peyrat-le-Château, Haute-Vienne.
Mercure II.417

Peyre-Arse, Cantal.
Plagioclase II. 61

Peyreblanque (ruisseau de), affluent de l'Ariège, Ariège.
Or II.429

Peyrebrune, près Réalmont, Tarn.
Barytine IV. 57
Blende II.530
Calcite III.547
Dolomite III.654
Fluorine II.787 ; IV.885
Galène II.501
Gœthite III.351
Gypse IV.205
Pyrite II.587
Quartz III. 99
Sidérite III.612
Smithsonite III.636

Peyreire (la). Voir **Peyrère** (la).

Peyrelade, Lozère.
Galène II.485

Peyrelade (lac de), massif du pic du Midi, Hautes-Pyrénées.
Axinite I.293

Peyremale, Gard.
Galène II.485

Peyreneyre, près Saint-Amand-Tallende, Puy-de-Dôme.
Mésotype II.270

Peyrère (la), Isère.
Blende II.535
Galène II.495
Smithsonite III.636

Peyrère de Cauterets. Voir **Péguères** (pic de).

Peyresourde (port de), vallée de Louron, Hautes-Pyrénées.
Andalousite I. 33

Peyret (vallon du), à Salies-du-Salat, Ariège.
Sel gemme II.759

Peyretaillade (pont de), Cantal.
Analcime II.286

Peyrou (bois du), en Ambert, Puy-de-Dôme.
Muscovite I.347

Peyroutet (pic de), Ariège.
Ripidolite I.392

Peyroux (massif des) d'Aval et d'Amont, près la Grave, Hautes-Alpes.
Mispickel IV.863
Quartz III. 86

Peyrusse, Aveyron.
Galène II.484

Peyssier, Dévoluy, Hautes-Alpes.
Barytine IV. 99

Pez (port de la), Hautes-Pyrénées.
Andalousite I.33, 48

Pezat, près Tulle, Corrèze.
Actinote IV.786

Pfennigthurm. Voir **Fanitorne**.

Philipsbourg (filon de), mine de Baigorry, Basses-Pyrénées.
Panabase II.724

Pi (bois du), ou des Pins, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 83

Piards (les), Jura.
Blende II.541
Stibine II.459

Picadère, Haute-Garonne.
Fluorine II.780

Picardie (butte de), près Versailles, Seine-et-Oise.
Muscovite I.353

Picassary (filon de), Basses-Pyrénées.

Sidérite III.602
Pic-de-Mont (car.), près Saint-Béat, Haute-Garonne.
Pyrite II.621
Picou, près la Tour, pied du mont Raynaud, Loire.
Disthène IV.680
Picouder (pic del), près Vicdessos, Ariège.
Dipyre II.225
Piédemont (pointe de), près Rochefort, Charente-Inférieure.
Gypse IV.202
Marcasite II.658
Sidérite III.621
Piedicorte (pont) du Tavignano, près de la route de Corte à Aleria, Corse.
Glaucophane I.707
Lawsonite IV.704
Piedipartino, près Orezza, Corse.
Diallage I.589
Smaragdite I.673
Pied-Pain, en Saint-Philbert-de-Grand-Lieu, Loire-Inférieure.
Almandin IV.726
Disthène IV.680
Omphazite I.606
Zoïsite I.131
Piéjean (mont), O. de Saint-Lary, Ariège.
Allophane IV.749
Piéponchu, à Cabanals, près Meyrueis, Lozère.
Psilomélane IV.21
Pierre-Blanche, près Orliénas, Rhône.
Almandin I.251
Pierre-Châtel, Isère.
Anthracite IV.650
Pierreclos, Saône-et-Loire.
Barytine IV.90
Pierre de Crau, Vendée.
Stibine II.449
Pierrefitte, Nièvre.
Opale III.330
Pierrefitte, Hautes-Pyrénées.
Blende II.529
Calamine I. 21
Galène II.498
Greenockite II.546
Smithsonite III.636
Pierrefitte-sur-Loire, Allier.
Calcite III.457
Pierrefonds, Oise.
Soufre II.369
Pierre-Fromagère, en Esse, Charente.
Orthose IV.814
Quartz III. 53
Pierre-Grosse, Hautes-Alpes.
Anthracite IV.650
Pierre-Morte, Gard.
Hématite III.282
Pierre-Perthuis, Yonne.
Barytine IV. 90
Pierrerac, près Saint-Chinian, Hérault.
Bauxite III.346
Pierre-Rousse, près Vizille, Isère.
Sidérite III.607
Pierre-Scize, Rhône.
Sillimanite I. 58
Pierres-des-Bagues (montagne des), à Vezezoux, Haute-Loire.
Quartz III. 73
Pierre-sur-Haute (montagne de), près du pont de Chavarron, Puy-de-Dôme.
Muscovite I.347
Pierreville, Manche.
Blende II.526
Galène II.478
Smithsonite III.636

Pierric, Loire-Inférieure.
Quartz III. 68
Pietra Mala, près San Andrea di Cotone, S. de Cervione, Corse.
Asbeste I.657
Pietropola, Corse.
Soufre II.369
Pieux (les), Manche.
Kaolin I.465
Pieyre de Mandiargue (car. de la), près Durfort, Gard.
Epsomite IV.216
Mélantérite IV.225
Pigeonnier de Francheville, Rhône.
Andésine II.184
Sphène II.252
Voir **Francheville.**
Pigère, Gard.
Houille IV.658
Pignon, près Murat, Cantal.
Plagioclase II. 60
Pilaire (puy), près Vertaizon, Puy-de-Dôme.
Ménilite III.337
Opale III.337
Pilat (mont), Loire.
Almandin I.250
Cordiérite I.522, 526
Pyrite II.588
Sillimanite I. 57
Staurotide I. 14
Pilat (entre le mont) et Saint-Chamond, Loire.
Disthène I. 72
Pimont, Jura.
Anhydrite IV. 44
Célestite IV.111
Polyhalite IV.252
Quartz III.112
Pin (le), Gard.
Lignite IV.662
Rétinite IV.642
Pinatelle (côte de la), à Ardes, Puy-de-Dôme.
Almandin I.250
Omphazite I.608
Sphène II.252
Pinçon, Indre-et-Loire.
Limonite III.393
Pin de Nantillé, Charente-Inférieure.
Gypse IV.178
Piné (galerie de), à la Villeder, Morbihan.
Tourmaline I. 87
Pinets (ancien moulin des), Rhône.
Biotite I.321
Pinity (tranchée du chemin de fer Douarnenez-Quimper), Finistère.
Tourmaline I. 86
Pinnatelle. Voir **Pinatelle.**
Pinols, Haute-Loire.
Stibine II.451
Pinouse (la), Pyrénées-Orientales.
Limonite III.373
Sidérite III.608
Pins (car. des), près Frossay, Loire-Inférieure.
Magnétite IV.334
Pinsot de la Ferrière, Isère.
Sidérite III.605
Pinvins (roches de), Morbihan.
Chloritoïde I.368
Pioch (montagne du), Hérault.
Calcite III.478
Piolenc, Vaucluse.
Lignite IV.663
Piquette (puy de la), près le Crest, Puy-de-Dôme.
Analcime II.284
Apophyllite II.347
Mésotype II.270
Piquette déras lids, Hautes-Pyrénées.

Adulaire II.110
Albite II.155
Asbeste I.658
Axinite I.286, 289, 291
Barytine IV. 80
Brewstérite II.296
Calcite III.576
Épidote I.139
Graphite II.360
Grossulaire I.220, 223
Harmotonne II.312
Orthose IV.814
Prehnite I.271
Quartz III. 70
Stilbite II.316
Trémolite I.649

Piriac, Loire-Inférieure.
Béryl II. 13
Cassitérite III.234
Mispickel II.666
Or II.428
Tourmaline I. 89

Pirio, Corse.
Orthose II. 95

Pisse-Noire (filon de), au Grand-Clos, Hautes-Alpes.
Galène II.496

Pissoirs (arête des), près de l'aiguille du Tour, Haute-Savoie.
Muscovite I.348

Pitourless, en Lordat, Ariège.
Orthose II. 80
Pyrite II.618
Quartz III. 70
Stéatite I.451
Tourmaline I. 92
Trémolite I.648, 650

Pitrou (ruisseau de), E. de la Bastide-de-Sérou, Ariège.
Or II.429

Pize (la), Aveyron.
Gypse IV.174

Place (la), près Clermain, Saône-et-Loire.
Augite I.593
Biotite I.326

Place (entre la) et les Cours, près Clermain, Saône-et-Loire.
Leucite II. 5

Placette (la), près Pommiers, Isère.
Sphène II.246

Plagnole (ravin de la), Ariège.
Bronzite I.549
Diopside chromifère I.587
Dipyre II.225
Enstatite I.549
Hornblende I.675

Plagnotte (col de la), près Rimont, Ariège.
Aragonite III.678

Plancher-les-Mines, Haute-Saône.
Blende II.533
Chalcopyrite II.684
Fluorine II.789; IV.887
Galène II.491
Pyrite II.588

Plan-d'Arc (le), Savoie.
Anthracite IV.650

Plan-d'Aups, Var.
Jayet IV.663
Lignite IV.663

Plan-de-Phasy (le), Hautes-Alpes.
Gypse IV.176

Plan-de-Vitrolles, Hautes-Alpes.
Gypse IV.176

Planet (le), Haute-Savoie.
Gypse IV.175

Planèze, Ariège.
Orthose II. 80
Tourmaline I. 94

Planèze (la), Cantal.
Aragonite III.692

Planiolles (vallée de), N. de Figeac, Lot.
Bronzite I.551
Plantat (château du), à Quissac, Gard.
Quercyite IV.585
Plantat (puy de), Puy-de-Dôme.
Hypersthène I.566
Plat-de-Gier, Loire.
Houille IV.658
Plate Mouratouse (torrent de la), Hautes-Alpes.
Anatase III.184
Calcite III.582
Mohsite III.298
Rutile III.205
Plats (auberge des), près Monsols, Rhône.
Andalousite I. 49
Plémet, près Loudéac, Côtes-du-Nord.
Kaolin I.465
Plessis (les), Aube.
Gypse IV.202
Plessis (le), Manche.
Houille IV.656
Plessis (étang du), Saône-et-Loire.
Rutile IV.895
Plessis-Grammoire (le), Maine-et-Loire.
Résine fossile IV.641
Plessis-Piquet, près Fontenay-aux-Roses, Seine.
Limonite III.395
Plestin, Côtes-du-Nord.
Magnétite IV.334
Plœmel (de) au château de Kergonano, en Baden, Morbihan.
Graphite II.357
Ploermel, Morbihan.
Cassitérite III.223
Plogonnec, Finistère.
Staurotide I. 8
Plomb du Cantal, Cantal.
Hornblende I.681
Plagioclase II.60, 61
Pyrite II.580
Plombières-les-Bains, Vosges.
Apophyllite II.349
Calcédoine III.140
Calcite III.542
Chabasie II.336
Chalcomorphite II.352
Chalcosite II.516
Christianite II.308
Fluorine II.785, 794
Gismondite ? II.323
Hyalite III.324
Massicot III.313
Opale III.324
Plombiérite II.349
Quartz III.102
Saponite I. 478
Savon de Plombières I.478
Smegmatite I.478
Plouagat, Côtes-du-Nord.
Sidérite III.611
Plouaré, à Goulier, Finistère.
Almandin I.242
Plouay, Morbihan.
Andalousite I. 33
Fibrolite I. 54
Staurotide I. 8
Ploubezre (entre) et Ploumilliau, S. de Lannion, Côtes-du-Nord.
Staurotide I. 7
Plouevez-Lochrist. Voir **Plounèvez-Lochrist.**
Plougastel, Finistère.
Quartz III. 61
Plougoulin, Finistère.
Fibrolite I. 54

Plouguernével, Côtes-du-Nord.
Tourmaline IV.684
Plouguin, Finistère.
Biotite I.319
Muscovite I.342
Plouha, O. de la baie de Saint-Brieuc, Côtes-du-Nord.
Staurotide I. 7
Plouider, Finistère.
Almandin I.243
Ploumilliau (entre) et Ploubezre, S. de Lannion, Côtes-du-Nord.
Staurotide I. 7
Plounèvez-Lochrist, près Plouescat, Finistère.
Almandin I.243
Béryl IV.804
Plourin, près Morlaix, Finistère.
Andalousite I. 43
Plouzévédé, Finistère.
Fibrolite I. 54
Pluguffan, près Quimper, Finistère.
Quartz III. 68
Pluherlin, en Rochefort en terre, Morbihan.
Cacoxénite IV.528
Disthène I. 70
Dufrénite IV.439
Staurotide I. 9
Pluméliau, Morbihan.
Apatite IV.383
Galène II.482
Muscovite I.342
Tourmaline I. 87
Pluneret (de), à Landévant, Morbihan.
Graphite II.357
Plusquellec, Côtes-du-Nord.
Galène II.479
Plussier, près Morlaix, Finistère.
Graphite II.360
Pluzor, Gard.
Houille IV.658
Poche (puy de la), Cantal.
Hypersthène I.560
Poggio-d'Oletta, Corse.
Magnétite IV.321
Poillé, Sarthe.
Anthracite IV.649
Poirie (la), Vosges.
Orthose II.108
Poisieux, Cher.
Limonite III.393
Poitiers, Vienne.
Collyrite I.487
Pyrite II.607
Poix, Ardennes.
Limonite III.386
Poix (puy de la), près Clermont, Puy-de-Dôme.
Ankérite III.663
Calcédoine III.140
Lussatite III.168
Mésotype II.270
Pissasphalte IV.625
Pyrite II.628
Quartz III.102
Soufre II.371
Poleymieux, au Mont d'Or, Rhône.
Sel gemme II.760
Polignac, Haute-Loire.
Ætite III.399
Aragonite III.691
Cordiérite I.523
Hornblende I.678
Sillimanite I. 56
Sphérosidérite III.615
Poligné, Ille-et-Vilaine.
Hydrozincite III.738
Tripoli III.317
Poligny, Jura.
Soufre II.377

Pomarède, en Pont-de-Larn, près Mazamet, Tarn.
Manganite III.358
Pomaret, Lozère.
Smithsonite III.631
Pomiers, Gard.
Dolomite III.653
Pommiers, Isère.
Lignite IV.664
Pomoy, Haute-Saône.
Colophanite IV.569
Pompadour (route de), à Magnac, Haute-Vienne.
Scheelite IV.278
Tungstite III. 10
Pompes (côte des), près Varennes, Puy-de-Dôme.
Calcédoine III.139
Pompignan, Gard.
Célestite IV.117
Pontpéan. Voir **Pont-Péan**.
Ponsonnière (vallon de), Hautes-Alpes.
Graphite II.361
Pontacq, Basses-Pyrénées.
Anhydrite IV. 42
Gypse IV.173
Hématite III.254
Pyrite II.620
Pontailler-sur-Saône, Côte-d'Or.
Pyrite II.609
Pont-à-Mousson, Meurthe-et-Moselle.
Houille IV.655
Pontaubert, près Avallon, Yonne.
Barytine IV. 90
Pontaut-d'Aleu, Ariège.
Zoïsite I.129, 132
Pont-Barré, Maine-et-Loire.
Hatchettite IV.620
Naphtéine IV.620
Pont-de-Basseau, Charente.
Gypse IV.202
Résine fossile IV.642
Pont-de-Chéruy (au S. de), Isère.
Pétrole IV.632
Pont-de-Cubère, Haute-Garonne.
Pyrite II.596
Pont-de-Longue. Voir **Longue**.
Pont-de-Montvert, Lozère.
Galène II.485
Pont-de-Saint-Phlin, Meurthe-et-Moselle.
Sel gemme II.760
Pont-des-Barques. Voir **Port-des-Barques**.
Pont-des-Fées, Vosges.
Orthose II. 83
Pont-du-Cens (car. du), près Nantes, Loire-Inférieure.
Almandin I.244
Andalousite I. 33
Biotite I.331
Clinochlore I.382
Gigantolite I.521
Grossulaire I.225
Idocrase I.166
Ilménite III.295
Ripidolite I.391
Tourmaline I. 89
Pont-du-Château, Puy-de-Dôme.
Analcime II.284
Aragonite III.684
Asphalte IV.626
Calcédoine III.140, 148
Lussatite III.168
Ménilite III.337
Orbicules siliceux III.148
Quartz III.102
Pont-du-Cluseau, près Chantrezac, Charente.
Résine fossile IV.640

Pont-du-Gard (le), Gard.
Calcite III.545
Pont-du-Jas-de-Bassas, Bouches-du-Rhône.
Lignite IV.663
Pont-du-Lignon, Haute-Loire.
Pyrite II.592
Pont-du-Navoy, Jura.
Calcite III.494
Pont-du-Vernet, Cantal.
Oligoclase-andésine II.171
Ponte Alla Leccia. Voir **Ponte Leccia**.
Ponteix, Puy-de-Dôme.
Randannite III.328
Ponte-Leccia, Corse.
Chalcopyrite II.686
Diallage I.590
Érubescite II.677
Panabase II.733
Pontet (le), près Saint-Claude, Jura.
Stibine II.459
Ponteux, Landes.
Limonite III.398
Pontgibaud, Puy-de-Dôme.
Cassitérite III.231
Cordiérite I.524
Fibrolite I. 57
Sillimanite IV.677
Wolfram IV.288
Pontgibaud (mines de), Puy-de-Dôme.
Anglésite IV.135
Apatite IV.394
Barytine IV. 61
Campylite IV.408
Cérusite III.711
Galène II.487
Massicot III.313
Mispickel II.671
Nickélite II.558
Or II.421
Pyromorphite IV.401
Sidérite III.612
Vauquelinite IV.448
Pontivy, Morbihan.
Actinote I.652
Apatite IV.386
Damourite I.352
Graphite II.357
Quartz III.43, 51
Tourmaline I. 87
Pont-Jame, en Saint-Colombin, Loire-Inférieure.
Rutile III.199
Pont-Julien, près Saint-André de Néouilles, Basses-Alpes.
Pyrite II.608
Pont-la-Terrasse, près Doizieux, Loire.
Barytine IV. 61
Blende II.532
Calcite III.569
Fluorine II.788
Galène II.489
Marcasite II.648
Pyrite II.588
Pont-l'Évêque, près Vienne, Isère.
Fluorine II.780
Pontlong (filon de), Hautes-Alpes.
Chalcopyrite II.685
Pontmenard (landes de la forêt de), Maine-et-Loire.
Résine fossile IV.641
Pont-Neuf, près de Corrèze, Corrèze.
Autunite IV.545
Pont-Neuf, à la Chazotte, Loire.
Arsénolite III.801
Pontoise, Seine-et-Oise.
Gypse IV.187
Pont-Paul, près Morlaix, Finistère.
Allanite I.158

Corindon III.245
Pléonaste IV.304

Pont-Péan (mine de), en Bruz, Ille-et-Vilaine.
Argyrite II.511
Barytine IV. 57
Blende II.526
Calcite III.546
Galène II.478
Marcasite II.646
Pyrite II.585
Pyrrhotite II.565
Sidérite III.610
Wurtzite II.545

Pont-Percé (car. de), en Condé-sur-Sarthe, Orne.
Albite II.143
Apatite IV.385
Bertrandite I.118
Béryl II. 13
Biotite I.319
Calcite III.575
Diamant d'Alençon III. 50
Fluorine II.779
Kaolin I.465
Muscovite I.341; V. 44
Orthose II. 75
Quartz III. 50
Tourmaline I. 85

Pontraut, au-dessus d'Oz et de Vaujany, Isère.
Galène II.494

Pont-Rompu (le), Haute-Vienne.
Barytine IV. 89
Rutile III.200
Sphène II.252

Pont-Saint-Esprit, Gard.
Calcite III.509
Truffite III.509

Pont-Saint-Maxence, Oise.
Glauconie I.414

Pont-Saint-Vincent, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385

Pont-Salomon (le), Haute-Loire.
Sillimanite I. 58

Pont-Vieux, en Tauves, Puy-de-Dôme.
Jamesonite II.698

Popey, près Bar-le-Duc, Meuse.
Calcite III.499

Porcherie (la), près les Bertranges, Corrèze.
Calcédoine III.138
Chalcolite IV.552
Or V. 51

Pormenaz (montagne de), au-dessus de Servoz, Haute-Savoie.
Barytine IV. 64
Bournonite II.706; IV.875
Calcite III.558
Chalcopyrite II.685
Dolomite III.655
Galène II.492
Hématite III.276
Panabase II.730
Pictite II.240
Sidérite III.613
Sphène II.246
Stibine II.455

Pornic, Loire-Inférieure.
Ilménite III.295
Quartz III. 64

Pornic (entre), la pointe de Saint-Gildas et la Bernerie, Loire-Inférieure.
Quartz III. 68

Pornichet, Loire-Inférieure.
Orthose II. 79

Port (col de), près Massat, Ariège.
Quartz III.111

Porta d'Ampugnani, Corse.

Glaucophane I.705
Réalgar II.442
Port-des-Barques (plage du), à Piedemont, Charente-Inférieure.
Quartz III.117
Marcasite II.658
Porte-de-France, près Grenoble, Isère.
Calcite III.502
Hatchettite IV.621
Pétrole IV.621, 629
Porte-du-Pas, Gard.
Anhydrite IV. 43
Port-Durand, près Nantes, Loire-Inférieure.
Épidote I.138
Tourmaline I. 89
Port-en-Bessin, Calvados.
Microcline IV.818
Portes, Gard.
Galène II.485
Houille IV.658
Porte-Saint-Antoine, à Paris, Seine.
Soufre II.375
Portet (col de), Haute-Garonne.
Dipyre II.222
Portet (route de) à Sengouagnet, Haute-Garonne.
Dipyre II.222
Stilbite II.319
Portet (entre le col de) et la coume de Bareille, Haute-Garonne.
Chabasie II.333
Laumontite II.341
Stilbite II.319
Portet-d'Aspet, Haute-Garonne.
Dipyre III.222, 230
Pyrite II.622
Trémolite I.650
Porteteny, près Vicdessos, Ariège.
Bronzite I.549
Diopside chromifère I.587
Port-Étroit (le), près Sablé, Sarthe.
Fluorine IV.885
Portieux, Meurthe-et-Moselle.
Sel gemme II.760
Portillon, près Vertou, Loire-Inférieure.
Graphite II.357
Portillon de Burbe, près Bagnères-de-Luchon, Haute-Garonne.
Almandin I.247
Muscovite I.344
Staurotide I. 13
Trémolite I.649
Port-Lay, île de Groix, Morbihan.
Glaucophane I.703
Port-Liogan, près le Conquet, Finistère.
Almandin I.243
Port-Mélek, en Plestin, Côtes-du-Nord.
Ripidolite I.391
Porto (entre les golfes de) et de Galeria, Corse.
Orthose II. 95
Port-Saint-Marie, en Port-de-Lanne, Landes.
Actinote I.655
Épidote I.152
Port-Saint-Père, Loire-Inférieure.
Almandin I.245
Port-Séguin, Vienne.
Calcite III.486
Port-Vieux, Haute-Garonne.
Épidote I.141
Grossulaire I.226
Idocrase I.168
Poteau (le), près Arbresle, Rhône.
Muscovite I.347
Potelières, Gard.
Célestite IV.125
Potigny, près Falaise, Calvados.

Calcédoine III.148
Orbicules siliceux III.148
Poubeau (vallée de Larboust), Haute-Garonne.
Pyrite II.596
Stibine II.450
Pouchergues, Hautes-Pyrénées.
Andalousite I. 33
Poudrière (rue de la), à Nantes, Loire-Inférieure.
Bertrandite IV.706
Wolfram IV.290
Pouech-de-Guaff (filons de), Ariège.
Galène II.483, 499
Pouget (le), en Beaumont, N. E. de Brioude, Haute-Loire.
Quartz III. 72
Pouillenay, Côte-d'Or.
Pyrite II.607
Pouilley-les-Vignes (route de) à Besançon, Doubs.
Calcite III.494
Sel gemme II.762
Pouillon, Landes.
Aragonite III.671
Sel gemme II.756
Pouillon (entre) et Mimbaste, Landes.
Source salée II.756
Pouilly, Saône-et-Loire.
Calcite III.491
Pouilly-sous-Charlieu, Loire.
Calcite III.479
Poujet, Var.
Colophanite IV.569
Poulden. Voir **Pouldu**.
Pouldu, en Caurel, Côtes-du-Nord.
Sidérite III.614
Vivianite IV.458
Poule, Rhône.
Barytine IV. 61
Blende II.532
Galène II.489
Poulet (puy), Puy-de-Dôme.
Sanidine II.100
Poulhars, en Cléguerec, Morbihan.
Chloritoïde I.369
Pouliguen (le), Loire-Inférieure.
Almandin I.245
Biotite I.320
Galène II.482
Microcline IV.817
Poullaouen, Finistère.
Allemontite II.384
Anglésite IV.133, 137
Aurichalcite III.742
Bismuth II.387
Blende II.527
Cérusite III.707, 728
Chessylite III.774
Galène II.479
Gypse IV.205
Halloysite I.476
Halotrichite IV.257
Limonite III.377
Linarite IV.154
Malachite III.750
Marcasite II.647
Pyrite II.585
Pyromorphite IV.397
Quartz III. 92
Sidérite III.610
Voir **Huelgoat** (le).
Poulmic (le), Finistère.
Limonite III.380
Poumadé, Ariège.
Quartz III.111
Poupardière (la), à la Baconnière, Mayenne.
Calcite III.456
Pourchères, Ardèche.
Randannite III.327
Pourcieux, Var.

Bauxite III.347
Pourmabon, en Guégon, près Guéhenno, Morbihan.
Cassitérite III.223
Pourmelin (anse de), à l'île de Groix, Morbihan.
Chloritoïde I.368
Sphène II.251
Pourraciers, Alpes-Maritimes.
Houille IV.659
Pourrain, Yonne.
Limonite III.389
Mélinite I.488
Ocre III.389
Sidérite III.622
Pourrières, Var.
Bauxite III.347
Pourseille (rivière de), près Montpezat, Ardèche.
Mésotype II.267
Pouy d'Euse, Landes.
Aragonite III.671
Pouzac, Hautes-Pyrénées.
Actinote I.649
Ægyrine I.612
Albite II.146
Anorthose II.117
Augite I.585
Barytine IV. 80
Chabasie II.332
Dipyre II.219, 230
Épidote I.141
Eudialyte ? IV.824
Grossulaire I.228
Hydronéphélite II.261
Lävenite I.627
Mélanite I.235
Mésotype II.271
Mica blanc I.352
Néphéline I.499
Phlogopite I.329
Plagioclases II.45, 46, 54
Pyrénéite I.213
Pyrite II.621
Quartz III. 62
Rinkite I.629
Scolécite II.276
Sodalite I.506
Trémolite I.649
Zircon III.210
Pouzac (entre) et Ordizan, Hautes-Pyrénées.
Corindon III.241
Pouzat (le), Ardèche.
Galène II.485
Pouzel. Voir **Pouzol**.
Pouzilhac, Gard.
Colophanite IV.561, 564
Quercyite IV.585
Pouzol, Haute-Vienne.
Orthose IV.814
Pouzols, Aude.
Lignite IV.663
Poya (la), près la Flachères, vallée d'Azergues, Rhône.
Galène II.490
Poyettes, près Chamonix, Haute-Savoie.
Tourmaline I.101
Poype (filon de la), près Vienne, Isère.
Barytine IV.61, 90
Blende II.536
Calcédoine III.139
Calcite III.559
Cérusite III.718
Dolomite III.656
Galène II.495
Mispickel IV.863
Plumbogummite IV.591
Pseudocalcédonite III.161
Pyrite II.591

Pyromorphite IV.403
Quartz III.149
Smithsonite III.636

Pozat, Landes.
Bitume II.757

Pra, près Saint-Étienne-du-Mont (San Stéphano), Alpes-Maritimes.
Muscovite I.348

Prabis (filon de), près de Champrobert, en Chiddes, Nièvre.
Pyrite II.582

Pradal (le), Hérault.
Galène II.483

Prade (la), près Boussoulet, Haute-Loire.
Chabasie II.332

Pradeaux (les), près Issoire, Puy-de-Dôme.
Calcite III.521

Pradelle, Corrèze.
Cordiérite I.525

Pradelle, près Volvic, Puy-de-Dôme.
Tourmaline I. 97

Pradelles, Cantal.
Houille IV.657

Pradelles, Haute-Loire.
Almandin I.248; IV.727

Prades, Ardèche.
Houille IV.659
Pyrite II.599

Prades de Montaillou, Ariège.
Bronzite I.549
Chabasie II.333
Diallage I.587
Diopside chromifère I.587
Dipyre II.227
Hornblende I.675, 683
Magnésite I.460
Microcline II.127
Olivine I.183
Opale III.320
Phlogopite I.330
Picotite IV.307
Pyrope I.238
Rutile III.197
Trémolite I.650

Prades (route de) à Ascou, Ariège.
Pinite I.522

Prades (route de) à Belcaire, Aude.
Trémolite I.650

Prades, Pyrénées-Orientales.
Andalousite I.36, 39
Colophanite IV.568
Galène II.483

Pragnères (val de), Hautes-Pyrénées.
Andalousite I. 48

Prajous, Lot.
Quercyite IV.584

Pramatou, près Vergons, Basses-Alpes.
Pyrite II.609

Pranal, près Pontgibaud, Puy-de-Dôme.
Anatase III.188
Barytine IV. 61
Blende II.532
Bournonite II.704
Brookite III.175
Freibergite II.727
Galène II.487
Marcasite II.648
Panabase II.727
Pinite I.529
Pyrite II.587
Pyromorphite IV.401
Sidérite III.612

Prat (domaine de), Puy-de-Dôme.
Scolécite II.275

Prat-Moret (filon de), en Yronde-et-Buron, Puy-de-Dôme.
Orthose II. 86

Préchamps, près le Tolly, Vosges.

Cordiérite I.527
Pré-Chatel, Ille-et-Vilaine.
Pyrite II.594
Précigné (à l'O. de), rive gauche de la Sarthe, Sarthe.
Résine fossile IV.642
Préfecture (la), près Arvieu, Aveyron.
Clinochlore I.382
Diallage I.588
Pregnoux, près la Bourboule, Puy-de-Dôme.
Opale résinite III.324
Prémol (filon de), au-dessus de Vaulnavey, Isère.
Hématite III.274
Pré-Saint-Gervais, Seine.
Meulière III.153
Presle (mine de), près le Bourget, Savoie.
Chalcopyrite II.685
Panabase II.731
Presle, N. O. de Sainte-Magnance, Yonne.
Pinite I.529
Presles, Haute-Saône.
Gypse IV.201
Pressac, en Saint-Étienne-sur-Blesle, Haute-Loire.
Berthiérite IV.871
Pressigny, Haute-Marne.
Gypse IV.174
Preste (la), Pyrénées-Orientales.
Sidérite III.603
Soufre II.369
Primilhac, Aveyron.
Dolomite III.650
Prinaux (car. des), en le Pallet, Loire-Inférieure.
Cordiérite IV.760
Privas, Ardèche.
Anthracite IV.651
Calcite III.564
Hématite III.281
Pétrole IV.628
Pyrite II.584
Privas (entre) et Saint-Priest, Ardèche.
Pyrite II.612
Priziac, Morbihan.
Apatite IV.386
Promenade (la), Sarthe.
Anthracite IV.649
Promilhanes, Lot.
Quercyite IV.585
Propiac, Drôme.
Célestite IV.126
Chalcopyrite II.686
Propières, près Chenelette, Rhône.
Barytine IV. 62
Blende II.532
Cérusite III.713
Galène II.489
Greenockite II.547
Pyromorphite IV.401
Wulfénite IV.270
Proupiary, Haute-Garonne.
Calcédoine III.143
Quartz III.117
Providence (la), près Fougères, Ille-et-Vilaine.
Pinite I.520
Prudelles (puy de), Puy-de-Dôme.
Apophyllite II.348
Aragonite III.693
Bol I.488
Calcédoine III.137
Chabasie II.331
Christianite II.305
Hyalite (*Fiorite*) III.321
Ilménite III.292
Laumontite ? III.342

Or II.422
Wolfram IV.288
Zircon III.210

Prugne (la), près Nizerolles, Allier.
Asphalte IV.634
Érubescite II.676
Fluorine II.788
Galène II.490
Linarite IV.154
Pennine I.387

Pruillé-le-Chétif, 15 kilomètres O. du Mans, Sarthe.
Ménilite III.335

Prunelle, Isère.
Lignite IV.664

Prunes (ferme des), près Argenton, Indre.
Colophanite IV.575

Prunières, près Laffrey, Isère.
Bleinière IV.512
Blende II.536
Bournonite II.708
Cinabre II.551
Érubescite II.676
Quartz III.101
Smithsonite III.636

Pruno, près Ajaccio, Corse.
Muscovite I.349

Pruzilly, près Chasselas, Saône-et-Loire.
Quartz III. 76

Puchevillers, Somme.
Colophanite IV.574

Puget-Théniers, Alpes-Maritimes.
Chalcopyrite II.686
Gypse IV.208

Puits (le), Saint-Christophe en Oisans, Isère.
Adulaire II.112
Albite II.150
Anatase III.182
Brookite III.173
Monazite (*Turnérite*) IV.373
Pyrrhotite IV.859
Quartz III. 81
Ripidolite I.392
Scheelite IV.281
Sphène II.242

Puits-de-César, Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Opale III.323

Puix (filon du), Belfort.
Fluorine II.789
Labrador II.191

Punta-de-Caldane (entre la) et le monte Calleruccio, Corse.
Smaragdite I.673

Puteaux, Seine.
Gypse IV.188

Puy (le). Voir **Puits** (le).

Puy (le). Voir **Puy-en-Velay** (le).

Puy-Blanc, 15 kilomètres de Tulle, Corrèze.
Psilomélane IV. 21

Puy-de-Dôme (département).
Augite I.595, 603; IV.769
Augite ægyrinique IV.769
Augite titanifère I.595
Cordiérite I.531
Fiorite III.322
Hématite III.262
Hyalite III.322
Ilménite III.292
Magnétite IV.325
Mésotype II.268
Muscovite I.347
Opale III.322
Quartz III. 63
Sanidine II.101
Sphène II.248
Tridymite III.167

Puy-de-la-Velle, Puy-de-Dôme.
Calcite III.521
Puy-de-Mur, Puy-de-Dôme.
Christianite IV.835
Ménilite III.337
Mésotype II.270
Quartz III.102
Randannite III.327
Puy-de-Rostres (filon de), près Sylvanès, Aveyron.
Sidérite III.611
Puy-de-Volt, près Firmi, Aveyron.
Magnétite IV.321
Puy-en-Velay (le), Haute-Loire.
Aragonite III.691
Calcite III.584
Christianite II.305
Cordiérite I.523
Disthène I. 72
Ferropicotite IV.309
Graphite II.358
Gypse IV.191
Hornblende I.678
Hypersthène I.566
Sillimanite I. 56
Sphérosidérite III.370
Spinelle IV.305
Puy Ferrand, Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Plagioclases II. 61
Puy-Gros, près le puy Violent, Cantal.
Olivine I.188
Quartz III. 59
Puy-Gros (entre le) et la banne d'Ordenches, Puy-de-Dôme.
Hypersthène I.560
Puy-Gros-du-Sancy, Puy-de-Dôme.
Sanidine IV.814
Puyjourdes, Lot.
Quercyite IV.585
Puy-les-Vignes, près Saint-Léonard, Haute-Vienne.
Bismuth II.388; V. 6
Cassitérite III.230
Ferbérite IV.282
Mispickel II.666
Pharmacosidérite IV.522
Scheelite IV.278
Scorodite IV.473
Tungstite III. 10
Wolfram IV.288
Wulfénite IV.272
Puy-Merle, près Saint-Polycarpe, Aude.
Chessylite III.771
Puymorens (col de), Ariège.
Magnétite IV.333
Puy-Neuf à la Chazotte, Loire.
Réalgar IV.847
Puy-Ronzade, Haute-Loire.
Aragonite III.691
Puys (chaîne des), Auvergne.
Anomite I.326
Apatite I.384
Biotite I.327
Olivine I.181
Opale III.322
Plagioclases II.56, 57
Sanidine II.101
Sphène II.248
Sphérosidérite III.616
Tridymite III.167
Puys (montagne des). Voir **Puits** (le).
Puys (les), près Vincelles, Loire.
Barytine IV. 89
Puyseux, Ardennes.
Calcédoine III.148
Orbicules siliceux III.148
Puy-Vachier (lac du), Hautes-Alpes.
Anatase III.184

Puyvalador (pont de l'ancienne forge), Pyrénées-Orientales.
Grossulaire I.225; IV.724
Idocrase I.166
Py (chemin de) au Vernet, Pyrénées-Orientales.
Grossulaire I.225
Pyrénées (massif des).
Biotite I.328
Labrador II.187
Labrador-Bytownite II.187
Plagioclases II.55, 58, 62
Pyrite II.609
Pyrrhotite I.564
Struvite IV.451
Pyrimont, Ain.
Asphalte IV.631
Marcasite II.660
Pyrmont, Jura.
Gypse IV.175

Q

Quadrille. Quadris. Quadry. Voir **Coadrix.**
Quairat (pic de), près Luchon, Haute-Garonne.
Tourmaline I. 91
Quaire (la), à Esse, Charente.
Orthose IV.814
Quartz III. 53
Quartier-Gaillard, Loire.
Houille IV.657
Quatre-Vents (les), à Petit-Madieu, Charente.
Bauxite III.347
Queilet (vallon du), Var.
Jayet IV.663
Lignite IV.663
Quenoche, Haute-Saône.
Gypse IV.201
Quérigut (massif de), Ariège.
Clinozoïsite IV.710
Épidote I.142
Grossulaire I.224
Hornblende I.670
Idocrase I.165
Microcline II.126
Orthose II.72, 104
Quartz III. 71
Stéatite I.451
Tourmaline I. 94
Quesnoy, près Avranches, Manche.
Tourmaline I. 85
Questembert, Morbihan.
Cassitérite III.223
Fibrolite (haches) I. 51
Tourmaline I. 87
Queyrières (calvaire de), Haute-Loire.
Analcime II.284
Chabasie II.328
Mésotype II.267
Quillan, Aude.
Colophanite IV.568
Quimper, Finistère.
Tourmaline I. 86
Quinçay, Vienne.
Olivine (*Météorite*) I.192
Quincié, Rhône.
Blende II.532
Galène II.489
Quincy-sur-Cher, Cher.
Magnésite I.459
Quinquis, Côtes-du-Nord.
Staurotide I. 7
Quintillan, Aude.
Panabase II.726

Stibine II.450
Quissac, Gard.
Colophanite IV.564
Quorre (chemin du col de la) à Sentenac, Ariège.
Almandin I.247
Dipyre II.223
Graphite II.358
Sillimanite I. 55
Voir **Laquorre**.

R

Rabassoles (étang de), Ariège.
Stéatite I.451
Raddon, près Ternuay, Vosges.
Orthose II. 93
Pinite I.529
Ragny (le), Saône-et-Loire.
Houille IV.657
Raillère (chemin de la) à Péguères, Hautes-Pyrénées.
Idocrase I.163
Raincheval, Somme.
Colophanite IV.574
Raismes, Nord.
Houille IV.655
Raitz (montagne de), à Melles, Haute-Garonne.
Bismuthinite II.461
Rajasse, Loire.
Calcite III.480
Rajat (grottes de), près Murols, Puy-de-Dôme.
Apatite IV.390
Ramburtet, près le Lioran, Cantal.
Hornblende I.681
Plagioclases II.57, 61
Ramée (la), près Saint-Viaud, Loire-Inférieure.
Almandin I.245
Prehnite I.271
Sphène II.251
Ramée (la), en le Boupère, Vendée.
Stibine II.449
Ramiettes (mas des), Isère.
Galène II.494
Ramondens, Tarn.
Andalousite I. 39
Rampe des Commères, près le Bourg-d'Oisans, Isère.
Axinite I.294, 296
Épidote I.149
Prehnite I.275
Pyrite II.583
Quartz III.80, 84
Ranc (le), Ardèche.
Randannite III.327
Rance (rivière de la), Ille-et-Vilaine et Côtes-du-Nord.
Tourmaline I. 86
Rancié (mine de), en Sem, près Vicdessos, Ariège.
Albite II.158
Andalousite I. 35
Aragonite III.685
Blende II. 530
Calcite III.529, 571
Dipyre II.226
Galène II.499
Gœthite III.351
Greenockite II.547
Hématite III.269
Lépidocrocite III.362
Limonite III.372
Manganite III.357
Psilomélane IV. 16

Pyrite II.596
Ranciéite IV. 25
Sidérite III.608
Rancourt, Vosges.
Gypse IV.174
Rancune (dyke de la), vallée de Chaudefour, Puy-de-Dôme.
Cristobalite III.807
Randanne, Puy-de-Dôme.
Randannite III.327
Ranet (vallon de), près Vicdessos, Ariège.
Pyrite II.581
Ranfaing, près Remiremont, Vosges.
Almandin I.251
Muscovite I.348
Orthose II. 83
Tourmaline I.100
Raon-l'Étape, Vosges.
Béryl II. 20
Idocrase I.166
Molybdénite IV.851
Rapissat, près Saint-Didier, Creuse.
Almandin I.249
Tourmaline I. 97
Ratassière, Isère.
Lignite IV.664
Ratz-Bernin, Isère.
Albite II.145
Raulhac, en Carlat, Cantal.
Sanidine II. 99
Ravarre, près Corps, Vendée.
Calcite III.478
Ravelon, Saône-et-Loire.
Thélotite IV.646
Ravi (pont de), près Luchon, Haute-Garonne.
Fluorine II.780
Ravin, en Entraigues, Isère.
Chalcopyrite II.685
Raynal, Tarn-et-Garonne.
Quercyite IV.585
Réalmont, Tarn.
Anglésite IV.135
Cinabre II.549
Pyrite II.587
Reclus (le), Loire.
Houille IV.658
Recours, Haute-Loire.
Opale résinite III.336
Récusset, vallée de Saint-Paul-de-Salers, Cantal.
Haüyne I.511 ; IV.756
Redigaux (le), près la Villeder, Morbihan.
Hübnérite V. 84
Redon, Ille-et-Vilaine.
Limonite III.392
Vivianite IV.459
Régnié, Rhône.
Barytine IV. 90
Régny, Loire.
Anthracite IV.649
Bois silicifié III.156
Reignac, Indre-et-Loire.
Limonite III.393
Reignière, en Luzillé, Indre-et-Loire.
Limonite III.393
Reims (pont de), à Brillac, Charente.
Orthose IV.814
Reims, Marne.
Calcite III.445
Marcasite II.657
Remémont, en Entre-deux-Eaux, près Saint-Dié, Vosges.
Ankérite III.660
Aragonite III.690
Cérusite III.715
Dolomite III.655
Malachite III.747
Remilly, Côte-d'Or.
Galène II.506

Remimont. Voir **Remémont.**
Remollon, Hautes-Alpes.
Gypse IV.176
Remoncourt, Vosges.
Gypse IV.174
Rémuzat, Drôme.
Orthose II.109
Quartz III.114
Renadelle, près Montpellier, Hérault.
Apatite IV.390
Renaud-du-Mont, Doubs.
Gypse IV.178
Renaudière (la), en Clinchamps, Calvados.
Tourmaline I. 85
Renazé, Mayenne.
Pyrite II.595
Renilhac (filon de), Aveyron.
Sidérite III.611
Rennes, Ille-et-Vilaine.
Jaspe III.154
Vivianite IV.459
Rennes (route de) à Nantes, Loire-Inférieure.
Cassitérite III.220
Rennes-les-Bains, Aude.
Résine fossile IV.643
Source salée II.760
Rentières (plateau des), près Ardes, Puy-de-Dôme.
Olivine I.188 ; IV.717
Renwez, Ardennes.
Magnétite IV.339
Réotier, Hautes-Alpes.
Gypse IV.176
République (place de la), à Paris, Seine.
Calcite III.540
Célestite IV.125
Nitrocalcite IV.125
Soufre II.376
Resse (moulin de la), Tarn.
Tourmaline I. 95
Restelignan (pont de), près le Faouet, Morbihan.
Andalousite I. 33
Reterre, Creuse.
Or II.437
Réthel, Ardennes.
Colophanite IV.574
Revens, Gard.
Lignite IV.662
Revest (le), près Toulon, Var.
Bauxite III.347
Reveux, en Saint-Jean-Bonnefond, Loire.
Alunogène IV.238
Arsenic II.582
Arsénolite III. 13
Houille IV.657
Salmiac II.769
Revigny (mont de), Jura.
Soufre II.378
Réville, Manche.
Tourmaline I. 85
Revin, Ardennes.
Albite II.157
Ottrélite I.371
Reymond, Cantal.
Barytine IV.103
Reyran (rivière du), Var.
Orthose II. 94
Rézentières, Cantal.
Stibine IV.849
Rézino (vallée), Corse.
Sphène II.246
Rhône (fleuve du), Haute-Savoie et Rhône.
Or II.433
Rhône (vallée du), affluents de gauche.
Jadéite-Chloromélanite IV.774

Rhuis (presqu'île), Morbihan.
Chloritoïde I.368
Ria, Pyrénées-Orientales.
Hématite III.283
Magnétite IV.342
Riadan, Ille-et-Vilaine.
Pyrite II.594
Rialet (le), Tarn.
Andalousite I. 39
Tourmaline I. 95
Riaux (les), en Saint-Symphorien-de-Marmagne, Saône-et-Loire.
Apatite IV.385
Autunite IV.548
Psilomélane IV. 21
Ribay (route du) à Javron, Mayenne.
Brookite III.175
Ribemont, Somme.
Colophanite IV.574
Ribeyrol, Corrèze.
Galène II.487
Ribière (la), près Marsac, Creuse.
Or II.432
Ricamarie (la), Loire.
Alunogène IV.238
Arsénolite III. 13
Galène II.507
Kalinite IV.254
Orpiment II.445
Réalgar II.442
Salmiac II.769
Soufre III.368
Riceys (les), Aube.
Calcite III.499
Rié (car. de), près Saint-Béat, Haute-Garonne.
Albite II.161
Dipyre II.221
Fluorine II.794
Phlogopite I.329
Pyrite II.621
Soufre II.376
Tourmaline I.108
Trémolite I.650
Rieille (la), en Collobrières, Var.
Blende II.537
Bournonite II.708
Galène II.496
Panabase II.733
Stibine II.456
Riémau. Voir **Rioumaou**.
Rieucla (ravin de), près Blachies, Ardèche.
Almandin I.248
Rieux, affluent de l'Ariège, Ariège.
Or II.429
Riftort, en Mizoën, Isère.
Chalcopyrite II.685
Rigaudais (la), en Donges, Loire-Inférieure.
Asbeste I.652
Trémolite I.652
Rignac, en Riom-ès-Montagne, Cantal.
Aragonite III.692
Rignan, près Angoulême, Charente.
Quartz III.105
Rigolet-Haut, Mont Dore, Puy-de-Dôme.
Plagioclases II. 61
Rilhac-Lastours, Haute-Vienne.
Stibine II.453
Rimogne, Ardennes.
Magnétite IV.339
Pyrite III.596
Rimont, Ariège.
Gypse IV.173
Stilbite II.320
Rimont (entre le tunnel de) et Castelnau-Durban, Ariège.
Quartz III.111
Riols, Hérault.
Galène II.483

Riorama, près le Bessat, Loire.
Cordiérite I.526
Riotord (entre) et Saint-Sauveur, Loire.
Pyrite II.588
Riou Majou, vallée d'Aure, Hautes-Pyrénées.
Trémolite I.649
Rioumaou, près Saint-Sauveur, Htes-Pyrénées.
Brewstérite II.295
Calcite III.457
Chloanthite II.634
Cobaltite II.636
Graphite II.360
Heulandite II.291
Nickélite II.557
Prehnite I.273
Pyrrhotite IV.858
Stilbite II.317
Riou-Pezzouliou, à Espaly, Haute-Loire.
Almandin I.249
Augite I.593
Corindon III.243
Olivine I.179
Sphène II.249
Zircon III.211, 212
Rip-du-Sap (filon du), en Valgodemar, Hautes-Alpes.
Galène II.496
Pyrite II.575
Riveau-Grand, Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Anomite I.330
Augite I.602
Hématite III.262
Hornblende I.681, 684
Hypersthène (*szaboïte*) I.564
Magnétite IV.329
Pseudobrookite III.302
Sanidine II.106; IV.815
Rive-de-Gier, Loire.
Barytine IV.89, 94
Bois silicifié III.156
Gypse IV.205, 207
Houille IV.658
Kaolinite I.469
Leverriérite I.469
Mispickel II.672
Sidérite III.619
Sillimanite I. 57
Rivérenert, Ariège.
Or II.430
Riverie, Rhône.
Almandin I.251
Riverie (entre) et le petit Machizeau, Rhône.
Cordiérite I.526
Rivière (moulin de la), sur le Sichon, près de Cusset, Allier.
Fluorine II.788
Rivière (la), Doubs.
Gypse IV.178
Rivière (la), Vienne.
Limonite III.394
Rivoire (la), près Mont-de-Lans (Oisans), Isère.
Prehnite I.274, 275
Rivoire (la), près Charlieu, Loire.
Pyrite II.612
Rivoire (la), à Saint-Julien-Molin-Molette, Loire.
Galène II.488
Roanne, Loire.
Galène II.489
Robache, près Saint-Dié, Vosges.
Dolomite III.650
Fluorine II.793; IV.887
Robert (lac), massif de Belledonne, Isère.
Diallage I.588

Robert (entre le lac) et Chanrousse, Isère.
Clinochlore I.382
Robert (hameau de), près Grummières. Loire.
Christianite II.307
Roberts, en Livet, Isère.
Épidote I.148
Rocanière (ravin de la), à Luceram, Alpes-Maritimes.
Orpiment IV.848
Rocanne (car. de la), à Meignanne, Maine-et-Loire.
Fluorine II.792
Rocart (colline de), près Lezoux, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 84
Roc-Eas, entre Lamneur et Lannion, Côtes-du-Nord.
Andalousite I. 33
Roche (la), Loire.
Houille IV.657
Roche (la), Puy-de-Dôme.
Houille IV.657
Roche (puy de la), Puy-de-Dôme.
Calcédoine III.140
Roche (moulin de la), à Arcueil, Seine.
Résine fossile IV.644
Rochebelle, Gard.
Houille IV.658
Leverriérite IV.741
Pyrite II.598
Quartz III. 72
Roche-Bernard (la), Morbihan.
Tourmaline I. 87
Roche-Bournoncle (la), Haute-Loire.
Aragonite III.691
Rochebrune, Hautes-Alpes.
Gypse IV.176
Roche-Cambourg, près Confolens, Charente.
Cassitérite III.231
Wolfram IV.289
Rochecardon, Rhône.
Almandin I.251
Fibrolite I. 51
Sillimanite I. 58
Rochechouart, à Chalus, Haute-Vienne.
Almandin I.249
Roche-Cornet, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 61
Fluorine II.783
Roche Courbe, près la Grave, Hautes-Alpes.
Fluorine II.786
Roche-de-Glun (la), Drôme.
Or II.433
Rochefort-en-Terre, Morbihan.
Alunite IV.142
Andalousite I. 46
Cacoxénite IV.528
Dufrénite IV.439
Hématite III.365
Rochefort-sur-Mer, Charente-Infér.
Marcasite II.658
Roche-Guyon (la), Seine-et-Oise.
Marcasite II.656
Roche-l'Abeille (la), Haute-Vienne.
Asbeste IV.786
Chrysolite I.435
Magnésite I.460
Or V. 51
Roche-Lambert, Haute-Loire.
Randannite III.327
Roche-la-Molière, près Firminy, Loire.
Gypse IV.207
Houille IV.657
Pyrite II.601

Rochelimagne, Haute-Loire.
Aragonite III.691
Sphérosidérite III.615
Rochemaure, Ardèche.
Augite I.593
Chabasie II.328
Christianite II.304
Ferropicotite IV.309
Hornblende I.678
Mésotype II.267
Sphène II.250
Rochemillay (la), Nièvre.
Limonite III.376
Roche-Noire, près Thiviers, Dordogne.
Antigorite I.423
Chrysolite I.435
Roche-Noire, Isère.
Sidérite III.607
Roche-Noire (la), près Perrier, Puy-de-Dôme.
Christianite IV.835
Roche-Pradière (la), en Saint-Hippolyte, Puy-de-Dôme.
Barytine IV.81, 86
Rocheray (montagne de), Savoie.
Fluorine II.786
Roche-Rouge (la), près le Puy, Haute-Loire.
Calcite III.584
Orthose II. 80
Roches (les), Savoie.
Anthracite IV.650
Roches (Cluse de la vallée des), Vosges.
Fluorine II.786
Kaolin I.467
Rochesadoule, en Robiac, Gard.
Barytine IV. 80
Rochesauve, près Chomérac, Ardèche.
Andésine II.183
Apatite IV.390
Augite I.593
Hornblende I.678
Hypersthène I.566
Labrador II.192
Roche-Savine, Puy-de-Dôme.
Zircon III.214
Rocheservière, Vendée.
Almandin I.245
Olivine (*Météorite*) IV.718
Omphazite I.606
Roche-sur-Vannon, Haute-Saône.
Calcite III.493
Rochette (la), près de Sallèdes, Puy-de-Dôme.
Galène II.488
Haüyne I.511
Noséane I.511
Rochettes, près Altier, Lozère.
Barytine IV. 57
Roche-Vineuse (la), Saône-et-Loire.
Calcite III.491
Rochine, en Pontouvre, Charente.
Résine fossile IV.642
Roc'h Kerlaz, route de Plestin-les-Grèves à Lannion, Côtes-du-Nord.
Andalousite IV.677
Rocroi, Ardennes.
Ottrélite I.370
Roc-Saint-André, en Cloitre, Finistère.
Disthène I. 70
Rodde (mine de la), à Ally, Haute-Loire.
Barytine IV. 60
Bleiniérite IV.512
Boulangérite IV.873
Cérusite III.710
Massicot III.312
Pyromorphite IV.400

Rodde (puy de la), près le lac d'Aydat, Puy-de-Dôme.
Augite I.595; IV.769; V.57
Rodez, Aveyron.
Andalousite I. 40
Rodières (car. des), près Nantes, Loire-Inférieure.
Or II.420
Rodome, Aude.
Muscovite I.345
Rognes, Bouches-du-Rhône.
Célestite IV.117
Rognes (arête des), Haute-Savoie.
Muscovite I.348
Rognots, en Beaufort, Savoie.
Chalcopyrite II.685
Panabase II.731
Roguédas, près Vannes, Morbihan.
Anorthite II.202
Idocrase I.168
Microcline IV.817
Omphazite I.605
Plagioclases II. 46
Prehnite I.270
Sphène II.251
Wollastonite I.622
Roguédas (pointe entre) et la baie de Kervoyer, près Vannes, Morbihan,
Biotite I.319
Muscovite I.342
Rogues-Nègres, Pyrénées-Orientales.
Limonite III.373
Sidérite III.608
Roho (rocher du), Morbihan.
Almandin I.244
Roiloup (car. de), en Saint-Brévin, Loire-Inférieure.
Dipyre II.212
Oligoclase-Albi II.172
Sphène II.244
Roissy (mine de), près Servoz, Haute-Savoie.
Argyrite II.511
Barytine IV. 64
Bournonite II.706
Chalcopyrite II.685
Érubescite II.676
Galène II.492
Pyrite II.588
Romagnat, Puy-de-Dôme.
Ménilite III.337
Romagne (la), Ardennes.
Colophanite IV.573
Romagné, Ille-et-Vilaine.
Pinite I.520
Romainville, Seine.
Célestite IV.122
Gypse IV.183
Psilomélane IV. 17
Romanche (rivière de), Isère.
Axinite I.294
Chalcopyrite II.685
Crichtonite II.297
Quartz III.79, 81
Ripidolite I.393
Sidérite III.606
Romanèche, Saône-et-Loire.
Anhydrite IV. 46
Arséniosidérite II.444
Barytine IV. 74
Calcite III.565, 572; IV.901
Fluorine II.791; IV.886
Halloysite I.477
Kaolinite IV.748
Limonite III.378
Manganite III.809
Orthose II. 75
Plagioclases II. 42
Romanéchite IV. 8
Rome (rue de), à Paris, Seine.
Gypse IV.188

Romeyer (entre) et Die, Drôme.
Quartz III.114
Rompon, près les bains de Celles, Ardèche.
Galène II.485
Ronce (la), en Coise, Rhône.
Tourmaline I. 99
Ronchamp (mines de), Haute-Saône.
Alunogène IV.237
Asphalte IV.628
Barytine IV. 94
Blende II.541
Calcite III.475
Copiapite IV.250
Dolomite III.650
Epsomite IV.217
Galène II.505
Glockérite IV.250
Gypse IV.206
Halite IV.883
Hématite III.280
Houille IV.656
Pyrite II.604
Sidérite III.620
Ronesque, près de Mur-de-Barrez, Cantal.
Graphite II.358
Rongas, Hérault.
Galène II.483
Ronzade (le puy), Haute-Loire.
Aragonite III.691
Ronzon (mont), près le Puy, Haute-Loire.
Aragonite III.691
Ronzy, Loire.
Houille IV.657
Roppe, Belfort.
Limonite III.396
Roque (car. près de la), près Cadillac, Gironde.
Calcite III.517
Roquebillière, Alpes-Maritimes.
Gypse IV.176
Roquebrou (la), Cantal.
Microcline II.126
Roquefère (filon de), à Mas-Cabardès, Aude.
Mispickel II.669
Roquefixade, Ariège.
Bauxite III.346
Quartz III.111
Roquefort (entre) et Bonrepaux, Ariège.
Or II.430
Roquereyne, près Marnaves, Tarn.
Gypse IV.171
Roque-Sainte-Marguerite (la), Aveyron.
Calcite III.479
Roquevière, en Saint-Laurent-la-Vernède, Gard.
Bois silicifié III.158
Roquilles (métairie de), près Mercenac, Ariège.
Magnétite IV.320
Roscoff, Finistère.
Béryl II. 14
Muscovite I.341
Orthose II. 77
Tourmaline I. 86
Rose-Haut-des-Frais, Vosges.
Cordiérite I.527
Roseille, entre Aubusson et Felletin, Creuse.
Or II.432
Rosières, près Vorey, Haute-Loire.
Aragonite III.691
Rosières, près Carmaux, Tarn.
Pyromorphite IV.400
Rosiérésite IV.532
Rosières-aux-Salins, Meurthe-et-Moselle.

Gypse IV.174
Sel gemme II.760

Rosières-sur-Salines. Voir **Rosières-aux-Salins.**

Rosiers (puits des), à la Béraudière, Loire.
Salmiac II.769

Rosiers (mine de), à Pontgibaud, Puy-de-Dôme.
Anglésite IV.135
Campylite IV.408
Cuivre II.402
Galène II.487
Pyrite II.587
Pyromorphite IV.400
Voltzite II.742

Rosnoën, Finistère.
Limonite III.380

Rosoy, près Sens, Yonne.
Calcite III.509

Rosporden (au N. de), Finistère.
Staurotide I. 8

Rostes (puy de), Hérault.
Bournonite II.703

Rostrenen (massif de), Côtes-du-Nord.
Andalousite I. 43
Microcline II.126
Quartz III. 61
Sillimanite I. 58

Roua (mines de la), en Guillaumes, Alpes-Maritimes.
Cuivre II.403

Roudouhir, en Hanvec, Ille-et-Vilaine.
Galène II.482

Rouen, Seine-Inférieure.
Calcédoine III.142
Colophanite IV.571
Marcasite II.656

Rouergue (montagne du), Aveyron.
Muscovite I.345

Rouessé, près Laval, Mayenne.
Pyrite II.597

Rouet (ravin du), près Condorcet, Drôme.
Célestite IV.126
Epsomite IV.215
Galène II.502

Rouflon (haute vallée du), Var.
Orthose II. 94

Rougé, à 10 kil. de Châteaubriant, Loire-Inférieure.
Limonite III.380

Rougiers, Bouches-du-Rhône.
Néphéline I.501
Orthose II.102

Rougiers, Var.
Bauxite III.347

Rouilhat (les), près le lac d'Aydat, Puy-de-Dôme.
Randannite III.328

Roumazières, Charente.
Calcédonite III.141
Quartz III.113

Rouquette (la), Aveyron.
Quercyite IV.585

Roure (mine de), près Pontgibaud, Puy-de-Dôme.
Anglésite IV.135
Apatite IV.384
Barytine IV. 61
Béryl II. 18
Bournonite II.704
Cassitérite III.231
Cérusite III.711
Galène II.487
Pyrite II.587
Pyromorphite IV.400
Tourmaline I. 97
Wulfénite IV.272

Rousse (île), Corse.

Fluorine II.790
Galène II.497
Rousses (montagne des), Oisans, Savoie.
Panabase II.732
Rousset, près Curbans, Basses-Alpes.
Gypse IV.176
Roussettes (champ des), N. de Fay, Loire-Inférieure.
Disthène I. 71
Rousson, en Mercœur, Haute-Loire.
Andalousite IV.677
Rouverge, Ardèche.
Galène II.486
Rouvergue. Voir **Rouverguère**.
Rouverguère (filon de), à Mercoirol, près Alais, Gard.
Barytine IV. 59
Bournonite II.703
Galène II.484
Quartz III. 93
Rouveyre (la), Haute-Loire.
Tourmaline I. 95
Rouvray, Yonne.
Gypse IV.202
Roux (filon des), O. de Saint-Maurice (Valgodemar), Hautes-Alpes.
Malinowskite ? II.733
Panabase II.733
Sulfure de Cuivre et de Plomb II.518
Rouxière (la), près Saint-Colombin, Loire-Inférieure.
Oligoclase-Albite II.172
Rouyon, Basses-Alpes.
Calcite III.504
Rouzade, près le Puy, Haute-Loire.
Aragonite III.615
Sphérosidérite III.615
Rouziganet, Gard.
Bois silicifié III.158
Rovans, Drôme.
Pyrite II.609
Rove (le), Bouches-du-Rhône.
Giobertite III.593
Royan, Charente-Inférieure.
Quartz III.103
Royat, Puy-de-Dôme.
Acmite IV.769
Almandin I.250
Andésine IV.820
Augite IV.769
Augite ægyrinique IV.769
Calcite III.542
Cordiérite I.524
Fiorite III.321 ; IV.899
Hématite III.264
Hyalite III.321
Labrador IV.820
Magnétite IV.325
Orthose IV.814
Pseudobrookite III.302
Quartz III. 63
Roys (les), en Dollet, Puy-de-Dôme.
Asphalte IV.626
Calcédoine III.139
Lussatite III.168
Rozeille. Voir **Roseille**.
Rozières-sur-Salines. Voir **Rosières-aux-Salins**.
Rozoy. Voir **Rosoy**.
Ruffec, Charente.
Colophanite IV.571
Limonite III.394
Ruines, Cantal.
Pyrite II.581
Rulhe-Négrin, Aveyron.
Houille IV.658
Rumigny, Ardennes.
Calcite III.492
Runchy, près Mesvres, Saône-et-Loire.

Almandin I.251
Columbite IV.617
Microcline V. 27

Ruppes, près Neufchâteau, Vosges.
Quartz III.116

Russange, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.396

Rutali, Corse.
Diallage I.590
Lawsonite IV.704

S

Sabatou (quartier de), à Lescun, Basses-Pyrénées.
Panabase II.725

Sabin, Lot.
Quercyite IV.584

Sablé, Sarthe.
Anthracite IV.649
Pyrite II.598

Sables-d'Olonne (les), Vendée.
Barytine IV. 80
Disthène IV.680
Fluorine IV.885

Sables, en Livet et Gavet, Isère
Chalcopyrite II.685

Sablière (car. de la), près la Serre de Pouzac, Hautes-Pyrénées.
Barkévicite I.671
Cancrinite I.504
Sphène II.247
Voir **Pouzac.**

Sablière (chemin de la) à Bagnères-de-Bigorre, Hautes-Pyrénées.
Magnétite IV.331

Sablières (filon des), Ardèche.
Chalcopyrite II.684

Sablonnière (la), Meurthe-et-Moselle.
Sel gemme II.760

Sacroux (pic), Haute-Garonne.
Staurotide I. 13

Sacuny (chemin de) à Chaponost, Rhône.
Tourmaline I. 99

Saghat (entre) et Saint-Gervosy, Puy-de-Dôme.
Bauxite III.348

Sagnes, près Saint-Cyprien, Aveyron.
Graphite II.358

Sahorre, Pyrénées-Orientales.
Limonite III.373

Sahun (port de) de la montagne de Barbarisia, Basses-Pyrénées.
Graphite II.358

Saigne. Voir **Seigne.**

Sailhans (cascade de), près Saint-Flour, Cantal.
Aragonite III.693
Barytine IV.103

Saillans, Drôme.
Pyrite II.609

Sain-Bel (mine de), Rhône.
Alunogène IV.237
Blende II.532
Boothite IV.228
Chalcopyrite II.684
Cuivre II.405
Cuprogoslarite IV.220
Epsomite IV.217
Ferrogoslarite IV.220
Galène II.490
Graphite II.361
Gypse IV.205
Mélantérite IV.225

Pisanite IV.229
Pyrite II.581
Pyrrhotite II.569
Sidérite III.612
Tennantite II.738
Saint-Adjutory, Charente.
Limonite III.394
Saint-Agrève, Ardèche.
Cordiérite I.522
Gismondine II.323
Saint-Aignan (forêt de), Indre-et-Loire.
Limonite III.393
Saint-Aignan, Loire-Inférieure.
Epidote I.138
Saint-Alban, près Alais, Gard.
Calcite III.505
Saint-Allouestre, Morbihan.
Almandin I.244
Andalousite I. 33
Apatite IV.383
Disthène I. 70
Quartz III. 68
Tourmaline I. 87
Saint-Alyre, à Clermont, Puy-de-Dôme.
Calcite III.542
Saint-Amand, Cher.
Calcite III.497
Pyrite II.607
Saint-Amand-en-Puisaye, Nièvre.
Gelberde I.488
Limonite III.389
Mélinite I.488
Ocre III.389
Saint-Amans, Aveyron.
Gypse IV.174
Saint-Amant-Roche-Savine, Puy-de-Dôme.
Ankérite III.660
Galène II.488
Saint-Amant-Tallende, Puy-de-Dôme.
Biotite I.231
Calcite III.519
Saint-Ambroix, près le château de Montalet, Gard.
Or II.430
Saint-Amour, Saône-et-Loire.
Orthose II. 83
Saint-Andéol-de-Clerguemort, Lozère.
Mispickel II.669
Saint-André (puits), à Montrelais, Loire-Inférieure.
Élatérite IV.636
Saint-André, près Modane, Savoie.
Bournonite II.707
Saint-André, en Terre-Pleine, près Avallon, Yonne.
Greenockite II.856
Saint-André-d'Olérargues, Gard.
Lignite IV.662
Saint-Antoine (filon de). Voir **Baigorry**.
Saint-Antoine (couvent), près Bastia, Corse.
Albite II.156
Ripidolite I.393
Saint-Antoine (côte), près Marissel, Oise.
Allophane I.486
Saint-Antoine (car.), près Coussac, Haute-Vienne.
Kaolin I.466
Saint-Antonin, Tarn-et-Garonne.
Calcite III.486
Limonite III.394
Quercyite IV.585
Saint-Apollinaire, Hautes-Alpes.
Gypse IV.176
Saint-Arey, près La Mure, Isère.
Blende II.536
Smithsonite III.636

Saint-Aubin, Maine-et-Loire.
Houille IV.654
Saint-Aubin, Nord.
Calcite III.460
Saint-Austremoine, Haute-Loire.
Stibine II.451
Saint-Avé, près Vannes, Morbihan.
Fluorine II.781
Quartz III. 68
Saint-Aybert, Nord.
Houille IV.655
Saint-Babel, Puy-de-Dôme.
Analcime V. 87
Barytine IV. 87
Gismondite V. 87
Saint-Barbant, Haute-Vienne.
Pyrite II.607
Saint-Barthélemy (pic du), Ariège.
Biotite I.323
Clinochlore I.381
Olivine I.186
Sillimanite I. 55
Saint-Barthélemy (massif du), Ariège.
Apatite IV.383
Biotite I.320
Cordiérite I.522
Diopside I.607
Hornblende I.674
Laumontite III.342
Muscovite I.344
Orthose II. 80
Phlogopite I.333
Ripidolite I.391
Stéatite I.450
Tourmaline I. 91
Saint-Barthélemy, Maine-et-Loire.
Résine fossile IV.641
Saint-Barthélemy, près Alençon, Orne.
Andalousite I. 43
Ottrélite IV.738
Saint-Béat, Haute-Garonne.
Apatite IV.390
Augite I.586
Célestite IV.109
Hornblende I.666
Labrador II.187
Labrador-Bytownite II.187
Pyrite II.621
Rutile III.203
Tourmaline I.81, 108
Trémolite I.650
Voir **Rié**.
Saint-Béat (chemin de) à Boutx, Haute-Garonne.
Chabasie II.332
Stilbite II.319
Saint-Beauzire, Haute-Loire.
Fibrolite IV.679
Sillimanite IV.679
Saint-Bénézet, Gard.
Célestite IV.117
Saint-Benoît-du-Sault, chemin de Chaillac aux Brosses, Indre.
Fluorine II.788
Hématite III.281
Saint-Bérain, Saône-et-Loire.
Houille IV.657
Saint-Bernard (petit), Savoie.
Asbestoïde I.647
Saint-Boès, Basses-Pyrénées.
Célestite IV.109
Pissasphalte (*bitume*) IV.626
Soufre II.372, 758
Saint-Bonnet, près Salers, Cantal.
Olivine I.188
Saint-Bonnet (car.), près Coussac, Haute-Vienne.
Kaolin I.466
Saint-Bonnet-de-Salindrenque, Gard.
Anhydrite IV. 43
Gypse IV.173

Saint-Bonnet-la-Rivière, Corrèze.
Houille IV.657
Saint-Bonnet-le-Château, Loire.
Autunite IV.546
Saint-Bonnet-le-Froid, Rhône.
Tourmaline I. 99
Saint-Bresson, près le Vigan, Gard.
Dolomite III.653
Saint-Bresson, près Faucogney, Haute-Saône.
Fluorine II.789
Galène II.491
Pyromorphite IV.403
Saint-Brévin, Loire-Inférieure.
Diopside I.605
Dipyre II.212
Oligoclase II.174
Pyrrhotite II.570
Sphène II.244
Saint-Brieuc, Côtes-du-Nord.
Tourmaline I. 86
Saint-Brieuc (entre) et Lannion, Côtes-du-Nord.
Quartz III. 67
Saint-Buc, en Minihic-sur-Rance, Ille-et-Vilaine.
Quartz III. 67
Saint-Calais, Sarthe.
Limonite III.393
Stilpnosidérite III.393
Saint-Caprais-de-Quinsac, Gironde.
Olivine (Météorite) I.193
Saint-Caprazy, Aveyron.
Gypse IV.174
Saint-Cénéré, Mayenne.
Pyrite II.595
Saint-Cernin, Cantal.
Trémolite I.653
Saint-Chamond (entre) et le mont Pilat, Loire.
Disthène I. 72
Saint-Charles (filon), à Meysonnial en Mercœur, Haute-Loire.
Barytine IV. 70
Kaolinite IV.748
Lassalite IV.747
Stibine IV.849
Termiérite IV.750
Saint-Christ, près Vienne, Isère.
Galène II.495
Saint-Christau, Basses-Pyrénées.
Barkévicite I.671
Dipyre II.219
Saint-Christophe-en-Oisans, Isère.
Adulaire II.112
Albite II.150
Anatase III.182
Béryl II. 22
Brookite III.173
Calcite III.581
Crichtonite III.297
Dolomite III.657
Graphite II.361
Hématite III.277
Palygorskite IV.747
Phénacite IV.718
Pictite II.243
Quartz III. 81
Ripidolite I.392
Rutile III.205
Stilbite II.318
Saint-Christophe-la-Chartreuse, à Rocheservière, Vendée.
Chromite (Météorite) IV.315
Clinoenstatite IV.765
Maskelynite IV.821
Saint-Christophe-le-Chaudry, près Saint-Amand-Mont-Rond, Cher.
Psilomélane IV. 18
Saint-Cierge-la-Serre, Ardèche.
Blende II.539
Galène II.500

Mispickel II.669
Smithsonite III.632
Saint-Cirac, Ariège.
Quartz III.111
Saint-Cirq, Lot.
Limonite III.394
Saint-Clair, Loire-Inférieure.
Béryl II. 15
Biotite I.320
Muscovite I.342
Orthose IV.814
Saint-Claud (canton de), Charente.
Calcédonite III.141
Saint-Clément, près La Roque, Cantal.
Sanidine II.100
Saint-Clément, Puy-de-Dôme.
Anorthite II.195, 202
Bytownite II.202
Idocrase I.168
Omphazite I.608
Plagioclases II. 46
Quartz III. 76
Wollastonite I.623
Saint-Clément, près Joncy, Saône-et-Loire.
Gypse IV.174
Saint-Cloud, Seine-et-Oise.
Lutécite III.146
Magnétite IV.342
Ménilite III.333
Quartz III.149
Saint-Cloud (tunnel de), Seine-et-Oise.
Gypse IV.187
Saint-Colomban-des-Villards, Savoie.
Pyrite II.607
Saint-Colombin, Loire-Inférieure.
Almandin I.245
Hornblende I.686
Omphazite I.606
Saint-Côme-sur-le-Lot, Aveyron.
Sphérosidérite III.623
Saint-Conac, Ariège.
Almandin I.247
Cordiérite I.522
Saint-Créac, Hautes-Pyrénées.
Pyrite II.596
Saint-Cyr-des-Gâts, Vendée.
Barytine IV. 96
Saint-Daniel (mine), Belfort.
Calcite III.558
Chalcopyrite II.684
Galène II.491
Panabase II.730
Saint-Denis (filon), à Rosiers, près Pongibaud, Puy-de-Dôme.
Panabase II.727
Saint-Denis (plaine), Seine.
Gypse IV.188, 212
Saint-Denis, Vendée.
Almandin I.245
Saint-Denis-la-Chevasse, Vendée.
Albite II.144
Disthène IV.680
Omphazite I.606
Saint-Denis-le-Courreau, Rhône.
Diopside I.584, 608
Sphène II.245
Saint-Deyran (château de), Gard.
Calcite III.505
Saint-Didier, Isère.
Lignite IV.664
Saint-Didier-sur-Beaujeu, Rhône.
Galène II.489
Saint-Didier-sur-Arroux, Saône-et-Loire.
Pyromorphite IV.401
Saint-Dié, Vosges.
Manganite III.356
Saint-Dié (route de) à Sainte-Marie-aux-Mines, Vosges.
Calcite III.577
Saint-Dionisy, Gard.

Célestite IV.117
Saint-Dizier, Haute-Marne.
Célestite IV.118
Pyrite II.609
Saint-Donat (entre) et Latour, Puy-de-Dôme.
Orthose II. 74
Saint-Doulchard, Cher.
Limonite III.393
Saint-Éble, Haute-Loire.
Olivine I.178
Saint-Edmond (tranchée), à Commentry, Allier.
Cordiérite I.531
Gypse IV.206
Saint-Efflam, Côtes-du-Nord.
Andalousite IV.677
Saint-Ei, Finistère.
Tourmaline IV.684
Saint Elbe. Voir **Saint-Éble**.
Saint-Éloy, Puy-de-Dôme.
Biotite I.333
Houille IV.657
Saint-Énogat, Ille-et-Vilaine.
Diopside I.604
Omphazite I.604
Sillimanite I. 54
Tourmaline I. 86
Saint-Étienne, Alpes-Maritimes.
Gypse IV.176
Saint-Étienne, Loire.
Alunogène IV.238
Arsenic II.582
Arsénolite III. 13
Barytine IV. 94
Bismuthinite II.461
Calcite III.474
Disthène I. 72
Dolomite III.650
Gypse IV.205
Houille IV.657
Pyrite II.601
Salmiac II.769
Sidérite III.619
Saint-Étienne, Vosges.
Olivine I.186
Tourmaline I.100
Saint-Étienne-de-Baïgorry, Basses-Pyrénées.
Sidérite III.602
Saint-Étienne-de-Corcoué, Loire-Inférieure.
Almandin I.245
Omphazite I.606
Saint-Étienne-de-Lolm, près Alais, Gard.
Olivine (*Météorite*) I.193
Saint-Étienne-des-Coldre, Jura.
Célestite IV.112
Saint-Étienne-sur-Usson, Puy-de-Dôme.
Quartz III. 74
Saint-Étienne-Vallée-française, Lozère.
Stibine II.451
Saint-Eugène, à Liévin, Pas-de-Calais.
Sidérite III.619
Sphérosidérite III.619
Saint-Exupéry, Corrèze.
Oligoclase-Albite II.171
Saint-Félicien, Ardèche.
Albite II.144
Anorthite II.202
Bytownite II.202
Fibrolite I. 57
Gédrite I.638
Graphite II.358
Omphazite I.607
Plagioclases II. 46
Wollastonite I.622
Saint-Félix-de-Pallières, Gard.
Anglésite IV.134

Calcite III.547
Dolomite III.656
Epsomite IV.216
Fibroferrite IV.242
Galène II.500
Gypse IV.173
Jarosite (*Pastréite*) IV.144
Mélantérite IV.225
Smithsonite III.631
Saint-Félix-de-Sorgues, Aveyron.
Gypse IV.174
Saint-Félix-Pakiers, près Caduz, Gard.
Panabase II.726
Saint-Féréol, Aude.
Tourmaline I. 94
Saint-Féréol, Loire.
Pyrite II.588
Saint-Firmin, Isère.
Anhydrite IV. 44
Saint-Florent, Cher.
Limonite III.393
Saint-Florent (entre) et Bastia, Corse.
Glaucophane I.705
Saint-Florent, Gard.
Limonite III.374
Pyrite II.584
Sidérite III.609
Saint-Floret, Puy-de-Dôme.
Calcite III.521
Saint-Fraimbault-de-Prières, Mayen.
Pyrite II.592
Saint-Franchy, Nièvre.
Galène II.490
Saint-Frézal d'Albuges, près le Bleymard, Lozère.
Barytine IV. 59
Saint-Froult, près Rochefort, Charente-Inférieure.
Gypse IV.178
Saint-Gély-du-Fesc, Hérault.
Gypse IV.192
Lignite IV.663
Saint-Genès, Puy-de-Dôme.
Tourmaline I. 97
Saint-Gengoux-le-National, Saône-et-Loire.
Bol I.488
Saint-Geniès-de-Varensal, Hérault.
Houille IV.659
Saint-Geniez, Basses-Alpes.
Rétinite IV.641
Saint-Genou, Indre.
Opale III.329
Saint-Georges (filon), Belfort.
Panabase II.730
Saint-Georges (filon), à Roure, Puy-de-Dôme.
Pyrite II.587
Saint-Georges-Châtelaison, Maine-et-Loire.
Résine fossite IV.641
Saint-Georges-de-Lusençon, Aveyron.
Gypse IV.174
Mélantérite IV.227
Saint-Georges-des-Hurtières, Savoie.
Aragonite III.690
Chalcopyrite II.685
Sidérite III.605
Saint-Georges-sur-Cher, Cher.
Limonite III.390
Ocre III.390
Saint-Georges-sur-Loire, Maine-et-Loire.
Houille IV.654
Saint-Germain, Haute-Loire.
Pyrite II.592
Saint-Germain, Gard.
Houille IV.658
Saint-Germain (forêt de), Seine-et-Oise.
Gypse IV.187
Saint-Germain-de-Calberte, Lozère.

Mispickel II.669
Stibine II.451
Saint-Germain-des-Prés, Maine-et-Loire.
Houille IV.654
Saint-Germain-du-Pinel, près Vitré, Ille-et-Vilaine.
Météorite V. 43
Saint-Germain-en-Laye, Seine-et-Oise.
Gypse IV.203
Saint-Germain-la-Poterie, Oise.
Sidérite III.621
Saint-Germain-le-Fouilloux, Mayenne.
Pyrite II.595
Saint-Germain-Lembron, Puy-de-D.
Christianite II.305
Saint-Germain-l'Herm, Puy-de-Dôme.
Quartz III. 74
Saint-Germain-l'Herm, route de Saint-Bonnet-le-Bourg, Puy-de-Dôme.
Almandin IV.727
Anthophyllite IV.784
Orthose II. 74
Saint-Gervais, Haute-Savoie.
Gypse IV.175
Jaspe III.154
Mirabilite IV.163
Saint-Gervais, Hérault.
Houille IV.659
Saint-Gervais, Tarn-et-Garonne.
Andalousite I. 39
Saint-Gervais-d'Auvergne, Puy-de-Dôme.
Blende IV.855
Houille IV.657
Saint-Gervazy (entre) et Saghat, Puy-de-Dôme.
Bauxite III.348
Saint-Gildas (entre la pointe), Pornic et la Bernerie, Loire-Inférieure.
Quartz III. 68
Saint-Gildas, Morbihan.
Chloritoïde I.368
Saint-Gildas-des-Bois, Loire-Infér.
Hématite III.279
Magnétite IV.335
Quartz III. 64
Saint-Girons, Ariège.
Or II.430
Stilbite II.320
Saint-Gobain, Aisne.
Pseudowollastonite I.624
Saint-Gravé, Morbihan.
Calcédoine III.138
Quartz III. 68
Saint-Guillerme (pont), au Freney, Isère.
Albite II.150
Saint-Haon, Haute-Loire.
Fluorine II.783
Saint-Héand, Loire.
Berthiérite II.694
Saint-Herblain, Loire-Inférieure.
Épidote I.138
Orthose II. 79
Prehnite I.270
Saint-Hilaire, Allier.
Bois silicifié III.157
Houille IV.657
Thélotite IV.646
Saint-Hilaire, près Fontaine-les-Châlon, Saône-et-Loire.
Calcite III.498
Saint-Hilaire-des-Noyers, en Nocé, E. de Bellême, Orne.
Calcédoine III.142
Saint-Hilaire-la-Croix, près de Combronde, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 81
Saint-Hippolyte-de-Caton, Gard.
Célestite IV.125
Saint-Hippolyte-du-Fort, Gard.

Gypse IV.174
Hydrozincite III.737
Pyrite II.608
Saint-Hippolyte-du-Fort (entre) et Lasalle, Gard.
Célestite IV.110
Saint-Honoré, Nièvre.
Saponite I.479
Saint-Honoré, Saône-et Loire.
Andalousite I. 49
Saint-Ilpize, Haute-Loire.
Actinote I.653
Olivine I.185
Stibine II.451
Saint-Innocent, en Brison, Savoie.
Calcédonite III.143
Saint-Ismier, près Grenoble, Isère.
Quartz III.114
Saint-Jacques, Hautes-Alpes.
Anthracite IV.650
Saint-Jacques, Loire-Inférieure.
Gigantolite I.521
Saint-Jacques-des-Blats, Cantal.
Calcite III.586
Saint-Jacut, Morbihan.
Alunite IV.142
Hématite III.265
Muscovite I.342
Saint-Jacut-de-la-Mer, Côtes-du-Nord.
Almandin I.242
Saint-Jean, Hautes-Alpes.
Anthracite IV.650
Saint-Jean, à Auxelles, Belfort.
Calcite III.558
Chalcopyrite II.684
Saint-Jean (fort), à Lyon, Rhône.
Tourmaline I. 99
Saint-Jean-Brévelay, Morbihan.
Chloritoïde I.369
Saint-Jean-d'Angély, Charente-Inférieure.
Gypse IV.178
Saint-Jean-de-Buèges, près de Saint-Martin-de-Londres, Hérault.
Mercure II.416
Saint-Jean-de-Côle, près Thiviers, Dordogne.
Confolensite I.482
Epsomite IV.902
Montmorillonite I.481
Saint-Jean-de-Donne (route du plateau de) à Saint-Simon, Cantal.
Bowlingite I.446
Saint-Jean-de-Gardonnenque. Voir **Saint-Jean-du-Gard**.
Saint-Jean-de-Garguier, Bouches-du-Rhône.
Gypse IV.192
Saint-Jean-de-la-Poterie, Morbihan.
Andalousite I. 46
Saint-Jean-de-Laur, Lot.
Quercyite IV.585
Saint-Jean-de-Lescure, Ariège.
Bauxite III.346
Saint-Jean-de-Ligoure, Haute-Vienne.
Hornblende I.687
Saint-Jean-de-Maruejols, Gard.
Asphalte IV.631
Gypse IV.192
Saint-Jean-de-Maurienne, Savoie.
Anhydrite IV. 44
Blende II.533
Fluorine II.789
Galène II.494
Gypse IV.175
Saint-Jean-de-Nay, Haute-Loire.
Apatite IV.390
Corindon III.243
Ferropicotite IV.309
Olivine I.178
Tourmaline I. 95

Saint-Jean-des-Ollières, près Billom, Puy-de-Dôme.
Mésotype II.270
Saint-Jean-de-Touslas, Rhône.
Houille IV.658
Saint Jean-d'Étreux, Jura.
Pyrite II.613
Saint-Jean-de-Valériscle, Gard.
Houille IV.658
Leverriérite I.470
Marcasite II.648
Saint-Jean-du-Bruel, près Nant, Aveyron.
Hydrozincite III.738
Lignite IV.662
Smithsonite III.631
Saint-Jean-du-Gard, Gard.
Chalcopyrite II.683
Dolomite III.654
Gypse IV.173
Psilomélane IV. 21
Saint-Jean-la-Chalm, Haute-Loire.
Hornblende I.678
Saint-Jean-le-Centenier, Ardèche.
Augite I.593
Chabasie II.328
Christianite II.304
Saint-Jean-Pied-de-Port, Basses-Pyrénées.
Ætite III.399
Augite I.609
Saint-Jeures, Haute-Loire.
Christianite II.305
Saint-Joseph (car. du petit), à Chantenay, Loire-Inférieure.
Blende II.542
Saint-Jouan, Basses-Pyrénées.
Sel gemme II.758
Saint-Jouin, Seine-Inférieure.
Calcédoine III.142
Saint-Juéry, Lozère,
Tourmaline I.81, 95
Saint-Julien, Jura.
Calcédoine III.143
Marcasite II.658
Saint-Julien-Chapteuil, Haute-Loire.
Cordiérite I.523
Piémontite I.155
Saint-Julien-de-Valgalgues, Gard.
Barytine IV. 72
Calcite III.560
Cérusite III.721
Fluorine II.790
Limonite III.375
Mélantérite IV.225
Pyrite II.584
Saint-Julien-de-Vouvantes (entre) et Erbray, Loire-Inférieure.
Pyrite II.594
Saint-Julien-du-Pin, Gard.
Pyrite II.584
Saint-Julien-du-Sault, Yonne.
Calcite III.509
Saint-Julien-Molin-Molette, Loire.
Blende II.532
Chalcopyrite II.684
Fluorine II.788
Galène II.486, 488
Pyrite II.588
Saint-Junien, Haute-Vienne.
Épidote I.142
Saint-Just, près Vienne, Isère.
Galène II.495
Saint-Just, Haute-Loire.
Pyrite II.592
Saint-Just-en-Chevalet, Loire.
Hornblende I.671
Saint-Kéréobret, en Saint-Fregant, Finistère.
Diopside I.604
Omphazite I.604

Saint-Lambert-la-Potherie, Maine-et-Loire.
Andalousite I. 47
Houille IV.654
Quartz III. 69
Saint-Lary, Ariège.
Béryl II. 22
Dipyre II.222, 230
Saint-Lary, Hautes-Pyrénées.
Scheelite IV.279
Trémolite I.650
Saint-Laurent, près Guéret, Creuse.
Tourmaline I. 97
Saint-Laurent (route de) à Montdardier, Gard.
Panabase II.726
Saint-Laurent, Saône-et-Loire.
Hornblende I.688
Saint-Laurent-d'Agny, Rhône.
Almandin I.251
Saint-Laurent-de-Céris, Charente.
Calcédoine III.141
Saint-Laurent-de-Chamousset (entre) et Sainte-Foy-l'Argentière, Rhône.
Fluorine IV.886
Quartz III. 94
Saint-Laurent-des-Arbres, Gard.
Bois silicifié III.158
Saint-Laurent-du-Var, Alpes-Maritimes.
Glauconie I.412
Saint-Laurent-du-Pape, Ardèche.
Barytine IV. 71
Saint-Laurent, en Einville, Meurthe-et-Moselle.
Sel gemme II.760
Saint-Laurent-la-Vernède, Gard.
Lignite IV.662
Saint-Laurent-le-Minier, Gard.
Blende II.539
Galène II.500
Hydrozincite II.737
Smithsonite III.631
Saint-Laurent-les-Bains, Ardèche.
Fluorine II.780
Saint-Laurent-les-Eglises, H.-Vienne.
Graphite II.359
Saint-Laurent-lès-Mâcon, Ain.
Limonite III.398
Saint-Laurs, Deux-Sèvres.
Houille IV.654
Saint-Léger (château de), en Charnay, près Mâcon, Saône-et-Loire.
Fibroferrite IV.242
Jarosite IV.145
Saint-Léger-sur-Dheune, Saône-et-Loire.
Gypse IV.174
Saint-Léon, Allier.
Biotite I.328
Orthose II.104
Ottrélite IV.739
Plagioclases II. 62
Psilomélane IV. 15
Saint-Léonard, Haute-Vienne.
Molybdite III. 9
Tourmaline I. 96
Voir **Puy-les-Vignes**.
Saint-Léonard (entre) et Limoges, Haute-Vienne.
Mispickel II.666
Saint-Lon, Landes.
Lignite IV.665
Résine fossile IV.643
Saint-Lothain, Jura.
Anhydrite IV. 44
Saint-Louis (col de), Aude.
Quartz III.111
Saint-Louis (filon). Voir **Baïgorry**.
Saint-Louis (filon), à Chalanches, Isère.
Chalcopyrite II.685

Saint-Louis (hôpital), Paris, Seine.
Sel gemme II.765
Saint-Loup (étang), près du lac d'Aydat, Puy-de-Dôme.
Randannite III.326
Saint-Maime, Basses-Alpes.
Quartz III. 44, 120
Saint-Maixent, Deux-Sèvres.
Colophanite IV.570
Fluorine II.793
Galène II.506
Saint-Malo, Ille-et-Vilaine.
Orthose II. 77
Pyrite II.616
Tourmaline I. 86
Saint-Mamet-la-Salvetat, Cantal.
Orthose II. 74
Saint-Mandrier, près Toulon, Var.
Barytine IV. 67
Saint-Marc, près Aix, Bouches-du-Rhône.
Barytine IV. 99
Pyrite II.607
Saint-Marc, Cantal.
Microcline II.125
Tourmaline I. 96
Saint-Marcel, Isère.
Limonite III.386
Saint-Marcel-d'Annonay, Ardèche.
Galène II.486
Saint-Marcel-de-Careiret, Gard.
Lignite IV.662
Saint-Mark (mine de), à Anzin, Nord.
Barytine IV. 79
Blende II.540
Pyrite II.597
Quartz III. 66
Saint-Mars-du-Désert, Loire-Infér.
Almandin I.245
Omphazite I.605
Saint-Martin, Ariège.
Orthose II. 80
Tourmaline I. 94
Saint-Martin (ruisseau de), Ariège.
Or II.429
Saint-Martin, à Auxelles, Belfort.
Chalcopyrite II.684
Saint-Martin, près Alais, Gard.
Blende II.530
Saint-Martin, près Ambert, Puy-de-Dôme.
Autunite IV.546
Saint-Martin, près le Plan de la Tour, Var.
Muscovite I.348
Saint-Martin-Belle-Roche, Saône-et-Loire.
Calcite III.492
Saint-Martin-d'Arossa, Basses-Pyrénées.
Barytine IV. 71
Galène II.498
Sidérite III.602
Stibine II.450
Saint-Martin-de-Bobaux, Lozère.
Mispickel II.669
Saint-Martin-de-Castillon, Vaucluse.
Lignite IV.664
Saint-Martin-de-Cornas, Rhône.
Houille IV.658
Saint-Martin-de-Fenouilla, Pyrénées-Orientales.
Béryl II. 16
Biotite I.320
Muscovite I.345
Saint-Martin-de-Fressengeas, Dordogne.
Barytine IV. 71
Gœthite III.352
Psilomélane IV. 19
Quartz améthyste III. 76

Saint-Martin-de-Fugères, Haute-Loire.
Pétrole IV.632
Saint-Martin-de-la-Rivière, Vienne.
Calcite III.486
Saint-Martin-de-Pallières, Gard.
Pyrite II.583
Saint-Martin-de-Senozan. Voir **Saint-Martin-Belle-Roche**.
Saint-Martin-de-Thiviers, près Nontron, Dordogne.
Halloysite I.477
Psilomélane IV. 19
Saint-Martin-de-Valgalgues, Gard.
Houille IV.658
Pyrite II.584
Saint-Martin-du-Puy, Nièvre.
Gigantolite I.527
Saint-Martin-du-Tertre, Seine-et-Oise.
Muscovite I.353
Saint-Martin-Labouval, Lot.
Quercyite IV.584
Saint-Martin-la-Plaine, Loire.
Or II.421, 431
Saint-Martin-la-Sauveté, Loire.
Arsenic II.582
Fluorine II.788
Galène II.489
Saint-Martin-le-Pin, près Nontron, Dordogne.
Greénockite II.547
Saint-Martin-sur-Ocre, Yonne.
Colophanite IV.572
Saint-Martin-Valmeroux (montée de), Cantal.
Hypersthène I.560
Saint-Mary-le-Plain, Cantal.
Actinote I.653
Mispickel II.669
Sidérite III.612
Stibine II.452
Tourmaline I. 96
Saint-Maudez, près Baud, Morbihan.
Calcédonite III.138
Cérusite III.708
Galène II.482
Limonite III.380
Pyromorphite III.400
Saint-Maurice-de-Confolens, Char.
Calcite III.577
Saint-Maurice-le-Girard, sur la route de la Caillère, Vendée.
Graphite II.358
Saint-Maurice-le-Vieil, Yonne.
Colophanite IV.572
Saint-Maxime, Var.
Anorthite II.202
Tourmaline I.101
Saint-Maximin, Gard.
Quercyite IV.585
Saint-Médard, Côte-d'Or.
Limonite III.396
Saint-Même, Charente.
Gypse IV.200
Saint-Menges, Ardennes.
Colophanite IV.569
Houille IV.659
Saint-Mesmin, Aube.
Chromite (*Météorite*) IV.314
Clinoenstatite IV.766
Olivine (*Météorite*) I.192
Saint-Meyras, Loire.
Pyrite II.588
Saint-Micaud, près le Mont-Saint-Vincent, Saône-et-Loire.
Microcline II.126
Orthose II.75, 83
Saint-Michel (mine), à Baigorry, Basses-Pyrénées.
Cuivre natif II.401, 724

Saint-Michel (rocher), près le Puy, Haute-Loire
Almandin I.248
Andésine II.179
Cordiérite I.523
Disthène I. 72
Hypersthène I.566
Sillimanite I. 56
Saint-Michel (Mont), Manche.
Tourmaline I. 85
Saint-Michel, près du Fraysse, Tarn.
Manganite III.358
Saint-Michel-de-Plélan, Côtes-du-Nord.
Muscovite I.341
Saint-Mihiel (entre) et Toul, Meurthe-et-Moselle.
Microcline IV.819
Saint-Mitre, Bouches-du-Rhône.
Gypse IV.192
Sel gemme II.766
Saint-Nabord, Vosges.
Fluorine II.786
Muscovite palmée I.348
Orthose II. 83
Tourmaline I.100
Saint-Nazaire, Loire-Inférieure.
Magnétite IV.334
Mélilite I.495
Microcline II.122
Muscovite I.343
Oligoclase II.174
Orthose II. 79
Pyrrhotite II.570
Sillimanite I. 54
Saint-Néboule, Lot.
Quercyite IV.584
Saint-Nectaire, Puy-de-Dôme.
Ankérite III.663
Aragonite III.682
Calcite III.542
Forchérite III.323
Orpiment II.446
Opale II.446; III.323; V. 50
Pyrite II.628
Saint-Nérée (chalets), vallée de Ferrère, Haute-Barousse, Hautes-Pyrénées.
Andalousite I.41, 48
Sillimanite I. 59
Saint-Nicolas (filon de), Belfort.
Panabase II.730
Saint-Nicolas (douves), à Nantes, Loire-Inférieure.
Andalousite I. 33
Quartz III. 65
Saint-Nicolas, Meurthe-et-Moselle.
Sel gemme II.760
Saint-Nicolas, Morbihan.
Staurotide I. 8
Saint-Nicolas-sur-Blavet, Morbihan.
Tourmaline I. 87
Saint-Omer, en Blain, Loire-Inférieure.
Magnésite I.460
Saint-Ouen, Seine.
Ménilite III.332
Opale nectique III.334
Saint-Ours, Puy-de-Dôme.
Fibrolite I. 57
Sillimanite IV.679
Saint-Pancrasse, en Mouthoumet, Aude.
Chalcopyrite II.682
Chalcosite II.514
Érubescite II.675
Galène II.483
Saint-Pancré, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.395
Saint-Pandelon, Landes.
Anhydrite IV. 41

Aragonite III.671
Épidote I.152
Giobertite III.591
Glauconie I.413
Gypse IV.172
Polyhalite IV.252
Pyrite II.619
Quartz III.110
Sel gemme II.756

Saint-Pardoux, près Nontron, Dordogne.
Nontronite I.490

Saint-Pardoux, Puy-de-Dôme.
Orthose ? II. 86
Wolfram IV.288

Saint-Parres-aux-Tertres, Aube.
Marcasite II.657

Saint-Parthem, Aveyron.
Graphite II.358

Saint-Paul (chapelle), Ariège.
Dipyre II.226

Saint-Paterne, Sarthe.
Colophanite IV.575

Saint-Paul (puits), au Creusot, Saône-et-Loire.
Pyrite II.604

Saint-Paul-de-Fenouillet, Pyrénées-Orientales.
Dipyre II.227
Orthose II.104

Saint-Paul-des-Fonds, Aveyron.
Mercure II.416

Saint-Paul-d'Eyjeaux, Haute-Vienne.
Pyromorphite IV.401

Saint-Paul-en-Jarret, Loire.
Andalousite I. 40
Disthène I. 72

Saint-Paulet-de-Caisson, Gard.
Lignite IV.662

Saint-Paul-la-Coste, Gard.
Stibine II.450

Saint-Paul-Trois-Châteaux, Drôme.
Calcite III.522
Colophanite IV.573

Saint-Pé-de-Bigorre, Hautes-Pyrén.
Galène II.482

Saint-Péray, Ardèche.
Pyrite II.584

Saint-Perdoux, Loire.
Houille IV.656

Saint-Perreux, près Redon, Ille-et-Vilaine.
Or II.428

Saint-Pezenne, près Niort, Deux-Sèvres.
Colophanite IV.571
Microcline IV.818

Saint-Philbert-de-Grand-Lieu, Loire-Inférieure.
Almandin I.245
Omphazite I.605
Rutile III.199
Zoïsite I.131

Saint-Pierre (filon), près les Cabanes, Ariège.
Limonite III.373
Sidérite III.602

Saint-Pierre (filon), à la mine d'Ar, Basses-Pyrénées.
Pyrrhotite II.569

Saint-Pierre (filon), Belfort.
Chalcopyrite II.684
Panabase II.730

Saint-Pierre (montagne), à Melle, Deux-Sèvres.
Galène II.482

Saint-Pierre-d'Allevard, Isère.
Ankérite III.661
Blende II.536
Bournonite II.708
Galène II.502
Mésitite III.596

Panabase II.732
Pyrite II.590
Sidérite III.605
Saint-Pierre-de-Belle-Ville (église de), Savoie.
Talc I.452
Saint-Pierre-de-Bœuf, Loire.
Galène II.486
Or II.433
Saint-Pierre-de-Mésage, près Vizille, Isère.
Ankérite III.661
Aragonite III.690
Bournonite II.707
Calcite III.539
Dolomite III.656
Panabase II.732
Pyrite II.589
Quartz III.101
Sidérite III.607
Saint-Pierre-de-Varennes, Saône-et-Loire.
Fluorine II.785
Tourmaline I.100
Saint-Pierre-Eynac, Haute-Loire.
Chabasie II.329
Mésotype II.267
Opale résinite III.336
Pyrite II.592
Sphène II.248
Saint-Pierre-la-Cour, Mayenne.
Houille IV.656
Lépidocrocite III.362
Limonite III.380
Sidérite III.601, 617
Saint-Pierre-le-Chastel (entre) et Bonnabaud, Puy-de-Dôme.
Wolfram IV.288
Saint-Pierre-Montlimart, Maine-et-Loire.
Mispickel II.667
Or II.421
Saint-Pol, près Wissant, Pas-de-Calais.
Marcasite II.655
Saint-Pol-de-Léon, Finistère.
Béryl II. 14
Fibrolite I. 54
Muscovite I.341
Tourmaline I. 86
Saint-Poncy, Cantal.
Actinote I.653
Asbeste I.657
Stibine II.453
Tourmaline I.81, 96
Saint-Pons, Tarn.
Andalousite I. 39
Saint-Préjet (haute vallée de), Cantal.
Hypersthène I.560
Olivine I.185
Saint-Préjet-Armandon, Haute-Loire.
Actinote I.657
Gédrite I.639; IV.784
Saint-Priest, Ardèche.
Calcite III.565
Limonite III.384
Sidérite III.621
Saint-Priest (entre) et Privas, Ardèche.
Pyrite II.612
Saint-Priest (entre) et la Fouillouse, Loire.
Staurotide I. 14
Saint-Priest-Ligoure, Haute-Vienne.
Stibine II.453
Saint-Privat-d'Allier, Haute-Loire.
Almandin I.248
Apatite IV.383
Augite I.593
Muscovite I.345
Orthose II. 80
Tourmaline I. 95

Saint-Privat-de-Vallongue, Lozère.
Mispickel II.669
Saint-Prix, Seine-et-Oise.
Sel gemme II.765
Saint-Prix-sous-Beuvray, Saône-et-Loire.
Barytine IV. 62
Cérusite III.714
Fluorine II.789
Galène II.490
Mispickel II.670
Oligoclase-Andésine II.171
Prixite IV.534
Pyrite IV.859
Saint-Projet, Cantal.
Aragonite III.692
Sphérosidérite III.615
Saint-Quentin, Aisne.
Marcasite II.659
Saint-Quentin-Fallavier, Isère.
Calcite III.485
Limonite III.386
Saint-Rambert-en-Bugey, Ain.
Célestite IV.115
Pyrite II.608
Saint-Raphaël, Var.
Orthose II. 94
Plagioclases II. 57
Quartz V. 61
Saint-Raphaël (entre) et Agay, Var.
Andésine II.180
Hornblende I.671
Saint-Rieul, Côtes-du-Nord.
Kaolin I.465
Muscovite I.341
Saint-Romain, près Fismes, Marne.
Calcédoine III.142
Saint-Romain (le puy), Puy-de-Dôme.
Barytine IV.102
Calcite III.519
Gypse IV.191
Ménilite III.337
Saint-Romain, Saône-et-Loire.
Rutile IV.895
Saint-Romain-de-Roche, Jura.
Blende II.541
Saint-Romain-en-Gier, Rhône.
Houille IV.658
Saint-Roman, Gard.
Pyrite II.586
Saint-Romans-de-Tousque, en Moissac, Lozère.
Magnétite IV.332
Sidérite III.604
Saint-Sandoux (puy de) ou de Barneire, Puy-de-Dôme.
Ænigmatite I.710
Analcime II.284
Augite titanifère I.596
Christianite II.306
Corindon III.242
Delessite I.396
Hydronéphélite II.262
Ilménite III.292
Mésotype II.270
Néphéline I.500
Orthose II.102
Plagioclase II. 45
Rhönite IV.802
Sodalite I.507
Saint-Santin, Aveyron.
Houille IV.658
Saint-Santin-Cantalès, Cantal.
Or II.421
Saint-Saturnin, près le château de Margas, Maine-et-Loire.
Résine fossile IV.641
Saint-Saturnin, Puy-de-Dôme.
Barytine IV.82, 85
Randannite III.328

Vivianite IV.460
Saint-Saulve, Nord.
Houille IV.655
Saint-Sauves, Puy-de-Dôme.
Stibine II.454
Saint-Sauveur, Basses-Pyrénées.
Soufre II.369
Saint-Sauveur (entre) et Riotort, Loire.
Pyrite II.588
Saint-Sauveur, près les Moulins, Lozère.
Greénockite IV.856
Saint-Sauveur-en-Rue, Loire.
Cordiérite I.526
Saint-Sauveur-des-Pourcils, Gard.
Cérusite III.709
Galène II.484 ; IV.851
Smithsonite III.636
Saint-Savournin, à Valdonne, Bouches-du-Rhône.
Lignite IV.663
Saint-Sébastien-d'Aigrefeuille. Voir **Carnoulès**.
Saint-Sernin, sur le Salat, Ariège.
Or II.430
Orthose II. 80
Tourmaline I. 91
Saint-Servan, Ille-et-Vilaine.
Tourmaline I. 86
Saint-Servant, Morbihan.
Cassitérite III.234
Saint-Sever (forêt de), Calvados.
Tourmaline I. 85
Saint-Sever, Landes.
Lenzinite I.474, 482
Séverite I.479
Saint-Similian (place), à Nantes, Loire-Inférieure.
Psilomélane IV. 20
Saint-Simon (route de) au plateau de Saint-Jean-de-Doune, Cantal.
Bowlingite I.446
Saint-Sirac. Voir **Saint-Cirac**.
Saint-Sorlin, Saône-et-Loire.
Calcédoine III.147
Calcite III.491
Orthose II. 75
Saint-Sournin, près Châtillon-sur-Indre.
Limonite III.394
Saint-Sulpice-en-Trèves, Gard.
Lignite IV.662
Saint-Sulpice-le-Gueretois, Creuse.
Tourmaline I. 97
Saint-Sylvestre, Haute-Vienne.
Béryl IV.805
Orthose II. 80
Topaze IV.682
Saint-Symphorien-de-Lay, près Roanne, Loire.
Résine fossile IV.640
Saint-Symphorien-de-Marmagne, Saône-et-Loire.
Almandin I.251
Autunite IV.546
Béryl II. 20
Muscovite I.347
Tourmaline I.100
Saint-Symphorien-d'Ozon, Isère.
Almandin I.252
Disthène I. 73
Muscovite I.348
Saint-Théodorit, Gard.
Célestite IV.117
Saint-Théoffrey, Isère.
Anthracite IV.650
Sidérite III.606
Saint-Thurin, Loire.
Galène II.489
Saint-Vaast-la-Hougue, Manche.

Barytine IV. 79
Graphite II.363

Saint-Valentin, Yonne.
Barytine IV. 98

Saint-Valentin (église), à Avallon, Yonne.
Sidérite III.621

Saint-Valery-en-Caux, Seine-Inférieure.
Calcédoine III.142

Saint-Vallier, Drôme.
Dolomite III.658

Saint-Véran, Hautes-Alpes.
Crossite IV.800
Cuivre II.403
Érubescite II.676
Glaucophane IV.800
Lawsonite IV.704

Saint-Viaud, Loire-Inférieure.
Microcline IV.817
Sphène II.251

Saint-Victeur, Sarthe.
Bavalite I.401

Saint-Victor, Isère.
Lignite IV.664

Saint-Victor, Var.
Lignite IV.663

Saint-Victor-des-Oules, Gard.
Bois silicifié III.158

Saint-Vigor-le-Grand, Calvados.
Colophanite IV.570

Saint-Vincent (Mont), Saône-et-Loire.
Hornblende I.688
Sillimanite I. 58

Saint-Vincent, en Saint-Laurent-d'Agny, Rhône.
Almandin I.251

Saint-Vincent-de-Durfort, Ardèche.
Mispickel II.669

Saint-Vincent-Sterlange, Vendée.
Calcite III.478

Saint-Yrieix (route de) à Combressol, Corrèze.
Tourmaline I.81, 96

Saint-Yrieix (entre) et Coussac-Bonneval, Haute-Vienne.
Mispickel II.669

Saint-Yrieix-la-Perche, H.-Vienne.
Albite II.144
Autunite IV.546
Kaolin I.466
Magnétite IV.336
Microcline II.124
Orthose II. 82
Quartz III. 93
Rutile III.200
Vivianite IV.460
Zoïsite IV.708

Saint-Yrieix-le-Déjalat, Corrèze.
Tourmaline I. 96

Saint-Yvoine, près Four-la-Brouque, Puy-de-Dôme.
Orthose II. 86

Sainte-Anne, en Saint-Pol, Finistère.
Béryl II. 14

Sainte-Anne, Haute-Loire.
Apatite IV.390
Augite I.593
Disthène I. 72
Hornblende I.678
Ilménite III.291
Titanomagnétite IV.324

Sainte-Anne-de-Taulhac, Haute-Loire.
Hornblende I.678

Sainte-Barbe, à Auxelles, Belfort.
Chalcopyrite II.684
Fluorine IV.888

Sainte-Barbe (île), Rhône.
Tourmaline I. 99

Sainte-Brigitte, Morbihan.
Andalousite I. 41
Bavalite I.400
Hématite III.279
Limonite III.379
Magnétite IV.339
Sainte-Catherine (côte), près Rouen, Seine-Inférieure.
Glauconie I.412
Sainte-Catherine, en Riverie, Rhône.
Laumontite III.342
Sainte-Cécile, à Ally, Haute-Loire.
Bournonite IV.874
Sainte-Colombe. Voir **Sainte-Colome**.
Sainte-Colombe, Rhône.
Or II.433
Sainte-Colombe-sur-l'Hers, Aude.
Jayet IV.663
Lignite IV.663
Sainte-Colome, Basses-Pyrénées.
Rutile III.203
Tourmaline I.106
Sainte-Croix, à Lauze, Basses-Alpes.
Rétinite IV.641
Sainte-Croix-aux-Mines, Vosges.
Ankérite III.661
Calcite III.557
Cérusite III.717
Chessylite III.772
Dolomite III.655
Galène V. 30
Sainte-Elisabeth (filon de). Voir **Baïgorry**.
Sainte-Foy, Rhône.
Tourmaline I. 99
Sainte-Eugénie, près Narbonne, Aude.
Gypse IV.173
Sainte-Eugénie (puits), à Blanzy, Saône-et-Loire.
Pétrole IV.632
Sainte-Fauste, Indre.
Limonite III.394
Sainte-Féréole, près Brive, Corrèze.
Biotite I.320
Muscovite I.346
Sainte-Foy, Savoie.
Asbeste I.659
Sainte-Foy, Tarn-et-Garonne.
Gypse IV.191
Sainte-Foy-l'Argentière, Rhône.
Cérusite III.714
Cordiérite altérée I.526
Houille IV.658
Sainte-Foy-l'Argentière (entre) et Saint-Laurent-de-Chamousset, Rhône.
Fluorine IV.886
Quartz III. 94
Sainte-Gemme-d'Andigné (pont du chemin de fer), près Segré, Maine-et-Loire.
Ripidolite I.391
Sainte-Geneviève (église), Paris, Seine.
Brushite IV.495
Sainte-Honorine-des-Pertes, Calvados.
Calcite III.485
Sainte-Lucie, S. E. gare de Bastia, Corse.
Aragonite III.681
Sainte-Marguerite, Ardèche.
Galène II.485
Sainte-Marguerite, Gard.
Orthose II. 85
Sainte-Marguerite, Haute-Loire.
Fluorine II.783
Sainte-Marguerite, Puy-de-Dôme.
Gypse IV.191
Sainte-Marie, Ardennes.
Colophanite IV.573

Sainte-Marie, Aude.
Panabase II.726
Sainte-Marie (filon). Voir **Baïgorry**.
Sainte-Marie (côte), près Pornic, Loire-Inférieure.
Graphite II.357
Helminthe I.391
Ilménite III.295
Orthose II.108
Quartz III. 68
Sainte-Marie, près Aiguillon, Tarn-et-Garonne.
Calcite III.522
Sainte-Marie-aux-Fouilly (mine de) sur l'Arve, amont du pont Sainte-Marie, Haute-Savoie.
Bournonite II.706; IV.875
Chalcopyrite II.685
Galène II.492
Graphite II.359
Panabase II.730
Pyrite II.588
Sainte-Marie-de-Servoz, Haute-Savoie.
Albite IV.820
Sainte-Marthe (filon). Voir **Baïgorry**.
Sainte-Maxime, Var.
Almandin I.252
Sainte-Ménehould, Marne.
Colophanite IV.573
Sainte-Mitre, Bouches-du-Rhône.
Gypse IV.192
Sel gemme II.766
Sainte-Radegonde, près Apt, Vaucluse.
Célestite IV.125
Gypse IV.192
Sainte-Rostagne, Basses-Alpes.
Lignite IV.664
Sainte-Sabine, Côte-d'Or.
Fluorine II.793
Galène II.506
Sainte-Sabine, Dordogne.
Célestite IV.124
Gypse IV.190
Quartz III.120
Sainte-Sabine, Vosges.
Pyrope I.239
Sainte-Suzanne, près Orthez, Basses-Pyrénées.
Asphalte IV.633
Bitume II.758
Rétinite IV.641
Sainte-Suzanne, Mayenne.
Almandin I.245
Sainte-Tanoque, en Lercoul, Ariège.
Bronzite I.549
Sainte-Valdrée, Meurthe-et-Moselle.
Sel gemme II.760
Sainte-Valérie (car. de), près Coussac, Haute-Vienne.
Kaolin I.466
Sainte-Valière, Aude.
Lignite IV.663
Saintes, Charente-Inférieure.
Calcédoine III.148
Orbicules siliceux III.148
Sainzelle. Voir **Sinzelle**.
Saison (rivière du), près Mauléon, Basses-Pyrénées.
Dipyre II.219
Saladi (source), entre les Martres-de-Veyre et Sainte-Marguerite, Puy-de-Dôme.
Aragonite III.683
Salat (rivière du), Ariège.
Or II.430
Salat (vallée du), Ariège.
Colophanite IV.568
Galène II.483
Salat (entre la vallée du) et l'Ariège, Ariège.

Muscovite I.344
Salau (port de), Ariège.
Quartz III.108
Salazac, Gard.
Colophanite IV.573
Sal-Bas, près Saint-Mary, Cantal.
Almandin IV.727
Andalousite IV.677
Muscovite I.345
Tourmaline I. 96
Salbert (montagne du), près Belfort, Belfort.
Hématite III.276
Saléchan, Hautes-Pyrénées.
Sidérite III.611
Salé d'Arbonne (lac), Savoie.
Hématite III.280
Saleix (port de), haute vallée d'Aulus, Ariège.
Andalousite I. 48
Augite I.586
Chabasie II.333
Chondrodite IV.707
Dipyre II.214, 224, 230
Graphite II.362
Grossulaire I.224
Hornblende I.666, 672
Humite IV.707
Idocrase I.165
Labrador II.187
Muscovite I.350
Pléonaste IV.302
Spinelle IV.302
Trémolite I.650
Wollastonite I.621
Zoïsite II.224
Saleix (vallée de), Ariège.
Axinite I.293
Chabasie II.333
Idocrase I.165
Salelles, près les Vans, Ardèche.
Calcite III.475
Salency (bois de), près Noyon, Oise.
Calcite III.545
Salève, Gard.
Calcédoine III.147
Salève (le), près Monetier, Haute-Savoie.
Calcédoine III.148
Calcite III.506
Fluorine II.793
Glauconie I.411
Orbicules siliceux III.148
Quartz III.117
Salies-de-Béarn, Basses-Pyrénées.
Sel gemme II.757
Soufre II.373
Salies-du-Salat, Haute-Garonne.
Anhydrite IV. 42
Dolomite III.646
Gypse IV.173
Pyrite II.622
Quartz III.111
Rétinite IV.642
Sel gemme II.759
Saligney, Jura.
Limonite III.385
Saligos, Hautes-Pyrénées.
Épidote I.140
Pyrrhotite II.570
Salinelles (entre) et Sommières, Gard.
Magnésite I.460
Ménilite III.336
Terre de Sommières I.460
Salins, près Mauriac, Cantal.
Gypse IV.191
Salins, Jura.
Célestite IV.111
Gypse IV.175
Mirabilite IV.162
Nitromagnésite III.414
Polyhalite IV.252

Pyrite II.607
Quartz III.112
Sel gemme II.762

Salins (anse des), près Vannes, Morbihan.
Anatase III.186
Biotite I.319
Cordiérite I.521
Gigantolite I.521
Ilménite III.293
Rutile III.198

Salins, près Moutiers, Savoie.
Anhydrite IV. 44
Rutile III.204
Source salée II.763

Salle (la), Gard.
Orthose II. 85

Salle-en-Beaumont (la), Isère.
Annabergite IV.465
Nickélite II.559

Sallefermouse, Ardèche.
Houille IV.659

Salles (les), Morbihan.
Andalousite I. 46

Salles, près Villefranche, Rhône.
Olivine (*Météorite*) I.192

Salles-de-Gagnières, Gard.
Aragonite III.680
Gypse IV.206
Houille IV.658
Pyrite II.598

Salles-de-Rohan, Morbihan.
Andalousite I. 44
Magnétite IV.339

Salles-du-Gardon (les), Gard.
Gypse IV.174

Salle-Verte (car. de la), à Saint-Clair, Loire-Inférieure.
Béryl II. 14
Gigantolite I.521
Muscovite I.342
Orthose II. 79
Quartz III. 52
Tourmaline I. 89

Salmiech, Aveyron.
Andalousite I.36, 40

Salsein, Ariège.
Dipyre II.223

Salsigne, Aude.
Limonite III.374
Pyrite II.581

Salut, en Bagnères-de-Bigorre, H^tes^-Pyrénées.
Pyrite II.612

Salvezines, Aude.
Muscovite I.345

Salvizinet (chemin de) à Sivain, Loire.
Pinguite I.490

Salz (source de la), près Sougraigne, Aude.
Quartz III.111
Source salée II.760

Salzuit, Haute-Loire.
Asbeste I.656

Sambourg, Yonne.
Limonite III.396

Samoëns, près du col de Golèze, Haute-Savoie.
Gypse IV.175

Samortens, vallée de Bethmale, Ariège.
Stilbite V. 87

Sanadoire (roche), Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Haüyne I.510
Hornblende I.682
Noséane I.510
Sphène II.248

Sancerre (entre) et Massay, Cher.
Limonite III.388

Sancoins, Cher.

Calcite III.481
Pyrite II.607
Sancy (pic du), Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Anomite I.326
Glace III. 7
Hématite III.262
Hyalite III.322
Plagioclases II. 61
Sanidine II.100
Zircon III.215
Sandaucourt, Vosges.
Colophanite IV.569
San-Gavino, Corse.
Anorthite, *Bytownite* II.196
Diallage I.590
Hypersthène I.559
San-Gavino (entre) et Levie, arrondissement de Sartène, Corse.
Hornblende I.672
Sauguis-Saint-Etienne, Basses-Pyrénées.
Olivine (*Météorite*) I.193
San-Léonardo (col de), haute vallée de Griscione, Corse.
Glaucophane I.705
San-Lorenzo, Corse.
Diallage I.590
Glaucophane I.707
Sannois, Seine-et-Oise.
Lutécite III.146
Sannon (vallée du), Meurthe-et-Moselle.
Gypse IV.174
San-Pietro-de-Toreta, Corse.
Magnétite IV.321
San-Quilico, Corse.
Chalcopyrite II.686
Panabase II.733
Sansac, Cantal.
Tourmaline I. 96
Sant-Agostino, Corse.
Diallage I.590
Glaucophane I.707
Plagioclase II. 43
Santa-Lucia-de-Tallano, Corse.
Anorthite II.196
Bytownite II.196
Diallage I.590
Hornblende I.672
Plagioclase II. 37
Santa-Maria-di-Lota, Corse.
Glaucophane I.705
Santa-Maria-di-Poggo, près de Cervione, Corse.
Glaucophane I.705
Lawsonite IV.704
Santec, près Saint-Pol-de-Léon, Finistère.
Muscovite palmée I.342
Santenay, Loir-et-Cher.
Limonite III.393
Saphor, en Faucogney, Haute-Saône.
Hématite III.269
Sapt (le), Haute-Loire.
Antigorite I.427
Sarcouy (puy de), Puy-de-Dôme.
Hématite III.262
Hyalite III.322
Hypersthène I.564
Sanidine II.101
Sphène II.248
Tridymite III.167
Sarelaise, près Castres, Tarn.
Gypse IV.191
Sarladais, Dordogne.
Résine fossile IV.642
Sarlan, S.-O. d'Yronde, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 83
Sarliève, près Clermont, Puy-de-Dôme.

Vivianite IV.460
Sarrancolin, Hautes-Pyrénées.
Aragonite III.680
Sarrans (mont), près de Crémant, Marne.
Or II.437
Sarrat-Magre, Pyrénées-Orientales.
Limonite III.373
Sidérite III.608
Sarrazin (mine de), près N.-D. Charmeix, Savoie.
Galène II.494
Sarrenne (torrent de), Isère.
Quartz III. 80
Sarrouyès (pic de), Haute-Garonne.
Prehnite I.273
Thomsonite II.260
Trémolite I.649
Sartelle (ferme de la), entre Mouzon et Beaumont-en-Argonne, Arden.
Gypse IV.202
Sartène, Corse.
Anorthite, *Bytownite* II.196
Hypersthène I.559
Sarzeau, Morbihan.
Galène II.482
Sassenage, Isère.
Glauconie I.411
Sasseynies, Nord.
Colophanite IV.573
Sau (puy de la), Puy-de-Dôme.
Calcédoine III.140
Saucé (chalets de la), Haute-Savoie.
Brewsterite II.296
Sauffrignac, Charente.
Limonite III.394
Saugère, en Servant, Puy-de-Dôme.
Rutile III.200
Saugues, Haute-Loire.
Orthose II. 74
Sauilly, Yonne.
Limonite III.389
Ocre III.389
Saulcy-sur-Meurthe, Vosges.
Ankérite III,660
Dolomite III.655
Saulieu, Côte-d'Or.
Orthose IV.814
Pinite I.529
Pyrite II.613
Saulnes, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385
Saulniac, Morbihan.
Tourmaline I. 87
Saulnot, Haute-Saône.
Hématite III.269
Saulx-les-Chartreux, près Palaiseau, Seine-et-Oise.
Psilomélane IV. 18
Saumail, Tarn.
Tourmaline I. 95
Saumane, Gard.
Chalcopyrite II.683
Saurette, près Apt, Vaucluse.
Olivine (*Météorite*) I.192
Saurier, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 61
Galène II.488
Saussaz-Châtelard, Savoie.
Anthracite IV.650
Saussemesnil, près Valogne, Manche.
Kaolin I.465
Saut-de-Lègue (le), en Viviers, Ardèche.
Colophanite IV.573
Saut-du-Tarn (forge du), Tarn.
Tridymite III.167
Saut-le-Cerf (le), près Épinal, Vosges.
Célestite IV.110
Sautron, Loire-Inférieure.
Hornblende I.686
Muscovite I.343

Tourmaline I. 89
Sauvages, près Alais, Gard.
Calcédoine III.148
Orbicules siliceux III.148
Sauvagnat, près Herment, Puy-de-Dôme.
Fluorine IV.886
Sauve, Gard.
Célestite IV.117
Sauveterre-de-Béarn, Basses-Pyrénées.
Sel gemme II.757
Sauvette (mont), près Collobrières, Var.
Hématite III.268
Magnétite I.337
Sauviat, près Courpières, Puy-de-Dôme.
Quartz III. 93
Sauxais, près Poitiers, Vienne.
Fluorine II.792
Galène II.505
Smithsonite III.631
Sauxillanges, Puy-de-Dôme.
Chessylite III.771
Sauzet (bois de pins entre le col du) et le sommet 692, Loire.
Staurotide I. 14
Savennes, Puy-de-Dôme.
Biotite I.333
Calcite III.449
Graphite II.360
Prehnite I.273
Savennières, Maine-et-Loire.
Actinote I.655
Vivianite IV.459
Savignac, près Ax, Ariège.
Andalousite I.34, 39
Cordiérite I.530
Laumontite III.342
Staurotide I. 13
Stilbite II.318
Tourmaline I. 94
Savigny, Rhône.
Chalcopyrite II.684
Scaër, Finistère.
Staurotide I. 6
Topaze I. 62
Scalla della Speloncata, rive droite de la rivière de Porto, Corse.
Riebeckite I.696
Scheenmütte, près Auxelles, Belfort.
Chalcopyrite II.684
Scorbes (mine de las), près Maisons, Aude.
Stibine II.450
Valentinite III. 21
Séchilienne, Isère.
Blende II.536
Chalcopyrite II.685
Galène II.494
Seculéjo (lac), vallée de Larboust, Haute-Garonne.
Andalousite I. 38
Staurotide I. 12
Sedan, Ardennes.
Calcédoine III.148
Orbicules siliceux III.148
Ségalassière (route de la) à Laroquebrou, Cantal.
Calcite III.570
Microcline II.125
Séguelas, Ariège.
Psilomélane IV. 18
Ségur, Aude.
Houille IV.659
Ségur-sur-Vézère, près Pompadour, Corrèze.
Cassitérite III.230
Stibine II.453
Seignau, Ariège.
Orthose II. 80

Tourmaline I. 91
Seigne, route de la Croix de Leyrat, près Tulle, Corrèze.
Magnétite IV.335
Seignelay, Yonne.
Gypse IV.202
Seillon (forêt de), près Bourg, Ain.
Vivianite IV.461
Seillon (grotte de), à Salève, Haute-Savoie.
Calcite III.506
Seinie (car. de la), Haute-Vienne.
Orthose II. 82
Seix, en Leychert, Ariège.
Actinote I.650
Dipyre II.223
Orthose II.105
Phlogopite I.329
Pyrrhotite I.564
Trémolite I.650
Selle (vallée de la), près de Saint-Christophe-en-Oisans, Isère.
Épidote I.149
Prehnite I.274
Ripidolite I.392
Selle (la), Saône-et-Loire.
Fluorine II.785
Selle Bruère. Voir **Celle Bruère.**
Sem. Voir **Rancié.**
Sem (vallée de), Ariège.
Andalousite I. 35
Bronzite I.549
Hornblende I.666, 675
Olivine I.183
Picotite IV.307
Pyroxène I.545
Sem (entre) et Lercoul, Ariège.
Dipyre II.226
Sem (butte de), près Donges, Loire-Inférieure.
Quartz III. 58
Semur, Côte-d'Or.
Anglésite IV.138
Colophanite IV.565, 570
Galène II.506
Pinite I.529
Séné (anse de), près Vannes, Morbihan.
Ilménite III.273
Rutile III.198
Sénéchas, Gard.
Houille IV.658
Senepi, Isère.
Bournonite II.708
Sengouagnet (route de) à Portet, Haute-Garonne.
Dipyre II.222
Stilbite II.319
Senones (vallée de), Vosges.
Sphène II.245
Sénouire (la), affluent de l'Allier, Haute-Loire.
Fibrolite IV.679
Sens, Yonne.
Calcédoine III.142
Calcite III.509
Sentein, Ariège.
Andalousite I. 48
Asbeste I.660
Blende II.530
Calamine I.22 ; IV.676
Cérusite III.708
Galène II.498
Greénockite II.857
Hydrozincite III.737
Smithsonite III.636
Sentenac, Ariège.
Trémolite I.650
Sentenac (chemin de) au col de Quorre, Ariège.
Almandin I.247
Dipyre II.223

Phlogopite I.329
Sillimanite I. 55
Sentien. Voir **Sentein.**
Sept-Hommes (pic des), massif du Canigou, Pyrénées-Orientales.
Tourmaline I. 94
Sept lacs (montagne des), près des Grandes Rousses, Isère.
Ripidolite I.393
Serclier (chemin de) à Néris, Allier.
Fluorine II.784
Sérent, Morbihan.
Cassitérite III.234
Sériers, Cantal.
Labrador II.189
Plagioclases II.57, 59
Sérifontaine, près Beauvais, Oise.
Silex III.151
Sermano, Corse.
Diallage I.590
Glaucophane I.707
Sermentizon, Puy-de-Dôme.
Pinite I.529
Serqueux, Seine-Inférieure.
Sidérite III.621
Serre (col de), en Saint-Theoffrey, Isère.
Pyrite II.613
Serre (massif de la), Jura.
Calcite III.494
Serre-d'Azet, Hautes-Pyrénées.
Dialogite III.625
Rhodonite I.632
Serre-de-Pouzac (route de la) à Bagnères, Hautes-Pyrénées.
Albite II.160
Barkévicite I.671
Leuchtenbergite I.384
Serre-des-diamants (la), Drôme.
Quartz III.114
Serre-des-Moulières (la), N. E. de Dôle, Jura.
Almandin I.251
Fluorine II.793
Serreing, en Sentenac, Ariège.
Bastite I.425
Bowlingite I.446
Clinochlore I.381
Hornblende IV.789
Oligoclase-Albite II.173
Serre-Martin (couloir de), 2 kil. aval du Grand-Clot, Hautes-Alpes.
Épidote IV.710
Serres, Hautes-Alpes.
Barytine IV.101
Gypse IV.208
Servance (ballon de), Haute-Saône.
Hématite III.269
Orthose II. 75
Sphène II.245
Servant, Puy-de-Dôme.
Almandin I.249
Servas, près des Fumades, Gard.
Asphalte IV.631
Serviers-et-Labaume, Gard.
Lignite IV.662
Servillères, en Lanuéjols, Gard.
Lignite IV.662
Servissac, Haute-Loire.
Pyrite II.592
Servoz (mines de), Haute-Savoie.
Bournonite II.706; IV.875
Calcite III.475, 558
Chalcopyrite II.685
Panabase II.730
Pyrite II.588
Quartz III. 95
Sesque (col de), près des Eaux-Chaudes, Basses-Pyrénées.
Prehnite I.271
Sestrières (crête de), Basses-Alpes.
Quartz III.108

Seterie (la), Loire.
Staurotide I. 14
Seure (le), Charente-Inférieure.
Gypse IV.178
Séverac, Cantal.
Plagioclases II. 60
Sèvre (rivière de la), près de Gorge, Loire-Inférieure.
Vivianite IV.459
Sèvres, Seine-et-Oise.
Limonite III.395
Seynes, près les Vans, Ardèche.
Blende IV.855
Calcédoine III.141
Quartz III.112
Seyres. Voir **Seynes**.
Seyssel, Ain.
Asphalte IV.631
Quartz III.105
Seyssuel, près Vienne, Isère.
Fluorine II.789
Sidobre (le), près Castres, Tarn.
Calcite III.514
Siec (île de), près Roscoff, Finistère.
Almandin I.242
Muscovite palmée I.342
Sieste (col de), Basses-Pyrénées.
Pyrite II.620
Signy-l'Abbaye, Ardennes.
Opale III.329
Signy-le-Petit, Ardennes.
Limonite III.395
Sigonce, Basses-Alpes.
Lignite IV.664
Sillans, Var.
Bauxite III.347
Simiouse (mont), près Montbrison, Loire.
Chabasie II.331
Christianite II.307; IV.835
Offrétite II.338
Simorre, Gers.
Odontolite IV.578
Sincey-lès-Rouvray, Côte-d'Or.
Pinite I.529
Singles, Puy-de-Dôme.
Houille IV.657
Sinzette, Haute-Loire.
Almandin I.248
Apatite IV.390
Augite I.593
Corindon III.243
Ferropicotite IV.309
Hornblende I.678
Ilménite III.292
Sphène II.249
Titanomagnétite IV.324
Sionnière (la), en Saint-Herblain, Loire-Inférieure.
Tourmaline I. 89
Sioulet (rivière du), près de Pontgibaud, Puy-de-Dôme.
Quartz III. 93
Siran, Cantal.
Tourmaline I. 96
Sireuil, Charente.
Résine fossile IV.642
Sisco, Corse.
Biotite I.325
Sisteron, Basses-Alpes.
Calcite III.507
Rétinite IV.641
Sitre (la), Isère.
Magnétite IV.333
Sidérite III.606
Sivain (chemin de) à Salvizinet, près Feurs, Loire.
Pinguite I.490
Six-Fours (au N.), Var.
Sidérite III.620
Smarves, 8 kil. S. de Poitiers, Vienne.

Gypse IV.200
Smarves (entre) et Ligugé, Vienne.
Pyrite II.607
Snefontaine. Voir **Sérifontaine**.
Soblay, Ain.
Lignite IV.664
Sœurs (car. des), à Petit-Port, Loire-Inférieure.
Mispickel II.672
Sognes, en Laussonne, Haute-Loire.
Pétrole IV.632
Soissons, Aisne.
Marcasite II.659
Résine fossile IV.644
Solais, près Béganne, Morbihan.
Limonite III.372
Solesmes, Sarthe.
Anthracite IV.649
Calcite III.463
Solgat (filon du), à Giromagny, Belfort.
Chalcopyrite II.684
Galène II.491
Malachite III.747
Mispickel II.671
Solignac, rive gauche de la Briance, Haute-Vienne.
Orthose II. 82
Solignat, Puy-de-Dôme.
Ilménite III.292
Solliès-Toucas, Var.
Gypse IV.176
Sologne, Loir-et-Cher et Loiret.
Marcasite II.659
Solutré, Saône-et-Loire.
Brushite IV.493
Calcite III.491
Pyrite II.607
Silex III.151
Som-de-la-Pène-Blanque, Hautes-Pyrénées.
Grossulaire I.226
Idocrase I.167
Sommerviller, Meurthe-et-Moselle.
Sel gemme II.760
Sommet 692 (bois de pins entre le) et le col du Sauzet, Loire.
Staurotide I. 14
Sommières (entre) et Salinelle, Gard.
Magnésite I.460
Terre de Sommières I.460
Soquette, dans la Vallongue, gorge du Riverot d'Augirein, Ariège.
Panabase II.725
Sorbiers, Loire.
Houille IV.658
Sorbiers (entre) et Valfleury, Loire.
Tourmaline I. 98
Sorbonne (la), à Paris, Seine.
Fluorine IV.886
Quartz III.118
Sorderie (la), près Rocheservière, Vendée.
Orthose II. 73
Sordières, Savoie.
Anthracite IV.650
Sorel (mont). Voir **Alpe Sorrel**.
Soret (moulin de), vallée du Lez, Hérault.
Ferropicotite IV.309
Sost (vallée de), Hautes-Pyrénées.
Tourmaline I. 91
Sost (bains de), Hautes-Pyrénées.
Tourmaline I. 90
Soubeyran (montagne de), Drôme.
Quartz III.114
Souches (prairies de la), Ille-et-Vilaine.
Jaspe III.154
Soueix, sur le Salat, Ariège.
Or II.430

Soufflard (butte du mont), en Broyes, Oise.
Gypse IV.204
Soufre (roc du), au glacier de Gebroulaz, Savoie.
Fluorine II.793
Sougraigne, Aude.
Gypse IV.173
Source salée II.760
Souilhols, Tarn.
Tourmaline I. 95
Souiller. Voir **Soulier**.
Soulaire-et-Bourg, Maine-et-Loire.
Résine fossile IV.641
Soulan (massif de), Hautes-Pyrénées.
Andalousite I. 33
Soulatge, Aude.
Résine fossile IV.643
Soulayrac (pic de), Ariège.
Biotite I.320
Cordiérite I.522
Stéatite I.450
Soulier (le), en Savas, Ardèche.
Galène II.485
Soulier (entre le) et Janaillac, Creuse.
Wolfram IV.288
Soulier (le), Gard.
Limonite III.375
Pyrite II.584
Soum-de-Liar, près Cauterets, Hautes-Pyrénées.
Corindon III.245
Pinite I.530
Soumère (la), près Sentenac, Ariège.
Dipyre II.224
Sourcieux, Rhône.
Adulaire II.111
Chalcopyrite II.684
Pyrite II.581
Sourde (mine de la), Haute-Savoie.
Barytine IV. 64
Sourdeval (chemin de fer de) à Mortain, Manche.
Cordiérite I.520
Sourinée, route de la mine d'Ar, Basses-Pyrénées.
Pyrrhotite II.569
Soveria, Corse.
Chalcopyrite II.686
Panabase II.733
Soyons, Ardèche.
Limonite III.375
Marcasite II.647
Mélantérite IV.225
Pyrite II.584
Sparregueri, près la Roque d'Albère, Pyrénées-Orientales.
Chalcopyrite II.682
Érubescite II.675
Spernec, île de Groix, Morbihan.
Glaucophane I.703
Squiéry (val de), 4 kil. S. du village d'Oo, Haute-Garonne.
Collyrite I.487
Stérec (île de), Finistère.
Béryl II. 14
Suaux, Charente.
Limonite III.394
Subles, Calvados.
Pyrite II.606
Suc (vallée de), Ariège.
Bronzite I.549
Chabasie II.333
Dipyre II.225, 230
Graphite II.358
Hornblende I.675
Muscovite I.344
Olivine I.183
Picotite IV.307
Pyrope IV.726

Succaliac, Tarn-et-Garonne.
Gypse IV.171
Suchet (le), Alpes-Maritimes.
Gypse IV.176
Sulens (montagne de), Haute-Savoie.
Gypse IV.175
Sully, Saône-et-Loire.
Houille IV.657
Sumène, Gard.
Calcite III.496
Pyrite II.599
Sumène (pont de), près Saint-Victor-de-Malescours, Loire.
Tourmaline I. 98
Superbagnères (montagne de), près Luchon, Haute-Garonne.
Almandin I.247
Muscovite I.344
Staurotide I. 13
Tourmaline I. 90
Surain (puy de), Puy-de-Dôme.
Magnétite IV.329
Suresnes, Seine.
Barytine IV.102
Suriauville, Vosges.
Houille IV.659
Surlandes, près Jumeaux, Puy-de-Dôme.
Galène II.488
Surmoulin, Saône-et-Loire.
Thélotite IV.646
Sury-ès-Bois, Cher.
Colophanite IV.572
Sussac, Haute-Vienne.
Actinote I.653
Biotite I.333
Suzan, Ariège.
Bauxite III.346
Suze, en Marcheseuil, Côte-d'Or.
Orthose II. 93
Suze, près le Mans, Sarthe.
Calcédoine III.148
Orbicules siliceux III.148
Résine fossile IV.641
Suzy, Aisne.
Marcasite II.659
Sylvanès, Aveyron.
Chalcopyrite II.683
Sidérite III.611

T

Tabarly-de-Poulan, Tarn-et-Garonne.
Quercyite IV.585
Tabe (pic de), massif du Saint-Barthélémy, Ariège.
Orthose II. 80
Tourmaline I. 91
Tache (puy de la), Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Augite IV.769
Augite œgyrinique IV.769
Hématite Oligiste III.255
Magnétite IV.325, 329
Opale résinite III.324
Sanidine II.100
Sphène II.248; IV.822
Tacul (glacier du), Haute-Savoie.
Quartz III. 77
Tagnière (la), près Toulon-sur-Arroux, Saône-et-Loire.
Biotite I.322
Muscovite I.347
Quartz III. 54

Tourmaline I.100

Taillefer (massif du), Isère.
Épidote I.148
Zoïsite I.132

Taillefer, en Tortebesse, Puy-de-Dôme.
Mispickel II.669
Pyrite IV.859
Sidérite III.604
Sidéroplésite III.604

Tailly, Ardennes.
Limonite III.387

Talaudière-Chazotte (mines de la), Loire.
Houille IV.657

Tal d'Alos (du) au port de la Quorre, vallée de Bethmale, Ariège.
Graphite II.358

Talèfre (aiguille du), Massif du Mont-Blanc, Haute-Savoie.
Quartz III. 77
Ripidolite I.392

Talèfre (glacier de), Haute-Savoie.
Quartz III. 77
Ripidolite I.392

Talèfre (Jardin du glacier de), Haute-Savoie.
Adulaire II.111
Fluorine II.780
Molybdénite II.463
Quartz III. 77
Sphène II.239

Talézat, Cantal.
Hornblende I.678

Talhouët, en Baud, Morbihan.
Staurotide I. 8

Taliol (ruisseau de), E. de la Bastide de Sérou, Ariège.
Or II.429

Tallard, Hautes-Alpes.
Calcite III.494

Tamaris, près Alais, Gard.
Barytine V. 9
Calcite III.479
Dolomite III.653
Marcasite II.647

Tambour (source du), près le Puy Corent, Puy-de-Dôme.
Aragonite III.682
Barytine IV.82, 93
Calcite III.542
Pissasphalte IV.625
Pyrite II.628
Quartz III.102

Tamisiers (les), Vaucluse.
Limonite III.389

Tanaron, Basses-Alpes.
Gypse IV.176, 208

Tannière de l'Ours (mine de la), près Saint-Jean-de-Maurienne, Savoie.
Blende II.533
Fluorine II.789

Tapets (les), près Apt, Vaucluse.
Célestite IV.124
Gypse IV.192
Pétrole IV.630
Soufre II.374; IV.840

Taponnat-Fleurignac, Charente.
Limonite III.394

Tarascon, Ariège.
Muscovite I.344

Tarcenay, Doubs.
Pyrite II.608

Tardets-Sorholus, Basses-Pyrénées.
Quartz III.117

Tarentaise (la), Savoie.
Asbeste I.659
Quartz III. 79
Ripidolite I.392
Soufe II.373

Tareyre, Haute-Loire.
Apatite IV.390

Augite I.593
Fiorite III.322
Hornblende I.678
Hyalite III.322
Hypersthène I.566
Olivine I.188
Tarn (rivière du), Tarn.
Or II.431
Tarnos (tuilerie entre) et Bayonne, Basses-Pyrénées.
Vivianite IV.460
Tartaggine (vallée du), Corse.
Galène II.497
Tartaras, Loire.
Houille IV.658
Tartaret (le), Puy-de-Dôme.
Apatite IV.390
Tarzy, Ardennes.
Marcasite II.658
Tatihou (île de), Manche.
Barytine IV. 79
Taule (pont de la), près Seix, Ariège.
Dipyre II.223
Wavellite IV.527
Taulhac, près le Puy, Haute-Loire.
Ætite III.399
Almandin I.248
Aragonite III.691
Augite I.593
Corindon III.243
Disthène I. 72
Fiorite III.322
Ferropicotite IV.309
Hornblende I.678
Hyalite III.322
Ilménite III.292
Olivine I.179, 188
Sphène II.249
Titanomagnétite IV.324
Zircon III.212
Taulindac, en Baden, Morbihan.
Omphazite I.605
Taupe (la), Haute-Loire.
Houille IV.657
Taupert (le), Haute-Savoie.
Lignite IV.664
Taurignan, Ariège.
Bauxite III.346
Tauve (mine de), Puy-de-Dôme.
Pyrrhotite IV.859
Stibine II.454
Tauzal d'Escourgeat, Ariège.
Graphite II.358
Tavel, Gard.
Calcite III.505
Colophanite IV.564
Quercyite IV.585
Tavignano (rivière de), Corse.
Glaucophane I.707
Tech (rivière du), Pyrénées-Orientales.
Or II.430
Teilleul (le), Manche.
Anorthite (*Météorite*) II.200
Olivine (*Météorite*) I.193
Teix, Haute-Loire.
Barytine IV. 60
Téléné, Morbihan.
Almandin I.244
Tellier (puy de), près Issoire, Puy-de-Dôme.
Calcite III.585
Télots. Voir **Thélots** (les).
Temple (faubourg du), Paris, Seine.
Sel gemme II.765
Tenay, Ain.
Calcite III.502
Tence (route de), au Chambon, Haute-Loire.
Cordiérite I.523
Tendon (cascade de), Vosges.
Cordiérite I.527

Orthose II. 83
Tourmaline I.100

Tendron, en Ignol, Cher.
Limonite III.386

Tèpe (la), Savoie.
Talc I.452

Tercis, Landes.
Glauconie I.413

Térènes, en Plougasnou, Finistère.
Béryl II. 14
Wolfram IV.290

Termignon, Savoie.
Gypse IV.175

Ternant, Puy-de-Dôme.
Cordiérite I.524

Ternant (entre) et Chanat, Puy-de-Dôme.
Cymophane ? IV.346

Ternay, Isère.
Anthracite IV.650

Ternuay, Haute-Saône.
Galène II.491
Plagioclases II. 42

Terramesnil, Somme.
Colophanite IV.574

Terrasse (la), près Cussac, Haute-Loire.
Aragonite III.691

Terrefort (le), Ariège.
Bauxite III.346

Terre-Noire (col de), entre le lac Naguille et la coume de Deilla, Ariège.
Chabasie II.332
Laumontite III.343
Stilbite II.318

Terre-Noire, Loire.
Houille IV.657

Terres-Plaines, près Jausiers, Basses-Alpes.
Gypse IV.176

Terrisse (mines de), près Mas Cabardès, Aude.
Allophane IV.749
Mispickel IV.862

Terrisse (la), Cantal.
Plagioclases II. 62

Tertre (le), Morbihan.
Limonite III.380
Sidérite III.616

Tertre (le), en Dompierre-du-Chemin, Ille-et-Vilaine.
Mispickel IV.862

Tet (rivière de la), Pyrénées-Orientales.
Or II.430

Tête-à-l'Âne (montagne des Fiz), Haute-Savoie.
Quartz III.107

Tête-de-Cheval, galerie de la grotte de Minerve, Hérault.
Brushite IV.493

Tête-de-Toura (la), Isère.
Anatase III.182
Ripidolite I.392

Tête-Mouthe, Isère.
Axinite I.294

Tête-Noire (la), près Chamonix, Haute-Savoie.
Anatase III.779
Brookite III.172
Graphite II.360
Pinite I.527

Tête-Rouge-du-Brévent, Hte-Savoie.
Tourmaline I.101

Teutschgrund (filon de), Belfort.
Chalcopyrite II.684
Panabase II.730

Thalhoux (pied du), Vosges.
Orthose II. 83

Thause (montagne de la), près Digne, Basses-Alpes.

Calcite III.485
Thébé, près Bagiry, Haute-Garonne.
Actinote I.655
Calcite III.543
Thèdes, Puy-de-Dôme.
Tourmaline I. 97
Theix (ravin de), à Ceyrat, Puy-de-Dôme.
Muscovite I.347
Thélots-lès-Autun, près Épinac, Saône-et-Loire.
Calcite III.475
Naphtolithe V. 24
Thélotite IV.646
Thermignon (mine de), Savoie.
Panabase II.731
Theugne, versant E. de Mont, Saône-et-Loire.
Andalousite I. 49
Theurey, Saône-et-Loire.
Anthracite IV.650
Theus, Hautes-Alpes.
Gypse IV.176
Theys (mine de), Isère.
Blende II.536
Chalcopyrite II.685
Sidérite III.605
Thiézac, Cantal.
Apatite IV.390
Aragonite III.692
Augite I.594
Cordiérite I.531
Hypersthène I.560
Ménilite III.337
Opale résinite III.337
Plagioclases II. 62
Pyrite II.580
Sphérosidérite III.615
Titanomagnétite IV.324
Thiézac (entre) et Vic-sur-Cère, Cantal.
Aragonite III.695
Thil, près Longwy, Meurthe-et-Moselle.
Barytine IV. 98
Thillot (le), Vosges.
Érubescite II.676
Molybdénite II.463
Thines, Ardèche.
Barytine IV. 59
Galène II.485
Thinières, en Beaulieu, Cantal.
Barytine IV. 60
Withérite III.696
Thionville (environs de), Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.395
This, Ardennes.
Halloysite IV.749
Thivencelles, Nord.
Houille IV.655
Thiviers, Dordogne.
Antigorite I.429
Barytine IV. 71
Pyrite II.607
Thizy, bords du Marmanton, Rhône.
Pyrite II.582
Thoisy-la-Berchère, Côte-d'Or.
Galène II.506
Thollonges, Isère.
Pyrite II.613
Tholy (le), Vosges.
Pyrope I.239
Thoreille-lès-Arnay, près Arnay-le-Duc, Côte-d'Or.
Sel gemme II.760
Thorigny, près Lagny, Seine-et-Marne.
Anhydrite IV. 45
Célestite IV.122
Gypse IV.184
Quartz III.119

Thoste, Côte-d'Or.
Colophanite IV.570
Galène II.506
Hématite III.281
Limonite III.383
Thouaré (entre) et Mauves, Loire-Inférieure.
Graphite II.357
Tourmaline I. 89
Thovonet, Var.
Bauxite III.347
Thuel (le), Puy-de-Dôme.
Calcite III.521
Thuès-entre-Valls, Pyrénées-Orientales.
Anthracite IV.651
Manganite III.357
Thuiles (les), Basses-Alpes.
Gypse IV.176
Thuisy, près Estissac, Aube.
Calcite III.510
Thures (col des), Hautes-Alpes.
Gypse IV.176
Tielle, Haute-Vienne.
Microcline II.124
Til-du-Goutte, Vosges.
Cordiérite I.527
Tilly-sur-Seulles, Calvados.
Pyrite II.606
Tindeix, Dordogne.
Or V. 51
Tingry, Pas-de-Calais.
Marcasite II.656
Tiniers, près Bort, Cantal.
Sidérite III.604
Sidéroplésite III.604
Tomblaine, Meurthe-et-Moselle.
Colophanite IV.569
Tonnay-Charente, Charente-Infér.
Quartz III.117
Tonnerre, Yonne.
Calcite III.499
Torcenay, Haute-Marne.
Célestite IV.114
Tord (étang), massif du Saint-Barthélémy, Ariège.
Cordiérite I.522
Orthose II. 80
Tourmaline I. 93
Torrent, Pyrénées-Orientales.
Limonite III.373
Tortebesse, près Bourg-Lastic, Puy-de-Dôme.
Boulangérite II.696
Torteron, Cher.
Limonite III.393
Tortezais (entre) et Bussière, Allier.
Opale III.330
Tortière (pont de la), Loire-Inférieure.
Andalousite I. 33
Gigantolite I.521
Tourmaline I. 89
Tortue (la), Haute-Loire.
Néphéline I.499
Tou (le), près le tuc d'Ess-en-Couledoux, Haute-Garonne.
Chabasie II.333
Dipyre II.222, 230
Touche (la), Gard.
Houille IV.658
Touche (mine de la), en Vieux-Vy, Ille-et-Vilaine.
Blende IV.855
Galène II.479
Marcasite IV.861
Mélantérite IV.225
Stibine II.449
Touches (les), Loire-Inférieure.
Houille IV.654
Touchet (déversoir), Sables-d'Olonne, Vendée.

Tourmaline IV.684
Toucy, Yonne.
Colophanite IV.572
Opale III.330
Touisse (filon de la), au Clot, Hautes-Alpes.
Galène II.496
Toul (entre) et Saint-Mihiel, Meurthe-et-Moselle.
Microcline IV.819
Toulon-sur-Arroux, Saône-et-Loire.
Calcite III.480
Toulouse, Haute-Garonne.
Olivine (*Météorite*) I.192
Toulven (anse de), estuaire de l'Odet, Finistère.
Pyrite II.617
Tour (métairie du), Aveyron.
Trémolite IV.786
Tour (aiguille du), Haute-Savoie.
Tourmaline I.101
Tour (glacier du), Haute-Savoie.
Muscovite I.348
Touraine, Haute-Loire.
Chabasie II.329
Tour-de-Batère (la), Pyrénées-Orientales.
Limonite III.373
Sidérite III.608
Tour-de-Bonnal, route de Guillaumet à Malperin, Tarn-et-Garonne.
Brushite IV.497
Tour-de-Boulade, Puy-de-Dôme.
Analcime II.284
Barytine IV.102
Calcite III.584
Mésotype II.269
Tour-de-Castel-Vieil (la), près Bagnères-de-Luchon, Haute-Garonne.
Cordiérite I.531
Tour du Pin (la), Isère.
Lignite IV.664
Tour-en-Jarret, Loire.
Disthène I. 72
Staurotide I. 14
Tourette (la), près Paulhaguet, Loire.
Fluorine II.783
Quartz III. 93
Tourmalet (col du), Hautes-Pyrénées.
Axinite I.289, 290, 292
Brewstérite II.296
Calcite III.457
Prehnite IV.733
Tourmalet (route du col du) à Barèges, Hautes-Pyrénées.
Heulandite IV.834
Stilbite II.316
Tournay (entre la vallée de) et Montels, Ariège.
Psilomélane IV. 18
Tourné (roc), près Modane, Savoie.
Albite II.163
Dolomite III.646
Feldspath II. 28
Tournemire, Cantal.
Augite I.594
Tourneville, près Evreux, Eure.
Marcasite II.656
Tournissou (mont), près Beaujeu, Rhône.
Andalousite I. 49
Tournoel, près Riom, Puy-de-Dôme.
Aragonite III.684
Tour Noir (aiguille du), Haute-Savoie.
Épidote IV.710
Quartz III. 77
Tournon, Ardèche.
Calcite III.577

Pyrite II.584
Tournus, Saône-et-Loire.
Calcite III.499
Touron, Ariège.
Bauxite III.346
Quartz III.111
Tours, Indre-et-Loire.
Nitre III.412
Nitrocalcite III.412
Tour-sur-Orb (la), Hérault.
Houille IV.659
Tousche (car. de la), près Fougères, Ille-et-Vilaine.
Pinite I.520
Toux. Voir **Toufle.**
Tovasset, col du Bonhomme, Haute-Savoie.
Albite II.163
Towilliers, Aube.
Gypse IV.201
Train (col du), Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Haüyne IV.756
Tramayes, Saône-et-Loire.
Calcite III.525
Tramezaigues (ravin de), Hautes-Pyrénées.
Axinite I.293
Tramond, près Decazeville, Aveyron.
Sidérite III.619
Tramont (montagne de), en Louder-vielle, Hautes-Pyrénées.
Friedélite I.304
Trappe (col de la), Ariège.
Dipyre II.224
Épidote I.153
Travant, en Perpezat, Puy-de-Dôme.
Stibine II.454
Travers (le), près Bessèges, Gard.
Limonite III.374
Sidérite III.609
Traverses (les), près Saint-Geniez, Basses-Alpes.
Gypse IV.176
Traversier (pic), vallée de Saint-Véran, Hautes-Alpes.
Magnétite IV.335
Riebeckite IV.798
Tschernichewite IV.906
Treblavet, Morbihan.
Almandin I.244
Trébons (val de), près Bagnères-de-Bigorre, Hautes-Pyrénées.
Axinite II.301
Épidote I.152
Trebout (ruisseau de), affluent de l'Ariège, Ariège.
Or II.429
Trefflez, Finistère.
Béryl II. 14
Trédion, Morbihan.
Pyromorphite IV.400
Trégarvan, Finistère.
Limonite III.380
Trégastel, Finistère.
Microcline II.125
Trelatête (glacier de), Haute-Savoie.
Albite II.154
Trélazé, Maine-et-Loire.
Anhydrite IV. 46
Gypse IV.205
Pyrite II.595
Trélon, Ardennes.
Fluorine II.792
Trelys, Gard.
Houille IV.658
Tréminis, au-dessus de la Fontaine-Ardente, Isère.
Pétrole IV.629
Quartz III.114
Trémissinière (la), à Nantes, Loire-Inférieure.

Béryl II. 14
Épidote I.138
Idocrase I.166
Muscovite I.342
Scorodite IV.473
Sphène II.251
Tourmaline I. 89

Trémouilles, Aveyron.
Graphite II.358

Trémouille-Saint-Loup, Puy-de-Dôme.
Bournonite IV.874

Trémuson, près Saint-Brieuc, Côtes-du-Nord.
Sidérite III.610

Trépail (cendrière du), Marne.
Marcasite II.659
Soufre IV.374

Trépot, Doubs.
Pyrite II.608

Trescol, près la Grand-Combe, Gard.
Aragonite III.680
Houille IV.658

Tresne (château de la), près Bordeaux, Gironde.
Calcite III.533

Trets, Bouches-du-Rhône.
Calcite III.510
Lignite IV.663

Treuil (mine du), Corrèze.
Barytine IV. 94

Treuil (mines du), près Saint-Étienne, Loire.
Blende II.540
Galène II.505
Houille IV.657
Sidérite III.619

Trèves, Gard.
Dolomite III.654

Trévilan, Côtes-du-Nord.
Kaolin I.465
Muscovite I.341

Trial, près Anduze, Gard.
Calcite III.505

Triancourt, Meuse.
Colophanite IV.565, 572

Triant (entre le) et le château de Bathie, Haute-Savoie.
Graphite II.360

Triboulan, Cantal.
Augite I.594
Hornblende I.681

Tribunes (galerie des), à la grotte de Minerve, Hérault.
Brushite IV.493

Tricot (col de), massif du Mont-Blanc, Haute-Savoie.
Tourmaline I.101

Trient (cheminée de), Haute-Savoie.
Muscovite I.348

Trient (massif du), Haute-Savoie.
Microcline II.126
Omphazite I.608

Trient (entre le) et le col de Balme, Haute-Savoie.
Brookite III.172

Trièves (le), Isère.
Gypse IV.201

Trimounts, en Lordat, Ariège.
Mispickel II.665
Orthose II. 80
Pyrite II.618
Pyrrhotite IV.859
Tourmaline I. 93

Trimounts (col et ravin de), Ariège.
Stéatite I.450
Tourmaline I. 92
Trémolite I.650

Trinité (église de la), à Caen, Calvados.
Brushite IV.496

Trinité-sur-Mer (la), Morbihan.
Variscite (*callaïs*) IV.485

Trioyet, Finistère.
Almandin I.243
Trizac, Cantal.
Aragonite III.692
Trobert, Morbihan.
Limonite III.380
Sidérite III.616
Troche (la), près Marmagne, Saône-et-Loire.
Autunite IV.547
Trois-Chemins, à Meyrueis, Lozère.
Greénockite IV.856
Trois-Couronnes (mines des), Basses-Pyrénées.
Sidérite III.601
Trois-Evêchés, près du col du Lautaret, Hautes-Alpes.
Sidérite III.615
Trois-Laux (filon des), Isère.
Sidérite III.607
Trois-Monts, Calvados.
Stibine IV.849
Trois-Rois (filon des), à la mine de Baigorry, Basses-Pyrénées.
Chalcopyrite II.724
Panabase II.724
Trois-Seigneurs (pic des), Ariège.
Andalousite I. 39
Biotite I.320
Chondrodite IV.707
Diopside I.607
Hornblende I.676
Humite IV.707
Muscovite I.344
Orthose II. 80
Phlogopite I.333
Ripidolite I.392
Sillimanite I. 55
Tourmaline I. 91
Tromeur, en Plouvorn, Finistère.
Béryl II. 14
Trompe (puits de la), à Salies. Basses-Pyrénées.
Eau salée II.757
Tronquay, près Saint-Quentin, Aisne.
Or II.437
Trou-des-Sarrazins, près Allemont, Isère.
Calcite III.539
Troumouse (cirque de), près Héas, Hautes-Pyrénées.
Andalousite I. 47
Trouville, Calvados.
Marcasite II.656
Vivianite IV.459
Troyes, Aube.
Marcasite II.657
Vivianite IV.460
Trugale (la), en Neuville-sur-Sarthe, Sarthe.
Calcite III.508
Truites (étang des), massif du Saint-Barthélémy, Ariège.
Andalousite I. 36
Orthose II. 80
Tourmaline I. 93
Tuco-de-Tercis (le), Landes.
Gypse IV.172
Tuileries (palais des), à Paris, Seine.
Cuprite III.309
Tuilière (roche), Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Analcime II.286 ; IV.832
Haüyne I.511
Néphéline IV.754
Noséane I.511
Sphène IV.822
Tumiac, en Arzon, Morbihan.
Variscite (callaïs) IV.485
Turon-d'Areau, S. de Laruns, Basses-Pyrénées.
Bismuth II.388

Turny, Yonne.
Marcasite II.658
Turra (pointe), près du Mont-Cenis, Savoie.
Riebeckite I.698
Ty-Mahé, près Saint-Herblot, Finistère.
Andalousite I. 43

U

Ubaye (vallée de l'), Basses-Alpes.
Jadéïte, *Chloromélanite* IV.774
Pyrite II.616
Uls (mine d'), Haute-Garonne.
Blende II.529
Galène II.498
Sidérite III.611
Unieux, Loire.
Houille IV.657
Unjat, Ariège.
Bauxite III.346
Urcel, près Laon, Aisne.
Lignite IV.664
Marcasite II.659
Urcières, Cher.
Galène II.490
Urcuit, Basses-Pyrénées.
Sel gemme II.758
Urgatia, Basses-Pyrénées.
Source salée II.758
Uriage, Isère.
Mirabilite IV.163
Urrugne, Basses-Pyrénées.
Sidérite III.601
Urs, Ariège.
Limonite III.373
Ursoulia. Voir **Ursouia**.
Ursouia (montagne d'), Basses-Pyrénées.
Almandin I.246
Graphite II.358
Muscovite I.343
Ursoviamendia. Voir **Ursouia**.
Urt, Basses-Pyrénées.
Sel gemme II.758
Usclade (l'). Voir **Lusclade**.
Usclade (coteau de l'), Hérault.
Barytine IV. 92
Plagioclases II. 59
Ussel, Corrèze.
Galène II.486
Usson (pic d'), Puy-de-Dôme.
Chessylite III.771
Ustelleguy (filon d'), Basses-Pyrén.
Sidérite III.602
Ustou (vallée d'), Ariège.
Stéatite I.451
Trémolite IV.785
Uvernet, Basses-Alpes.
Gypse IV.176
Uza, Landes.
Limonite III.398
Uzerche, Corrèze.
Disthène I. 72
Pyrrhotite II.570
Sphène II.252
Uzès, Gard.
Stibine II.450
Uzès (plateau d'), Gard.
Quercyite IV.585
Uzious (col d'), Basses-Pyrénées.
Mispickel II.668

V

Vabre, Tarn.
Andalousite I. 39
Vabres, Gard.
Gypse IV.173
Vache (puy de la), Puy-de-Dôme.
Augite I.595; IV.769
Augite ægyrinique IV.769
Hématite III.263, 264
Vacheresse (la), Vosges.
Houille IV.659
Vacherie des Crabes (piton de la), Cantal.
Hypersthène I.560
Vaches-Noires (falaises des), près Dives, Calvados.
Gypse IV.200
Pyrite II.608, 611
Vagnas, Ardèche.
Lignite IV.662
Vailhan, Hérault.
Pyrite II.596
Vailly-sur-Aisne, Aisne.
Bois silicifié III.158
Vailly-sur-Sauldre, Cher.
Colophanite IV.572
Marcasite II.658
Opale III.330
Vaire (entre) et Grattery, Haute-Saône.
Pyrite II.607
Vaise (moulin de) entre Cressanges et Treban, Allier.
Cordiérite I.526
Vaissière (En), Tarn.
Tourmaline I. 95
Val (le), Var.
Bauxite III.347
Valadou, près Mercœur, Corrèze.
Stibine II.451
Valaisan (mont), vallée de Sainte-Foix, Savoie.
Asbeste I.659
Valat-de-Challonge, à Villefort, Lozère.
Galène II.485
Valcivières (chemin de), canton d'Arlanc, Puy-de-Dôme.
Muscovite I.347
Valcrose, en Gabrias, près Marvejols, Lozère.
Hübnérite IV.294
Valdeblore, Alpes-Maritimes.
Érubescite II.677
Val-de-Fer, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385
Val-de-Grâce, à Paris, Seine.
Calcédoine III.145
Pseudocalcédonite III.160
Quartz III.118
Val-de-Jully, Côte-d'Or.
Limonite III.387
Val-des-Prés, Hautes-Alpes.
Gypse IV.176
Valdonne (mine de), Bouches-du-Rhône.
Lignite IV.663
Pyrite II.615
Valenciennes, Nord.
Glauconie I.413
Valentin, Doubs.
Pyrite II.607
Valetier (le), S. de Tarare, Rhône.
Galène II.490
Valette, près Trizac, Cantal.

Ægyrine I.613
Graphite II.358
Orthose II.101, 106
Sillimanite I.57, 59
Valette, route de Riom-ès-Montagne, à Trizac, Cantal.
Haüyne, *Noséane* I.510
Valettes (tunnel des), près Durtol, Puy-de-Dôme.
Gédrite I.640
Valézan-sur-Seez (mont), Savoie.
Mispickel II.672
Valfleury, Loire.
Stibine II.454
Valfleury (bifurcation des routes de) et Fontanet, Loire.
Almandin IV.727
Valfleury (entre) et Sorbiers, Loire.
Tourmaline I. 98
Valgelaye (col de), Basses-Alpes.
Quartz III.108
Valgodemar, Hautes-Alpes.
Chalcopyrite II.686
Galène II.496
Panabase II.733
Valla (la), Loire.
Pyrite II.588
Vallangoujard, Seine-et-Oise.
Glauconie I.414
Vallica, Corse.
Érubescite II.677
Vallier (massif du mont), Ariège.
Grossulaire I.224
Idocrase I.165
Vallon (col du), Hautes-Alpes.
Gypse IV.176
Vallongue (vallée de), Haute-Garonne.
Dipyre II.230
Vallorcine, Haute-Savoie.
Tourmaline I.101
Valmailhargues. Voir **Valmaillargues**.
Valmaillargues, en Grabels, Hérault.
Ferropicotite IV.309
Hornblende I.677
Valmascle, Hérault.
Olivine I.187
Valmondois, Seine-et-Oise.
Glauconie I.414
Valmy (le), en l'Estréchure, Gard.
Sidérite III.603
Valmy (le), près des Gardons, S. du Bec-du-Ju, Gard.
Chalcopyrite II.683
Magnétite IV.332
Mélanite IV.726
Pyrite II.586
Valognes, Manche.
Calcite III.478
Valserine (vallée de la), N. de Bellegarde, Ain.
Asphalte IV.631
Calcaire asphaltique IV.631
Valsonne, Rhône.
Cérusite III.714
Mispickel II.671
Valvins, près Fontainebleau, Seine-et-Marne.
Calcite III.517
Valz, près Anduze, Gard.
Sidérite III.620
Vancroy, près la Garde-Freinet, Var.
Galène II.496
Vandagne, Haute-Savoie.
Pyrite II.588
Vandeloves, Aveyron.
Gypse IV.174
Vannerie (car. de la), près Louverné, Mayenne.
Calcite III.464
Vannes, Morbihan.
Hydrorutile III.195
Vanoise (massif de la), Savoie.

Albite II.148
Chloritoïde I.373
Glaucophane I.704
Orthose II.108
Zoïsite IV.708
Vanves, près Paris, Seine.
Calcite III.511
Gypse IV.188
Kalinite IV.254
Lutécite III.145
Sidérite III.622
Var (département).
Calcite III.507
Varages, Var.
Gypse IV.176
Varangeville, Meurthe-et-Moselle.
Anhydrite IV. 43
Glauhérite IV. 36
Gypse IV.174
Polyhalite IV.252
Quartz III.112
Vareilles, Aveyron.
Gypse IV.174
Vareilles, Yonne.
Calcite III.509
Varen, Tarn-et-Garonne.
Gypse IV.191
Varenne (ferme de), près Blavosy, Haute-Loire.
Asbeste I.656
Varennes, Mayenne.
Anthracite IV.649
Varennes, près le lac Chambon, Puy-de-Dôme.
Randannite III.327
Varennes-en-Argonne, Meuse.
Glauconie I.411
Résine fossile IV.641
Varilhes (entre) et Pamiers, Ariège.
Or II.429
Vars, Charente.
Calcite III.495
Vassivière (entre) et le Lac Chauvet, Puy-de-Dôme.
Randannite III.328
Vassy-lès-Avallon, Yonne.
Pyrite II.607, 613
Vau (le Haut), Maine-et-Loire.
Résine fossile IV.641
Vaubécourt (canton de), Ardennes.
Colophanite IV.572
Vaucron, près la Garde-Freinet, Var.
Blende II.536
Fluorine II.790
Vaudagne (mine de), base de la pointe de Saix, Haute-Savoie.
Bournonite II.706
Galène II.492
Vaudière (montagne de), près Pontgibaud, Puy-de-Dôme.
Campylite IV.408
Vaudières (les), Vendée.
Barytine IV. 96
Vaudulon, Maine-et-Loire.
Magnétite IV.340
Vaugirard, à Paris, Seine.
Brookite III.176
Calcite III.511
Gypse IV.188
Résine fossile IV.643
Vaugirard (abattoirs de), à Paris, Seine.
Calcite III.511
Gypse IV.186
Quartz III.118
Vaugneray, Rhône.
Anorthite II.195
Apatite IV.385
Biotite I.321
Bytownite II.195
Hornblende I.665
Labrador II.187
Plagioclases II. 50

Vaugré, près Dinan, Côtes-du-Nord.
Vivianite IV.459
Vaujany, Isère.
Gypse IV.204
Quartz III.80, 84
Vau-Lambert (moulin de), en Corseul, Côtes-du-Nord.
Heulandite IV.834
Vaulaurent (étang de), près Fougerets, Morbihan.
Limonite III.380
Sidérite III.616
Vaulry, Haute-Vienne.
Apatite IV.393
Autunite IV.546
Cassitérite III.230
Cuivre II.402
Cuprite III.305
Ferbérite II.282
Löllingite II.662
Mispickel II.666
Molybdénite II.464
Molybdite III. 9
Or II.421
Pharmacosidérite IV.522
Scorodite IV.473
Tourmaline I. 96
Tungstite III. 10
Wolfram IV.289
Vaunage (la), près Nîmes, Gard.
Célestite IV.117
Vaussenat (puits), aux mines des Chalanches, Isère.
Argent II.411
Smaltite II.632
Vauvenargues (vallée de), près Aix, Bouches-du-Rhône.
Barytine IV. 99
Pyrite II.608
Vauvreci (la), E. d'Oudon, Loire-Inférieure.
Asbeste I.652
Vaux, en aval d'Avril, Nièvre.
Kaolin I.468
Vaux, Rhône.
Fluorine II.784
Galène II.489
Rutile III.812
Vaux (entre) et La Creuze, Rhône.
Talc IV.744
Vaux, Var.
Anthracite IV.650
Fluorine II.786
Vaux-le-Moncelot, Haute-Saône.
Psilomélane IV. 20
Vaux-Renard, Rhône.
Barytine IV. 90
Fluorine II.784
Vaux-Villaine, Ardennes.
Marcasite II.657
Vauzelle, Haute-Loire.
Barytine IV. 60
Vauzelle (la), en Compreignac, Haute-Vienne.
Apatite IV.384
Vazeilles, Haute-Loire.
Barytine IV. 60
Vazerac, en Massiac, Cantal.
Stibine IV.849
Vèbre, Ariège.
Actinote I.655
Épidote I.152
Hématite III.254
Védrenne (pont de la), Corrèze.
Autunite IV.545
Védrine (suc de), Cantal.
Apatite IV.390
Hornblende I.678
Védrines, Haute-Loire.
Barytine IV. 60
Veillard (entre) et Cognac, Charente.
Calcite III.507

Velay (le), Haute-Loire.
Biotite I.327
Chabasie II.329
Corindon III.243
Ilménite III.292
Lävenite I.626
Néphéline I.499
Noséane I.510
Oligoclase-Andésine II.172
Olivine I.181
Orthose II.101
Plagioclases II. 50
Quartz III.104
Sillimanite I. 56
Titanomagnétite IV.324
Velle (puy de la), près Champeix, Puy-de-Dôme.
Christianite II.305
Vellefaux, Haute-Saône.
Limonite III.386
Velmanya, près Fillols, Pyrénées-Orientales.
Magnétite IV.332
Velne (la), Var.
Almandin I.252
Vénachat (car. de), près la Vauzelle, Haute-Vienne.
Apatite IV.384
Autunite IV.546
Columbite IV.617
Quartz III. 53
Triplite IV.432
Venasque (port de), près Luchon, Haute-Garonne.
Venasquite I.367, 369; V. 21
Venasque (vallée du port de), Haute-Garonne.
Andalousite I. 48
Vendée (département).
Pyrite II.608
Vendeuvre-sur-Barse, Aube.
Gypse IV.202
Limonite III.388
Vendin, Pas-de-Calais.
Houille IV.655
Pyrite II.597
Veneix, en Sauvagnat, Puy-de-Dôme.
Barytine IV.82, 87
Vénéjan, Gard.
Lignite IV.664
Venelle (car. de), entre Lizy-sur-Ourcq et Crouy-sur-Ourcq, Seine-et-Marne.
Célestite IV.121
Vénéon (vallée du), près de Saint-Christophe-en-Oisans, Isère.
Ripidolite I.392
Vénès, près Castres, Tarn.
Odontolite IV.578
Veneux-Nadon, près Moret, Seine-et-Marne.
Calcite III.512
Venoy, près Auxerre, Yonne.
Gypse IV.202
Vensac, Cantal.
Haüyne I.510
Néphéline I.499
Noséane I.510; IV.755
Venteuil, Seine-et-Marne.
Gypse IV.186
Venteuil (château de), près La Ferté-sous-Jouarre, Seine-et-Marne.
Célestite IV.122
Gypse IV.188
Ventoux (mont), Vaucluse.
Bois silicifié III.158
Venzolasca, Corse.
Ægyrine I.699
Crossite IV.906
Riebeckite I.698
Veraney, Côte-d'Or.
Pyrite II.607

Verchery, près Soucieu-en-Jarrest, Rhône.
Tourmaline I. 99
Vercia, Jura.
Lignite IV.661
Verdaches, près Digne, Basses-Alpes.
Pyrite II.610
Verdasse, Tarn.
Alunite IV.142
Verdun, Tarn.
Tourmaline I. 95
Verdus (bois de), N. de Pentezac, Aveyron.
Hypersthène I.557
Vergne (la), Cantal.
Plagioclases II. 60
Vergongheon (le), Haute-Loire.
Pyrite II.592
Vermenton, Yonne.
Calcite III.499
Vermiller (le), près Sugères, Puy-de-Dôme.
Hornblende I.679
Vern, près Huelgoat, Finistère.
Andalousite I. 43
Vernade (la), Puy-de-Dôme.
Houille IV.657
Vernadet (le), Puy-de-Dôme.
Microcline II.125
Vernantois, Jura.
Célestite IV.111
Vernassal, Haute-Loire.
Tourmaline I. 95
Vernatelles (les), Var.
Anthracite IV.650
Vernaux, Ariège.
Actinote I.655
Dipyre II.226
Épidote I.152
Vernay, Rhône.
Galène II.489
Verne, Doubs.
Gypse IV.175
Verne (la), ou **Laverne**, Var.
Sillimanite I. 58
Talc I.453
Tourmaline I.101
Trémolite I.654
Verne (entre la) et les Campeaux, Var.
Staurotide I. 15
Verne (entre l'abbaye de la) et Collobrières, Var.
Staurotide I. 15
Vernède (la), Puy-de-Dôme.
Fluorine II.783
Quartz III. 93
Vernet-la-Varenne, Puy-de-Dôme.
Améthyste III. 73
Vernet-les-Bains, Pyrénées-Oriental.
Limonite III.373
Soufre II.369
Vernhes, Aveyron.
Houille IV.658
Vernière (la) (rive gauche de l'Orb), Aveyron.
Andalousite I. 36
Staurotide I. 13
Vernis (hameau de), Isère.
Axinite I.294
Vernissière (mine de la grande), à Durfort, Gard.
Calcite III.547
Cérusite III.721
Vernon, Eure.
Colophanite IV.571
Verpillière (la), Isère.
Gœthite III.351
Limonite III.386
Pyrite II.613
Verrière, Cantal.
Plagioclases II. 57

Verrière (bois de), route de Montbrison à Saint-Anthème, Loire.
Christianite II.307
Gismondine II.323
Laumontite ? III.344
Mésole II.260
Thomsonite II.260

Verrière (pont de la), en Chapelle-sur-Erdre, Loire-Inférieure.
Ripidolite I.391

Verrière (la petite), Saône-et-Loire.
Fluorine II.785

Verrières (moulin de), à Boucivre, près Tarare, Rhône.
Stibine II.454

Verrières (environs de), Vienne.
Limonite III.394

Vers, Lot.
Limonite III.394

Versilhac, près Yssingeaux, Haute-Loire.
Cérusite III.710

Vert (ancien chemin du), à Saint-Jacques, Loire-Inférieure.
Gigantolite I.521

Vert (lac), pic du Midi de Bigorre, Hautes-Pyrénées.
Zoïsite IV.708

Vert (chemin de Servoz au lac), par le grand éboulis, Haute-Savoie.
Calcite III.506

Vertaizon, Puy-de-Dôme.
Aragonite III.683
Opale résinite III.324

Vertesseyre (pont de) de la route de la Chapelle-Laurent à Ally, Haute-Loire.
Andalousite IV.677

Vertou, Loire-Inférieure.
Calcédoine III.138
Psilomélane IV.20

Vervaine (château de), Orne
Diamant d'Alençon III. 51

Verzenay, près Reims, Marne.
Lignite IV.664

Verzy (forêt de), Marne.
Marcasite II.659

Vescagne, Alpes-Maritimes.
Lignite IV.661

Vesoul, Haute-Saône.
Pyrite II.607

Vétrigne, Belfort.
Barytine IV. 91

Veuzac, Aveyron.
Hématite III.281
Limonite III.384

Veyras, près Privas, Ardèche.
Hématite III.281

Veyre (vallée de la), Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 82

Veyrines, Dordogne.
Lignite IV.662

Vézac, près Aurillac, Cantal.
Staurotide IV.672

Vèze, revers S. E. du Cézalier, Cantal.
Mispickel IV.863

Vézelay, Yonne.
Calcite III.492

Vezzani, Corse.
Chalcopyrite II.686
Glaucophane I.705
Pyrite II.592
Riebeckite I.698

Vezzani (route de), à Vivario, Corse.
Albite II.156

Viaguin, Cantal.
Plagioclases II. 61

Viala-du-Dourdan, Aveyron.
Chalcosite V. 20

Vialardel, Aveyron.
Panabase II.727

Vialas (mine de), Lozère.
Anglésite IV.135
Barytine IV. 57
Calcite III.547
Cérusite III.710
Dolomite III.654
Galène II.485, 500
Harmotome II.312
Vialette, Haute-Loire.
Augite I.593
Corindon III.243
Ferropicotite IV.309
Ilménite III.292
Titanomagnétite IV.324
Zircon III.212
Vialle (la), en Champagne, Cantal.
Tourmaline I. 96
Viaye, Haute-Loire.
Vivianite IV.460
Vic-de-Chassenay, Côte-d'Or.
Colophanite IV.570
Vicdessos, Ariège.
Bronzite I.549
Cordiérite I.522
Dipyre II.225
Hornblende I.675
Muscovite I.344
Olivine I.183
Orthose II. 80
Phlogopite I.330
Picotite IV.307
Tourmaline I. 91
Trémolite I.650
Voir **Rancié**.
Vichy, Allier.
Aragonite III.684
Calcite III.542
Ctypéite III.733
Vichy (chemin de fer de) à Ambert, Puy-de-Dôme.
Tourmaline I. 97
Vic-le-Comte, Puy-de-Dôme.
Barytine IV. 83
Orthose ? II. 86
Vicoigne, Nord.
Anthracite IV.649
Houille IV.655
Vicq, Haute-Vienne.
Galène II.487
Vic-sur-Cère (entre) et Thiézac, Cantal.
Aragonite III.695
Victor Massé (rue), à Paris, Seine.
Gypse IV.185
Vidalenc (pont du), route de Latour, Mont-Dore, Puy-de-Dôme.
Anorthose II.118
Vidauban (mine de), Var.
Chalcopyrite II.686
Panabase II.733
Vidilharn, Aude.
Soufre II.375
Vidourle (rivière de), Gard.
Magnésite I.460
Vieille-Brioude, Haute-Loire.
Pyrite II.592
Stibine II.451
Vieillespesse, Cantal.
Stibine II.452
Vieljouve, Lozère.
Stibine II.451
Vielle-Aure, Hautes-Pyrénées.
Dialogite III.625
Lacroisite III.627
Rhodonite I.632
Schokoladendstein III.627
Tephroïte IV.716
Torrensite III.626
Viellaurite III.626
Viellevigne, Loire-Inférieure.
Chromocre I.359
Vienne (vallée de la), Indre-et-Loire.

Glauconie I.413
Vienne, Isère.
Barytine IV. 89
Blende II.536
Calcite III.559
Galène II.495
Mercure II.417
Vierzon, Cher.
Limonite III.390
Marcasite II.658
Ocre III.390
Opale III.329
Vierzonite I.488
Vieure, près Cosne, Nièvre.
Dysodyle IV.665
Vieussan, Hérault.
Chalcopyrite II.683
Evansite IV.532
Vieux-Champs, N. d'Auxerre, Yonne.
Calcite III.510
Vieux-Condé (fosse du), à Anzin, Nord.
Calcite III.458
Houille IV.655
Sidérite III.618
Vieux-Marché (le), en Plouaret, Côtes-du-Nord.
Quartz III. 67
Vieuzac, Aveyron.
Magnétite IV.340
Vigan (le), Gard.
Calamine I. 22
Résine fossile IV.640
Vigen (le), Haute-Vienne.
Barytine IV. 89
Orthose II. 82
Vigent (vallée de), près Mauriac, Cantal.
Vivianite IV.460
Vignal (le), en Gelos, Basses-Pyrénées.
Calcite III.512
Vignaud, en Saint-Germain de Confolens, Charente.
Fluorine II.783
Vigne (la), près Saint-Sébastien, Gard.
Sidérite III.620
Vignemale (massif du), Hautes-Pyrénées.
Épidote IV.709
Quartz III. 70
Vignoles (métairie de) entre Propiary et Cazeneuve, Haute-Garonne.
Calcédoine III.143
Vilaine (alluvions de la), Ille-et-Vilaine.
Vivianite IV.459
Vilaine (entre la) et l'Oust, Morbihan et Ille-et-Vilaine.
Sidérite III.616
Vilaine (embouchure de la), près Penestin, Morbihan.
Cassitérite III.223, 234
Chloritoïde I.368
Vilate (carrière de la), à Chanteloube, Haute-Vienne.
Albite II.144
Alluaudite IV.366
Angelardite IV.522
Apatite IV.384
Autunite IV.546
Béryl II. 17
Biotite I.321
Cacoxénite IV.529
Columbite IV.616
Dufrénite IV.439
Hétérosite IV.470
Huréaulite IV.504
Phosphates imparfaitement connus IV.506
Kaolin I.467
Lenzinite I.477

Löllingite II.662
Malacon III.339
Microcline IV.817
Molybdite III. 9
Muscovite I.346
Orthose II. 82
Quartz III. 53
Skogbölite IV.618
Spessartine I.255
Strengite IV.476
Triplite IV.432
Tourmaline I.82, 96
Triphylite IV.364
Tungstite III. 10
Vilatéite IV.478
Wolfram IV.290

Vilbon, Seine-et-Oise.
Limonite III.395

Vilette (la), en Tarentaise, Savoie.
Albite II.162

Villard (dent de), Savoie.
Gypse IV.176

Villard (le), N. de Thermignan, Savoie.
Asbeste I.659

Villar-d'Arène, Hautes-Alpes.
Calcite III.582
Magnétite IV.334
Pyrite II.575, 579

Villardonnel, Aude.
Mispickel IV.862

Villaret (mine de), près Genolhac, Lozère.
Galène II.500
Harmotome II.312

Villarodin-Bourget, Savoie.
Albite II.163
Diallage I.588
Glaucophane I.706
Groppite I.713
Plagioclases II. 47

Villars, près Chantrezac, Charente.
Pseudocalcédonite III.161

Villars, Loire.
Houille IV.657

Villate (entre la) et Saint-Sulpice-le-Gueretois, Creuse.
Tourmaline I. 97

Ville-au-Blaye (la), en Saint-André-des-Eaux, Loire-Inférieure.
Quartz III.120

Villeaulan, Morbihan.
Cassitérite III.223

Ville-au-Vay (la), près le Pellerin, Loire-Inférieure.
Anthophyllite I.637
Chessylite III.774
Sidérite III.623

Villebois, Ain.
Limonite III.385
Pyrite II.613

Villecelle, Hérault.
Chalcopyrite II.683

Villechaise, près Confolens, Charente.
Stibine II.454

Villechevreux, Haute-Saône.
Gypse IV.174

Villecomtal (entre) et Campagnac, Aveyron.
Tourmaline I. 95

Ville d'Air. Voir **Villeder**.

Villeder (mines de la), Roc-Saint-André, Morbihan.
Apatite IV.391
Bertrandite I.118
Béryl II. 11
Cacoxénite IV.529
Calcédoine III.138
Cassitérite III.223, 234
Galène II.482
Graphite II.357

Mispickel II.666
Molybdénite IV.850
Muscovite I.342 ; V. 44
Orthose II. 77
Pétrole IV.635
Pharmacosidérite IV.521
Pyrite II.585
Quartz III.48, 92
Scorodite IV.473
Symplésite IV.473
Topaze I. 62
Tourmaline I. 87

Villedieu (la), près Poitiers, Vienne.
Calcite III.486

Ville-ès-Martin, près Saint-Nazaire, Loire-Inférieure.
Biotite I.332
Brookite III.175
Diopside I.605
Dipyre II.212
Graphite II.359
Humite I.123
Phlogopite I.332
Prehnite I.271
Sillimanite I. 54
Sphène II.251

Villefargeau, Yonne.
Pyrite II.614

Villefort, Lozère.
Barytine IV. 57
Chalcopyrite II.683
Fluorine II.787
Galène II.485
Mispickel II.669

Villefranche (route de), à la Guépie, Aveyron.
Mispickel II.671

Villefranche, Rhône.
Nontronite I.491

Villefranche-de-Rouergue, Aveyron.
Blende II.531
Bournonite II.703
Cérusite III.710
Chalcopyrite II.683
Dolomite III.641
Galène II.484
Pyrite II.607
Quercyite IV.585
Sidérite III.611

Villefranque, Basses-Pyrénées.
Actinote I.655
Albite II.160
Dipyre II.218
Epsomite IV.214
Gypse IV.173
Pyrite II.620
Quartz III. 62

Villegenon, Cher.
Opale III.330

Ville-Guillaume (la), en Combourg, Ille-et-Vilaine.
Pigeonite IV.768

Ville-Hendlemont, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.395

Villejuif, Seine.
Célestite IV.123
Ménilite III.332

Ville-Macé, près Fougerets, Morbihan.
Limonite III.380
Sidérite III.616

Villeminfroy, Haute-Saône.
Limonite III.385

Villeneuve, Basses-Alpes.
Lignite IV.664

Villeneuve, Aveyron.
Quercyite IV.585

Villeneuve, près Saulieu, Côte-d'Or.
Orthose IV.813

Villeneuve, Hérault.
Bauxite III.346

Villeneuve-au-Chêne (la), Aube.
Pyrite II.609
Villeneuve-en-Montagne, Saône-et-Loire.
Almandin I.251
Hornblende I.688
Rutile III.201
Villeneuve-la-Comptal, Aude.
Calcite III.514
Gypse IV.192
Villeneuve-Lalande, près Nantes, Loire-Inférieure.
Fluorine II.780
Villeneuve-les-Chanoines, Aude.
Galène II.483
Villeneuve-Loubet, Alpes-Maritimes.
Hypersthène I.560
Villeneuvette, près Clermont-l'Hérault.
Gypse IV.173
Villequier, Seine-Inférieure.
Calcite III.545
Villerange, en Sussac, Creuse.
Stibine II.454
Villeray, près Montbelleux, Ille-et-Vilaine.
Bismite IV.840
Bismuth IV.840
Bismuthinite IV.840
Wolfram IV.287
Villers-Charlemagne, Mayenne.
Asbeste IV.786
Villers-le-Tourneur, Ardennes.
Limonite III.387
Villers-sur-Bar, Ardennes.
Limonite III.384
Villers-sur-le-Mont, Ardennes.
Limonite III.386
Villers-sur-Mer, Calvados.
Glauconie I.412
Pyrite II.608, 611
Villerupt, Meurthe-et-Moselle.
Limonite III.385
Villerville, Calvados.
Colophanite IV.571
Ville-sur-Saulx, Meuse.
Célestite IV.115
Villette (la), près Louviers, Eure.
Marcasite II.656
Villeuvette. Voir **Villeneuvette**.
Villette, Jura.
Anhydrite IV. 44
Villeveyrac, Hérault.
Bauxite III.346
Galène II.483
Villevieille, près la Goutelle (Pontgibaud), Puy-de-Dôme.
Argyrite II.510
Barytine IV. 61
Campylite IV.408
Quartz III. 93
Villiers, en Prayères, Aisne.
Succinite IV.644
Villiers-au-Bois (chemin de), E. de Wassy, Haute-Marne.
Célestite IV.118
Villy-Bocage, près Villiers-Bocage, Calvados.
Calcite III.477
Vilon, N. de Cruzy, Yonne.
Pyrite II.613
Vimport, près Tercis, Landes.
Calcite III.504
Vimy-Fresnoy, Pas-de-Calais.
Houille IV.655
Vinça (chemin de) au Canigou, Pyrénées-Orientales.
Andalousite I. 36
Vins, Var.
Bauxite III.347
Vins-Haut (filon de), Puy-de-Dôme.
Mispickel IV.863

Vire, Calvados.
Andalousite I. 43
Viré, Sarthe.
Anthracite IV.649
Vireux-Molhain, Ardennes.
Colophanite IV.568
Virieu-le-Grand, Ain.
Quartz III.117
Virollet, Charente-Inférieure.
Stéargillite I.482
Vis (rivière de la), Hérault.
Mercure II.416
Visarde (la), Savoie.
Anthracite IV.650
Vissac, Haute-Loire.
Corindon III.243
Vissec, Gard.
Calcite III.487
Vitrac, Charente.
Limonite III.394
Vitrey, Haute-Saône.
Colophanite IV.569
Vittel, Vosges.
Gypse IV.174
Vivaras, Isère.
Sphène II.246
Vivario (route de) à Vezzani, Corse.
Albite II.156
Viviez, Aveyron.
Andalousite I. 40
Vizézy (rivière de), près Montbrison, Loire.
Apatite IV.388
Béryl II. 19
Gigantolite I.526; IV.759
Microcline II.124; IV.817; V. 27
Muscovite I.347
Tourmaline IV.686
Vizille, Isère.
Anhydrite IV. 44
Aragonite III.690
Pyrite II.589
Quartz III.101
Sidérite III.606
Vogué, Ardèche.
Calcite III.496
Voisette, Savoie.
Brandisite I.363
Voissières, en Chambon, Puy-de-Dôme.
Galène II.488
Volta (tunnel de la), près Saint-Marcel, Savoie.
Anhydrite IV. 44
Voltenne, en Petite-Verrière, Saône-et-Loire.
Fluorine II.784
Volvic, Puy-de-Dôme.
Aragonite III.694
Biotite I.327
Hématite III.263
Voray, Haute-Loire.
Aragonite III.691
Barytine IV. 60
Vosges (département).
Pyrite II.608
Vosges (monts des).
Olivine I.186
Plagioclases II. 58
Wollastonite I.622
Vouavres, Haute-Savoie.
Anthracite IV.650
Vougy, près Roanne, Loire.
Calcite III.490
Vougy-Montrenard, Loire.
Calcite III.480
Vouillé, près Poitiers, Vienne.
Olivine (*Météorite*) I.192
Voulte (la), Ardèche.
Barytine IV. 72
Calcite III.564
Halloysite I.477

Hématite III.282
Limonite III.386
Manganite III.358
Or II.433
Pyrite II.608
Sidérite III.621
Vouvant, Vendée.
Barytine IV. 94
Élatérite IV.636
Houille IV.655
Sidérite III.619
Vouzelle (la), près Compreignac, Haute-Vienne.
Columbite IV.617
Vouziers, Ardennes.
Colophanite IV.573
Marcasite II.658
Vy-les-Lures, Haute-Saône.
Houille IV.659

W

Wadelincourt, Ardennes.
Blende IV.855
Wassy, Haute-Marne.
Célestite IV.113
Hématite III.282
Limonite III.388, 395
Wast (le), près Boulogne, Pas-de-Calais.
Pyrite II.608
Wilson (puits), à Montchanin, Saône-et-Loire.
Pyrite II.604
Wisembach, Vosges.
Datholite I. 77
Wissant, Pas-de-Calais.
Colophanite IV.572

X

Xennois (étang du), en Saint-Etienne, Vosges.
Orthose II. 83
Xettes, près Gérardmer, Vosges.
Biotite I.324
Brucite III.403
Chrysolite I.436
Cordiérite I.527
Muscovite I.348
Némalite III.403
Orthose II. 83
Pyrope I.239
Tourmaline I.100

Y

Yèvre (vallée de l'), Cher.
Limonite III.393
Youx, près Montaigut, Puy-de-Dôme.
Fluorine II.788
Galène II.488
Yrouerre, Yonne.
Limonite III.396
Ysarne (combe d'), près Cabrières, Hérault.
Gypse IV.206
Quartz III.109
Ysserteaux. Voir **Isserteaux.**
Yver (rocher d'), Charente-Inférieure.
Calcite III.495

I. PAYS LIMITROPHES DE LA FRANCE

ALSACE

A

Alfeld (lac), près Sewen.
Malachite III.747

Avenheim.
Célestite IV.115
Gypse IV.174

B

Bâle (entre) et Mannheim.
Or II.432

Barr-Andlau.
Andalousite I. 49
Cordiérite I.530

Bergheim.
Fluorine II.786
Manganite III.356
Barytine IV. 97
Calcite III.557

Bitschwiller.
Ranciéite IV. 26

Bluttenberg. Voir **Bressoir.**

Bourbach-le-Bas, près Massevaux.
Calcite III.475

Bouxwiller.
Salmiac II.770
Soufre II.377

Bressoir (massif du) ou Mont Brézouard, en Faurupt, près Sainte-Marie-aux-Mines.
Argent II.407
Bronzite I.550
Hématite III.273

Brézouard (mont). Voir Bressoir.

Brézouard (forêt du).
Barytine IV. 63

Brunstatt, près Mulhouse.
Calcite III.521

C

Champ-Brécheté, à Urbeis.
Psilomélane IV. 17

Champ-du-Feu.
Sphène II.245

Chapelle (mine de la), à Framont.
Ankérite III.661
Calcite III.566
Mélanite I.234
Pyrite II.583

Charbes, en Lalaye. Voir **Honilgoutte.**

Château (mine du), près Urbeis.
Fluorine IV.887

Chrétien (mine du), à Sainte-Marie-aux-Mines.
Argent II.409
Argyrite II.510
Panabase II.730
Smaltite II.631

D

Dangolsheim, près Sulzbad ou Soultz-les-Bains.
Calcite III.476
Donner (mine de), à Urbeis.
Cérusite III.717
Fluorine IV.887
Sidérite III.604, 613
Donon (mine du), à Framont.
Chalcopyrite II.685

E

Echery. Voir **Sainte-Marie-aux-Mines**.
Engelsbourg (mines d'), près Sainte-Marie-aux-Mines.
Argyrite II.510
Panabase II.730
Proustite II.714
Ensisheim.
Olivine (*Météorite*) I.192

F

Faurupt ou Starkenbach, en le Bonhomme.
Bronzite I.550
Ferrette ou Pfirt.
Calcite III.493
Fertru (vallon de) ou Furtelbach, près Sainte-Marie-aux-Mines.
Argent II.409
Argyrite II.510
Smaltite II.631
Fessenheim.
Gypse IV.174
Flexbourg.
Gypse IV.174
Fluss-Grub (mine de), à Sainte-Marie-aux-Mines.
Calamine I. 23
Manganite III.358
Framont.
Allophane IV.749
Ankérite III.661
Aragonite III.687
Aurichalcite III.741
Barytine IV. 78
Biotite I.325
Bismuth II.388
Blende II.533
Calcite III.566
Céladonite I.416
Chalcanthite IV.234
Chalcopyrite II.685
Chalcosite II.514
Chessylite III.772
Chrysocole I.264
Cuivre II.403
Dolomite III.657
Épidote I.153
Érubescite II.676
Fluorine II.791 ; IV.887
Francolite IV.559
Gœthite III.351
Haussmannite IV. 4
Hématite III.270
Limonite III.376
Manganite III.358
Magnétite IV.331

Malachite III.747
Mélanite I.234
Mélantérite IV.226
Panabase II.728 ; IV.877
Phénacite I.203
Quartz III. 99
Scheélite IV.279
Terre de Vérone I.416
Topaze I. 64

Furtelbach. Voir **Fertru.**

G

Gabe-Gottes (mine de), à Sainte-Marie-aux-Mines.
Argent II.409
Arsenic II.382
Calcite III 555
Chalcopyrite II.685
Chalcosite II.514
Chloanthite II.634
Lautite IV.865
Panabase II.730
Proustite II.714
Pyrite II.588
Rammelsbergite IV.864
Smaltite II.631
Xanthoconite IV.880

Glück-Auf (mine de), à Sainte-Marie-aux-Mines.
Argent II.409
Chalcopyrite II.685
Mispickel II.672
Proustite II.714

Gott-Hilft-Gewiss (mine de), val. de Liepvre.
Panabase II.730

Grandfontaine, à Framont.
Calcite III.566
Chalcopyrite II.685
Fluorine II.791
Hématite III.270
Panabase II.728
Pyrite II.583

Grand-Rombach (filon du), près Sainte-Croix-aux-Mines.
Calcite III.557

Gresswiller.
Manganite III.356
Psilomélane IV. 18

Grosses-Haldes, à Sainte-Marie-aux-Mines.
Panabase II.730

Guebwiller (vallée de).
Chalcopyrite II.685
Tourmaline I.100

H

Hingrie (la), ou Deutsch-Rombach.
Muscovite I.348

Hohlandsberg, près Colmar.
Orthose II. 83
Tourmaline I.100

Hohwald.
Andalousite I. 49

Honilgoutte, en Lalaye, près Charbes, Val de Villé.
Ankérite III.661
Berthiérite II.694 ; IV.871
Botryogène IV.264
Dolomite III.655
Stibine II.455

I. J

Ill (rivière de l'), à Strasbourg.
Or II.432
Jaune (mine), à Framont.
Calcite III.567
Chalcopyrite II.685
Phénacite I.203
Quartz III. 99
Jœgerthal, en Reichshoffen.
Sphène II.245

K

Kälberhügel, à Dambach.
Braunite IV. 3
Stibine II.455
Katzenbach, à Rimbach, près Masse-vaux.
Calcite III.558
Katzenthal, près Lembach.
Aurichalcite III.741
Blende II.532
Calamine I. 23
Cérusite III.717
Galène II.490
Kienheim.
Gypse IV.174
Kleingrubendinn (filon de), à Sainte-Marie-aux-Mines.
Fluorine II.789; IV.887
Kochersberg.
Gypse IV.174
Kronthal, près Marlenheim.
Barytine IV. 90

L

Lalaye, val de Villé.
Aragonite III.689
Barytine IV. 91
Blende II.532, 540
Cobaltite II.637
Galène II.490
Lampertsloch (mine de).
Barytine IV.78, 91
Leberthal. Voir **Liepvre.**
Lembach (filon de).
Psilomélane IV. 17
Ranciéite IV. 26
Liepvre (vallon de la petite), Leberthal.
Argent II.408
Chalcophyllite IV.519
Chalcosite II.514
Sillimanite I. 58
Voir **Sainte-Marie-aux-Mines.**
Lobsann.
Asphalte IV.631
Résine fossile IV.644

M

Mannheim (entre) et Bâle.
Or II.432
Markirch. Voir **Sainte-Marie-aux-Mines.**

Marmoutier.
Calcite III.477
Massevaux (Val de).
Malachite III.747
Maursmunster. Voir **Marmoutier.**
Meisengott.
Botryogène IV.264
Mietesheim.
Blende II.541
Mine-des-Trois. Voir **Trois** (Mine des).
Mine-Jaune. Voir **Jaune** (mine).
Mollau, près Saint-Amarin.
Malachite III.747
Molsheim.
Pissasphalte IV.628
Moritz (mine), à Sewen.
Fluorine IV.887
Morveux, au Donon, près Sainte-Marie-aux-Mines.
Olivénite IV.423
Münster (vallée de).
Chalcopyrite II.685
Musloch, près Sainte-Croix-aux-Mines.
Aragonite III.689

N

Neubourg en Dauendorf.
Blende II.541
Neugartheim.
Gypse IV.174
Niederbronn.
Calcite III.477
Noire-Goutte (car. de), à Lalaye.
Cobaltite II.637
Noire-Maison (mine de), à Framont.
Crocidolite I.692
Hématite III.270
Manganite III.358

O

Oberbergheim. Voir **Bergheim.**
Ober-Pers (montagne d'), près de Sternensee.
Mispickel II.670
Odern.
Albite II.156
Axinite I.302
Diallage I.588
Talc I.454
Orschwiller ou Silberloch.
Fluorine II.786
Galène II.490
Osenbach, près Soulzmatt.
Chessylite III.772
Malachite III.747
Osterweg (car. de l'), à Bergheim.
Aragonite III.689

P

Paul (filon). Voir **Saint-Sylvestre.**
Pechelbronn.
Pétrole IV.631, 633
Quartz III.105
Pfirt. Voir **Ferrette.**
Phaunoux (vallon de), ou Rauenthal.
Antigorite I.428
Argent II.408

Argyrite II.510
Biotite I.322
Calcite III.554
Chalcopyrite II.684
Dyscrasite II.466
Lautite IV.865
Muscovite I.348
Orthose II. 83
Panabase II.730
Pharmacolite IV.500
Smaltite II.631
Voir **Sainte-Marie-aux-Mines.**
Pomme-de-Pin (car. de la), à la côte de Saint-Dié, près Sainte-Marie-aux Mines.
Datholite I.77 ; IV.682
Prahegetz. Voir **Saint-Philippe.**
Puant-Trou (mine du), près Lalaye.
Aragonite III.689

R

Rain de l'Horloge, ou Schülenberg, près Sainte-Marie-aux-Mines.
Argent II.408
Rauenthal. Voir Phaunoux (vallon de).
Rauschenburg.
Asphalte IV.628
Pissasphalte IV.628
Reichelbronn. Voir **Pechelbronn.**
Reichenberg (château de), près Bergheim.
Fluorine II.786
Reichenweier. Voir **Riquewihr.**
Reichshoffen.
Calcite III.477
Rhin (fleuve).
Or II.432
Platine II.390
Quartz (*cailloux*) III.103
Rhinau (entre) et Wittenweier.
Or II.432
Ribeauvillé.
Fluorine II.786
Riedisheim.
Calcite III.521
Rimbach, près Massevaux.
Andésine II.179
Ankérite III.661
Sidérite III.613
Riquewihr, ou Reichenweier.
Bronzite I.551
Calcite III.585
Rothbach.
Asphalte IV.628
Pissasphalte IV.628
Rouyer. Voir **Rouyeux.**
Rouyeux, en Fouchy, Val de Villé.
Muscovite I.348

S

Saint-Guillaume (mine de), à Sainte-Marie-aux-Mines.
Argent II.409
Argyrite II.510
Calcite III.554
Chalcopyrite II.685
Fluorine II.789
Panabase II.730
Saint-Hippolyte.
Fluorine II.786

Houille IV.656
Orthose II. 83
Sillimanite I. 58

Saint-Jacques (mine de), à Sainte-Marie-aux-Mines.
Arsenic II.382
Chloanthite II.634
Dyscrasite II.466
Panabase II.730
Pharmacolite IV.500
Proustite II.714

Saint-Jean (filon de), à Sainte-Marie-aux-Mines.
Proustite II.714

Saint-Louis (mine de), près Sainte-Marie-aux-Mines.

Saint-Nicolas (mine de), près Sainte-Marie-aux-Mines.
Chalcopyrite II.685
Panabase II.730

Saint-Philippe, ou Prahegetz, près Sainte-Marie-aux-Mines.
Almandin I.252
Argent II.409
Brookite II.252
Calcite III.450
Chondrodite I.124
Diopside I.585
Oligoclase-Andésine II.172
Pennine I.387
Phlogopite I.333
Pyrosclérite I.387
Sphène II.245, 252
Spinelle IV.303

Saint-Sylvestre (mine de), à Urbeis, Val de Villé.
Ankérite III.661
Barytine IV. 63
Calcite III.556
Chalcopyrite IV.869
Dolomite III.655. 657
Linnéite IV.870
Mésitite III.595
Millérite IV.858
Sidérite III.604, 613
Sidéroplésite III.599
Whewellite III.797

Sainte-Croix-aux-Mines.
Calcite III.557
Xanthoconite IV.881

Sainte-Marie-aux-Mines.
Almandin I.252
Anatase III.187
Ankérite III.661
Antigorite I.430
Aragonite III.689
Argent II.407
Argyrite II.510
Arsenic II.381
Arsénolamprite IV.840
Arsénolite III. 12
Asbolite IV. 23
Barytine IV. 63
Biotite I.325
Blende II.533
Brookite III 175
Calcite III.554
Cérargyrite II.773
Cérusite III.716
Chalcophyllite IV.519
Chalcopyrite II.684; IV.869
Chalcosite II.514
Chessylite III.772
Chloanthite II.634
Cobaltite II.637
Diopside I.585
Dolomite III.654
Erythrite IV.463
Fluorine II.789; IV.887
Galène II.502
Graphite II.359, 360
Manganite III.358

Malachite III.747
Marcasite II.648
Mimétite IV.408
Mispickel II.671 ; IV.863
Olivine I.194
Panabase II.730 ; IV.879
Pharmacolite IV.500
Plagioclase II. 43
Proustite II.714; IV.880
Psilomélane IV. 17
Pyrargyrite II.716
Pyrite II.588
Pyromorphite IV.403
Quartz III. 99
Réalgar II.443
Sidérite III.604, 613
Smaltite II.631
Spinelle IV.302
Tennantite II.738
Tourmaline I.100
Tyrolite IV.515
Xanthoconite II.718

Sankt-Kreuz. Voir **Sainte-Croix.**

Saverne, ou Zabern.
Calcite III.476

Schabwiller. Voir **Schwabwiller.**

Schletzenbourg (filon de), à Sainte-Marie-aux-Mines.
Fluorine II.789

Schlusselstein, près Ribeauvillé.
Fluorine II.786, 789

Schnarupt, en Urbeis, Val de Villé.
Muscovite I.348

Schwabwiller.
Pétrole IV.633

Silberthal (mines du). Voir **Steinbach.**

Soultz-les-Bains, ou Sulzbad.
Anatase III.189
Barytine IV. 91
Manganite III.356
Psilomélane IV. 18

Starkenbach. Voir **Faurupt.**

Steinbach, près Thann.
Barytine IV. 63
Chalcopyrite II.685
Malachite III.747
Pyromorphite IV.403
Sidérite III.613

Sulzbach.
Quartz III.105

Sulzbad. Voir **Soultz-les-Bains.**

Surlatte (mine de), près Sainte-Marie-aux-Mines.
Galène II.502

Surlatte (vallon de). Voir **Sainte-Marie-aux-Mines.**

T

Tempelhof. Voir **Bergheim.**

Terlingoutte, à Framont.
Pyrite II.583
Stibine II.455

Thann.
Blende II.532
Calcite III.475
Fluorine II.789

Thanvillé.
Tourmaline I.100

Thauvillé. Voir **Thanvillé.**

Théophile (mine de), à Urbeis, val de Villé.
Malachite III.747

Tirlingoutte, près Sainte-Marie-aux-Mines.
Pyrite II.588

Toussaint (mine de), près Sainte-Marie-aux-Mines.
Pyrite II.588

Triembach (mine de).
Calcite III.557
Chessylite III.772
Pharmacosidérite IV.522
Tyrolite IV.516
Trois (mine des), à Sainte-Marie-aux-Mines.
Chalcophyllite IV.519
Chalcosite II.514
Clinoclasite IV.436
Trois-Rois (mine des), près Sainte-Marie-aux-Mines.
Manganite III.358
Trou-du-Loup, près Charbes, en Lalaye.
Ankérite III.661
Berthiérite IV.871
Truttenhausen, en Heiligenstein.
Fluorine II.786

U

Urbeis, Val de Villé.
Graphite II.359
Muscovite I.348
Tourmaline I.101
Voir **Saint-Sylvestre**.
Urbès, près Saint-Amarin.
Chessylite III.772
Uttwiller.
Salmiac II.770

V

Vieux-Thann.
Manganite III.356
Villé (val de).
Houille IV.656
Marcasite II.649
Sphène II.245
Voir **Saint-Sylvestre**.
Villers (val de) d'Urbeis. Voir **Villé**.

W

Wackenbach, en Schirmeck.
Crocidolite I.692
Wegscheid.
Sidérite III.613
Weiler, près Weissenburg.
Calcite III.476
Weiterswiller.
Asphalte IV.628
Pissasphalte IV.628
Weltenheim.
Gypse IV.174
Westhalten.
Manganite III.356
Wilgottheim.
Célestite IV.115
Wittenweier (entre) et Rhinau.
Or II.432
Wissembourg (filon de).
Psilomélane IV. 17
Ranciéite IV. 26

Y. Z

Yvrée (champs d'), près d'Urbeis.
Muscovite I.348
Zabern. Voir **Saverne**.
Zillerthal. Voir **Surlatte**.
Zimmersheim, près Mulhouse.
Gypse IV.191

BELGIQUE[1]

A

Aimeries, Hainaut.
Succinite IV.644
Altenberg. Voir **Vieille-Montagne**.
Angleur, près Liège.
Galapectite I.477
Gummite I.477
Argenteau, Liège.
Destinézite IV.598

B

Bagatelle, près Visé, Liège.
Kaolinite I.469
Baldas-Lalore, près Chockier, Liège.
Hatchettite IV.620
Bastogne, Luxembourg.
Bastonite I.332
Spessartine I.256
Berneau (mine de), près Visé, Liège.
Delvauxite IV.539
Binche, Hainaut.
Succinite IV.644
Bracquegnies, Hainaut.
Spangolite III.325

C

Charleroi, Hainaut.
Houille IV.655
Chartreuse (la), près Liège.
Kaolinite I.469
Chaudfontaine, Liège.
Barytine IV. 94

D

Dave, Namur.
Cinabre II.552
Dudelange, Luxembourg grand-ducal.
Limonite III.385

F

Flémalle-Grande, Liège.
Hatchettite IV.620
Fontaine-l'Évêque, Hainaut.
Pétrole IV.628
Forges de la Commune, Luxembourg.
Ilménite III.293
Freux, Luxembourg.
Ottrélite I.372

1. Il a été joint à cette liste deux localités se trouvant dans le Luxembourg grand-ducal.

H

Hainaut (Province).
Glauconie I.412
Hasard (charbonnage du), à Micheroux, Liège.
Millérite II.555
Haye (charbonnage de), à Liège.
Kaolinite I.469
Hébronval, Luxembourg.
Spessartine I.256
Houdeng, Hainaut.
Succinite IV.644
Hourt, Luxembourg.
Spessartine I.256

L

Laval-Trahegnies, Hainaut.
Succinite IV.644
Liège.
Houille IV.655
Lierneux, E. d'Ottré, Luxembourg.
Ottrélite I.372

M N

Meuville (entre) et Xhierfomont, Luxembourg.
Carpholite I.112
Moircy (entre) et Remagne, Luxembourg.
Ottrélite I.372
Mons, Hainaut.
Houille IV.655
Kaolinite I.469
Moresnet. Voir **Vieille-Montagne**.
Nil-Saint-Vincent, Brabant.
Anatase III.179

O P Q

Ottrez, Luxembourg.
Davreuxite I.360
Ottrélite I.372
Spessartine I.256
Panisel (mont), près Mons.
Glauconie I.413
Pilette (ravin de la), près Laifour, Ardenne.
Ilménite III.293
Quenast, Brabant.
Kaolinite I.469

R

Remagne (moulin de), Luxembourg.
Ottrélite I.372
Remagne (entre) et Moircy, Luxemb.
Ottrélite I.372
Rhisnes, Namur.
Calcite III.460

Rifontaine (marais du ruisseau de), O. de la route de Libramont, à Houffalize, Luxembourg.
Ottrélite I.371
Rocheux (le).
Cinabre II.552
Rosée (grotte), à Engihout, près Engis, Liège.
Calcite III.527

S

Salm-Château, près Ottrez, Luxembourg.
Ardennite I.127
Hématite III.276
Voir **Vieil-Salm**.
Sars-Longhamps, Hainaut.
Rétinellite IV.644
Seraing, Liège.
Hatchettite IV.620
Serpont, près Recogne, Luxembourg, grand ducal.
Ottrélite I.370
Séviscourt (château de), Ardenne.
Ottrélite I.371
Stavelot, Liège.
Ottrélite I.370
Strepy-Bracquegnies, Hainaut.
Rétinellite IV.644

T V

Trahenières, Hainaut.
Succinite IV.644
Vieil-Salm, Luxembourg.
Érubescite II.676
Hématite III.279
Klémentite I.397
Ottrélite I.372
Pyrophyllite I.472
Salmite I.372
Spessartine I.256
Vieille-Montagne, territoire neutre de Moresnet.
Calamine I. 23
Visé, près Liège.
Allophane I.485

W X

Wommerson, près Tirlemont, Brabant.
Succinite IV.644
Xhierfomont (entre) et Meuville, Luxembourg.
Carpholite I.112

ESPAGNE

A B

Aran (val d').
Andalousite I. 48
Galène II.498
Baronia, vallée de Gistain, Aragon.

Smaltite II.631
Beausin, près le Pont du Roi, Val d'Aran.
Pyrrhotite IV.858
Bielsa, vallée du Cinca, Aragon.
Galène II.505
Soufre II.376
Bosost, Val d'Aran.
Tourmaline I. 91
Bourdette (la), Val d'Aran.
Tourmaline I. 91
Boux (pic de), massif du pic des Posets, Catalogne.
Idocrase I.164
Box (pic de). Voir **Boux**.

C

Canejau, vallée du Toran, Val d'Aran.
Blende II.540
Galène II.498
Caserras, Huesca.
Ærinite I.404
Ceil de la Baque (pic du), près le port d'Oo, Aragon.
Grossulaire I.223
Tourmaline I. 91
Cervetto, Aragon.
Prehnite I.276
Christina (mine), à San-Juan, Aragon.
Erythrite IV.463
Comajuana (pic de). Voir **Habaña**.
Comolo Forno (pic), sierra de Montarto, Catalogne.
Tourmaline I. 91

E F

Emilia, vallée de Gistain, Aragon.
Smaltite II.631
Eristé (montagne d'), Aragon.
Ouwarowite I.229
Esperanza, vallée de Gistain, Aragon.
Smaltite II.631
Estans Frins, massif de la Maladeta, Aragon.
Tourmaline I. 91
Estans (place des), Aragon.
Trémolite I.649
Forcanade (pico de), Aragon.
Grossulaire I.223
Idocrase I.165

G H

Gistain (vallée de), Aragon.
Annabergite IV.465
Arsénolite III. 12
Chloanthite II.634
Erythrite IV.463
Graphite II.360
Nickélite II.558
Smaltite I.631
Habaña (pic de la), Catalogne.
Idocrase I.164

L

Lapez (port de), vallée de Gistain, Aragon.
Graphite II.360
Liat (mine de), Val d'Aran.
Cérusite III.709
Hydrozincite III.737
Smithsonite III.636

M N

Maladeta (versant S. de la), Aragon.
Tourmaline I. 91
Trémolite I.649
Montalban, Aragon.
Jayet IV.663
Montludo (pic de), val d'Aran.
Andalousite I. 33
Murria (rivière), Huesca.
Giobertite III.592
Nuestra-Señora-de-las-Salinas, Catalogne.
Chondrodite IV.707

O P

Otal (pic d'), 8 kil. S. S. O. de Gavarnie, Aragon.
Calcite III.508
Pardina (cabane de) au pic des Posets, Catalogne.
Ouwarowite I.229
Posets (massif des), Catalogne.
Grossulaire I.223
Idocrase I.164
Providencia, vallée de Gistain, Aragon.
Smaltite II.631

R S

Roumiga (prairie de), commune de Saliens, Lérida.
Fluorine II.782
Topaze IV.682
Sahun (montagne de), massif des Posets, Catalogne.
Grossulaire I.223
Saint-Jean-de-Gistain (mine de), Aragon.
Bismuth II.387
Bismuthinite II.460
Calcite III.535
Smaltite II.631
San Benito, vallée de Gistain, Aragon.
Smaltite II.631
San Pedro, vallée de Gistain, Aragon.
Smaltite II.631
Santa Barbara, vallée de Gistain, Aragon.
Smaltite II.631
Senet (montagne de), Catalogne.
Épidote I.153
Grossulaire I.223
Idocrase I.165
Pyrénéite I.211

T U V

Teresa, vallée de Gistain, Aragon.
Smaltite II.631
Urets (port d'), Val d'Aran.
Blende II.530
Galène II.498
Vera, vallée de la Bidassoa, Navarre.
Sidérite III.601

ITALIE

A B

Aoste (vallée d'), Piémont.
Chloromélanite, Jadéite IV.774
Beaume.
Glaucophane I.704
Binnen, Valais.
Pictite II.240
Bousson, S. du Mont-Cenis, district de Suze.
Paragonite I.355
Brenna (entre la) et le mont Fréty.
Quartz III. 77

C D

Chianale (vallée de la).
Lawsonite I.704
Courmayeur.
Épidote I.143
Laumontite II.342
Dora Riparia (vallée de la), Mont-Viso.
Chloromélanite, Jadéite IV.774

F I L

Frety (entre le mont) et la Brenna.
Quartz III. 77
Ivrée.
Chloromélanite, Jadéite IV.774
Cossaïte I.355
Lipari (îles).
Tridymite III.168

M O

Maira (vallée de la).
Chloromélanite, Jadéite IV.774
Montagne Rousse, près Fenestrelles.
Craie de Briançon I.453
Orco (vallée d'), Mont Viso.
Chloromélanite, Jadéite IV.774
Oulx.
Crossite IV.800
Glaucophane I.704; IV.800

P

Paterno (mont), près Bologne.
Barytine IV.101
Pellice (vallée de), Mont Viso.
Chloromélanite, Jadéite IV.774
Prales.
Craie de Briançon I.453

R S

Rose (mont).
Chloromélanite, Jadéite IV.774
Saint-Marcel, vallée d'Aoste.
Chloromélanite, Jadéite IV.774
Piémontite I.155
Roméite IV.360
Sismondine I.364
Sesia (vallée de la).
Chloromélanite, Jadéite IV.774
Susa (vallée de).
Chloromélanite, Jadéite IV.774

V

Varaita (vallée de), Mont Viso.
Chloromélanite, Jadéite IV.774
Vintimille.
Calcite III.515
Viso (mont).
Chloromélanite, Jadéite IV.774

LORRAINE

A

Algrange.
Calcite III.483
Ars-sur-Moselle.
Calcite III.483
Quartz III.103
Aumetz.
Berthiérine I.402
Limonite III.381

B C

Bleiberg, S. S. O. de Saint-Avold.
Cérusite III.717
Galène II.506
Bochumer Verein (mine du).
Calcite III.483
Château-Salins.
Gypse IV.175
Sel gemme II.761
Creutzwald.
Barytine IV. 78
Blende II.532
Cérusite III.717
Galène II.490
Orpiment II.447

D G

Dieuze.
Anhydrite IV. 44
Célestite IV.110
Glaubérite IV. 37
Gypse IV.175
Polyhalite IV.252
Quartz III.112
Sel gemme II.761
Grimont.
Blende II.541
Gross-Hettingen. Voir **Hettange-Grande.**

H J

Hagarten. Voir **Hargarten.**
Hargarten-les-Mines.
Galène II.506
Hayange ou Hayingen.
Berthiérine I.402
Calcite III.481, 483
Leesbergite III.808
Limonite III.381, 385
Hayingen. Voir **Hayange.**
Hestroff.
Pyrite II.610
Hettange-Grande ou Gross Hettingen.
Calcite III.482
Jussy.
Magnétite IV.340

M N

Marspich.
Leesbergite III.808
Metz.
Barytine IV. 98
Monselet.
Célestite IV.110
Moselle (rivière de la), à Metz.
Or II.432
Moyenvic.
Anhydrite IV. 44
Célestite IV.110
Gypse IV.175
Polyhalite IV.252
Quartz III.112
Sel gemme II.761
Moyeuvre.
Limonite III.385
Narcy.
Limonite III.381
Nilvange.
Calcite III.482

O P

Ottonville.
Pyrite II.610
Pettoncourt.
Célestite IV.110
Piblange.
Pyrite II.610

R S

Rémilly (sondage de).
Anhydrite IV. 44
Roechling (mine), à Algrange.
Aragonite III.690
Calcite III.483
Saint-Avold.
Galène II.506
Quartz III.105
Sel gemme II.760
Saint-Bernard.
Pyrite II.610
Saint-Médard
Célestite IV.110
Salonnes.
Célestite IV.110
Salzbronn (sondage de) près Sarralbe.
Anhydrite IV. 44
Sarralbe.
Gypse IV.175
Sarrebrück (bassin de).
Houille IV.655
Seille (vallée de la).
Gypse IV.175
Quartz III.112

V

Valmunster.
Pyrite II.610
Vaux.
Magnétite IV.340
Velving.
Pyrite II.610
Vic.
Anhydrite IV. 44
Barytine IV. 98
Célestite IV.110
Glauhérite IV. 36
Gypse IV.175
Polyhalite IV.252
Quartz III.112
Sel gemme II.761
Villers-Bettnach.
Pyrite II.610

SUISSE

A B

Auvergnier.
Asphalte IV.630
Bagne (vallée de).
Chloromélanite, Jadéite IV.774
Bois de Croix.
Asphalte IV.630

C G

Chamoson, Valais.
Chamosite I.403
Couvet.
Asphalte IV.630
Grand-Champ.
Asphalte IV.630

L N P

Liesberg, près Delémont, Jura Bernois.
Calcite III.499
Neuchâtel
Glauconie I.411
Preste (la).
Asphalte IV.630

R S T

Reckingen (Valais).
Phénacite I.203
Saint-Aubin.
Asphalte IV.630
Taviglianaz, Diablerets.
Quartz III.107
Travers (val de), S. O. de Neuchâtel.
Asphalte IV.630

V Z

Versoix, près Genève.
Crossite IV.800
Glaucophane IV.800
Zermatt (vallée de).
Chloromélanite, Jadéite IV.774
Titanolivine I.200

ILES ANGLO-NORMANDES

H J

Haudois (filon des), Jersey.
Molybdénite II.463
Jersey (île de).
Allanite IV.711

II. COLONIES FRANÇAISES[1]

TABLEAU DES COLONIES FRANÇAISES

1° **Afrique du Nord** :

Algérie.
Territoire militaire du Sud (Gourara, Hoggar, Tassili, Tidikelt, Touat).
Tunisie.

2° **Afrique occidentale française** :

Côte d'Ivoire.
Dahomey.
Guinée.
Mauritanie.
Sénégal.
Haut-Sénégal et Niger (partie O. de l'ancien Soudan).
Territoire militaire du Niger (partie E. de l'ancien Soudan)
(Aïr ou Azben, Mounio).

3° **Afrique équatoriale française** :

Gabon.
Moyen Congo.
Oubangui — Chari — Tchad.
Territoire militaire du Tchad-Ouadaï (Borkou, Eguei, Ennedi, Kanem, Ouadaï, Tibesti).

4° **Afrique orientale et Océan Indien** :

Côte Somalis.
Madagascar.
Réunion.
Iles Amsterdam, Kerguelen, Saint-Paul.

5° **Antilles, Guyane et Clipperton** :

Guadeloupe et iles voisines.
Martinique.
Guyane.
Clipperton

6° **Asie** :

Indo-Chine française.

7° **Océanie** :

Nouvelle Calédonie.
Tahiti et archipels Gambier, Tuamotou, etc.

1. *Remarque.* — Pendant les 20 années qu'a duré la publication de la *Minéralogie de la France et de ses Colonies*, des remaniements importants ont été effectués dans les divisions administratives des colonies françaises d'Afrique. Pour mettre les anciennes dénominations, citées dans l'ouvrage, en harmonie avec les nouveaux tracés, nous avons dressé le tableau ci-dessus.

1° AFRIQUE DU NORD

ALGÉRIE

(ALGER, CONSTANTINE, ORAN)

A

Abla, Oran.
Chalcopyrite II.688
Achaïch (filon de), Constantine.
Chalcopyrite II.687
Acra (cap), près Rachgoun, Oran.
Haüyne I.512
Noséane I.512
Agha (porte de l'), Alger.
Microcline II.124
Tourmaline I. 81, 102
Aïat, Chaîne du Tessala, Oran.
Gypse IV.177
Aïn-Abid, Constantine.
Colophanite IV.576
Aïn-Achour, région de Guelma, Const.
Adamite IV.427
Mimétite IV.409
Aïn-Arko, N. d'Aïn-Beïda, Const.
Smithsonite III.633
Aïn-Babbouch, Constantine.
Gypse IV.177
Aïn-Barbar (mine d'), Constantine.
Blende II.537
Brochantite IV.150
Chalcopyrite II.687
Chessylite III.772
Cuprite III.308
Goslarite IV.220
Kaolinite IV.748
Marcasite II.649
Mispickel II.672
Pyromorphite IV.404
Pyrrhotite II.569
Sidérite III.614
Aïn-Chaouch, N. de Tebessa, Const.
Smithsonite III.633
Aïn-Dibbou, Constantine.
Colophanite IV.566
Aïn-Fakroun, entre Aïn-Beida et Constantine, Constantine.
Colophanite IV.566
Aïn-Guibeur, Constantine.
Gypse IV.177
Aïn-Hadjera, 44 kil. O. de Djelfa, Alger.
Sel gemme II.764
Aïn-Kebira, S. de Nemours, Oran.
Andalousite I. 49
Quercyite IV.586
Aïn-Kerma, près Milianah, Alger.
Chalcopyrite II.687
Aïn-Kerma (entre) et Rouffach, Const.
Gypse IV.193
Aïn-Khïal, O. d'Aïn-Temouchent, Oran.
Hornblende I.680

Aïn-Krouna, près Sétif, Constantine.
Source salée II.763
Aïn-Medjine, Alger.
Hypersthène I.560
Aïn-Melloul, près Sétif, Constantine.
Sel marin II.750
Aïn-Mokra, Constantine.
Hématite III.268
Limonite III.375
Manganite III.359
Magnétite IV.337
Tourmaline I.102
Aïn-Nouïssy, Alger.
Anhydrite IV. 45
Dipyre II.227
Gypse IV.177
Magnétite IV.332
Aïn-Ouarka, cercle d'Aïn-Sefra, Oran.
Actinote I.655
Atacamite I.891
Barytine IV. 97
Célestite IV.110
Dolomite III.647
Gypse IV.177
Pyrite IV.860
Sel gemme II.764
Aïn-Oudrer, S. E. d'Alger, Alger.
Magnétite IV.337
Aïn-Ouerkal, **Aïn-Ourka**. Voir **Aïn-Ouarka**.
Aïn-Radjeradja, près Milah, Const.
Source salée II.763
Aïn-Sadouna, Alger.
Limonite III.374
Aïn-Safra. Voir **Aïn-Sefra**
Aïn-Sebra, 17 kil. S. 32° O. de Nemours, Oran.
Calcite III.543
Marbre onyx III.543
Aïn-Sedma, Constantine.
Pyrite II.583
Aïn-Sefra, Constantine.
Hydrozincite III.738
Mimétite IV.409
Smithsonite III.633
Aïn-Serzokra, près de Milah, Const.
Source salée II.763
Aïn-Sultan, Alger.
Chalcopyrite II.687
Aïn-Tellout, Oran.
Gypse IV.177
Aïn-Temouchent, Oran.
Augite I.596
Bronzite I.551
Hornblende I.680
Leucite II. 6
Quartz III. 62
Aïn-Tolba (tuilerie d'), Oran.
Leucite II. 6
Aïn-Trid, Djebel Tessala, Oran.
Pyrite II.615
Aïn-Zeft, région du Dahra, Oran.
Bitume IV.634
Aït-Abbès, Alger.
Panabase II.734
Alger (département).
Muscovite I.349
Algérie.
Cérusite III.728
Chessylite III.774
Cuprite III.309
Homicklin II.679
Ilménite III.299
Alma, près Alger, Alger.
Calcite III.523
Amann (gîte d'), Ouarsenis, Alger.
Calamine IV.675
Smithsonite III.632
Ameur-el-Aïn, plaine de la Mitidja, Alger.
Hypersthène I.560
Anglais (fort des), Alger.

Calcite III.539
Pélagosite III.539
Prehnite I.275
Ank-ed-Djemel, Constantine.
Sel marin II.750
Anseur-el-Louza, 21 kil. N. 36° E. de Teniet-el-Hâad, Alger.
Source salée II.764
Aouïnet-ed-Dieb, Constantine.
Quartz IV.892
Arbâ (l'), Alger.
Blende II.539
Dipyre II.231
Gypse IV.177
Leuchtenbergite I.384
Pyrite II.627
Quartz III. 62
Tourmaline I.82, 109
Arbal, Oran.
Randannite III.325
Arbaouat, Dj. Mouïlah, Oran.
Dolomite III.647
Arbâ Tahtoui, cercle de Geryville, Oran.
Barytine IV. 97
Arzew, Oran.
Mercure II.417
Odontolite IV.579
Arzew (salines d'), 14 kil. d'Arzeu, Oran.
Sel marin II.750
Aumale, Constantine
Colophanite IV.573
Météorite I.192 ; V.43
Azerou-Amellal, près Khenchela, Constantine.
Panabase II.734
Azeroun, 8 kil. S. de l'Arbâ, Alger.
Panabase II.735

B

Bab-Azoun (fort de), Alger.
Almandin I.252
Bab-el-Oued, près Alger, Alger.
Calcite III.450
Bab-M'teurba, à l'E. de Nemours, Oran.
Limonite III.374
Manganite III.358
Beccaria, S. de Tebessa, Constantine.
Smithsonite III.633
Belelieta (mines de), Constantine.
Actinote I.654
Trémolite I.654
Belloua, près Tizi-Ouzou, Alger.
Galène II.503
Ben Ganah (lac de), Oran.
Augite I.596
Leucite II. 6
Orthose II.103
Sphène II.250
Bengut (cap), près Dellys, Alger.
Analcime II.285
Stilbite II.319
Thomsonite II.260
Beni-Aquil, Alger.
Chessylite III.772
Panabase II.735
Sidérite III.614
Beni-Bou-Saïd, Oran.
Tourmaline I.102
Beni-Ismaïl, près Sétif, Constantine.
Source salée II.763
Beni-Menasser, près Miliana, Alger.
Aragonite III.682
Beni-Meraï, 100 kil. de Djidjelli, Constantine,

Panabase II.734
Beni-Ourtillan, Constantine.
Source salée II.763
Beni-Saf (région de), Oran.
Gypse IV.177
Sidérite III.609
Beni-Saïd, Constantine.
Dolomite III.649
Beni-Seggoual, E. de Bougie, Const.
Smithsonite III.633
Beni-Zenthis, région du Dahra, Oran.
Bitume V.634
Berrouaghia, Constantine.
Pyrite II.609
Berrouagnia. Voir **Berrouaghia**.
Bir-Beni-Salah, 17 kil. S. de Collo, Const.
Cinabre II.551
Bir-Chitane (gîte), Ouarsenis, Alger.
Smithsonite III.632
Bir-Chitour, Alger.
Calamine IV.675
Birin, Alger.
Colophanite IV.576
Biskra, Const.
Nitre III.413
Bled-Chabâa, Oran.
Spessartine IV.729
Bled-el-Hammam (filon de), Const.
Chalcopyrite II.687
Panabase II.734
Boghar, Alger.
Colophanite IV.576
Pyrite II.609
Boghari, Alger.
Colophanite IV.566
Glauconie I.414
Bon-Accueil (boulevard), à Mustapha, Alger.
Microcline II.124
Muscovite I.349
Sillimanite IV.679
Tourmaline I.102
Bône, Constantine.
Almandin I.252
Andalousite I. 49
Chalcopyrite II.687
Disthène I.252
Magnétite IV.337
Quartz III.43, 54, 87
Staurotide I.15, 252
Bordj-du-Caïd-Tahar, 7 kil. S. de Marengo, Alger.
Barytine IV.101
Bordjia, près Mostaganem, Oran.
Sel marin II.750
Bordj-Oussi, près l'hôpital militaire de Souk-Ahras, Constantine.
Quartz III.112
Bordj-R'dir, 58 kil. S.-O. de Sétif, Const.
Colophanite IV.566, 576
Boucheritte, S. de Tebessa, Const.
Smithsonite III.633
Boufarik, Alger.
Sidérite III.614
Bou-Garoune (cap de), près Collo, Constantine.
Bustamite I.632
Ilvaïte I.712
Mélanite IV.725
Bougie, Constantine.
Chalcopyrite II.687
Odontolite IV.579
Panabase II.734
Pyrite II.583
Bou-Halloufa. Voir **Kef-el-Djir**.
Bou-Hamrah, près Bône, Constant.
Magnétite IV.337
Bouïnan, à l'E. de Blidah, Alger.
Limonite III.375
Bou-Jaber, Constantine.

Barytine IV. 68
Bou-Koufor, près Menerville, Alger.
Alunogène IV.238
Bou-Nouara, Constantine.
Colophanite IV.576
Bou-R'beya, Constantine.
Hématite III.268
Bou-Serdoun, près Collo, Constant.
Analcime II.286
Apophyllite II.348
Byssolite I.656
Cordiérite I.527
Datholite IV.682
Laumontite III.344
Pennine I.388; IV.739
Bou-Thaleb, S. O. de Sétif, Const.
Calamine IV.676
Calcite III.571
Cérusite III.723
Colophanite IV.573
Hydrozincite III.738
Mimétite IV.409
Smithsonite III.633
Willémite IV.720
Bou-Tlelis, Oran.
Gypse IV.193
Bouzarea, près Alger, Alger.
Graphite II.360
Rhodonite I.632
Tourmaline I.102
Bou-Zian, 14 kil. N., 37° E. de Relizane, Oran.
Sel marin II.750
Bou-Zitoun, région de Guelma, Const.
Smithsonite III.633
Stibine II.458

C

Camerata, Oran.
Limonite III.374
Camp des Scorpions, région de Teniet-el-Hadid, Alger.
Gypse IV.177
Casbah (fort de la), Constantine.
Almandin I.253
Cavallo, O. de Djidjelli, Constantine.
Galène II.503
Chabet-bou-Kebch, près le Djebel Bou-Kebch, Constantine.
Quartz III.112
Chabet-el-Oaïssen, à Tebessa, Const.
Colophanite IV.566
Chabet-Msilah, près Relizane, Oran.
Pétrole IV.634
Chaude-Fontaine, N. E. de Batna, Constantine.
Cinabre II.552
Chebka des Sellaoua, S. S. O. Guelma, Constantine.
Asphalte IV.629
Cheraïa (filon de), Constantine.
Chalcopyrite II.687
Chez Gaspard (auberge de) sur la route nationale entre Bourkika et l'Oued-Djer, Alger.
Hypersthène I.560
Chott Aïn-Mlila, Constantine.
Quartz III.113
Chott Melrir, 80 kil. S. E. de Biskra, Constantine.
Sel marin II.750
Chott Tinesilt (entre le) et le chott Zemoul, Constantine.
Quartz III.113
Chott Zemoul (entre le) et le chott Tinecilt, Constantine.

Quartz III.113
Clairfontaine, Constantine.
Pissasphalte IV.629
Quartz III.113
Collo, Constantine.
Bronzite I.550
Calcite III.586
Chalcopyrite II.687
Chromite IV.313
Pinite I.529
Constantine (département).
Gypse IV.193
Marcasite II.658
Nitre III.413
Roméite IV.360

D

Dahra (littoral E.), Oran.
Randannite III.325
Dar-Rih, à l'O. de Aïn-Temouchent, Oran.
Limonite III.374
Dellys, Alger.
Fer nickelé II.399; V.44
Thomsonite II.260
Derrag, Alger.
Tourmaline IV.686
Deyron (entre le moulin) et Souk-Ahras, Constantine.
Quartz III.113
Dir-Chemachen, Djebel Melah, Oran.
Barytine IV. 97
Djebel-Afsa, Oran.
Leucite II. 6
Djebel Amar-Kaddou, Constantine.
Pyrite II.609, 613
Djebel Anini, O. de Sétif, Constant.
Smithsonite III.633
Djebel Argoub el Djemel, Constant.
Quartz III.113
Djebel Azarar, Constantine.
Panabase II.734
Djebel Babor, Alger.
Panabase II.734
Djebel Belkhaïret, Ouarsenis, Alger.
Smithsonite III.632
Djebel Bouaza, près Djidjelli, Constantine.
Sidérite III.614
Djebel Bou-Kebch, Constantine.
Soufre II.373
Djebel Bou-Kerou, à l'O. de Nemours, Oran.
Limonite III.374
Manganite III.358
Djebel Bou-Rouman, Constantine.
Smithsonite III.633
Djebel Chebka, Constantine.
Gypse IV.177, 193
Djebel Chettaba, près Constantine, Constantine.
Dolomite III.649
Gypse IV.177
Djebel Debar, près Guelma, Const.
Stibine II.458
Djebel Dekma, près Souk-Ahras, Alger.
Colophanite IV.576
Djebel Did, Constantine.
Panabase II.734
Djebel Djaffa, Constantine.
Pyrite II.609
Djebel Draa M'Kerriga, près Biskra, Constantine.
Quartz III.113

Djebel Dyr, 16 kil. N. de Tebessa, Constantine.
Colophanite IV.566, 576
Djebel el Mouïada, près Sedrata, Constantine.
Asphalte IV.629
Djebel Felten, près Aïn Smara, Const.
Campylite IV.409
Cérusite III.724
Djebel Filfila, près Philippeville, Oran.
Pyrite IV.860
Tourmaline I.102
Djebel Filhaoucen, S. E. de Nemours, Oran.
Galène II.504
Djebel Frina, Constantine.
Galène II.503
Djebel Greier, 5 kil. E. S. E. de Jemmapes, Constantine.
Cinabre II.552
Djebel Grouss. Voir **Djebel Grouz**.
Djebel Grouz, N. N. E. de Château-dun-du-Rhumel, Constantine.
Calamine IV.676
Descloizite IV.430
Mimétite IV.409
Vanadinite IV.412
Djebel Guelb, 56 kil. S. S. O. de Tébessa, Constantine.
Pétrole IV.629
Djebel Guereier, près Jemmapes, Constantine.
Panabase II.734
Djebel Guergour, près Lafayette, N. de Sétif, Constantine.
Calamine IV.676
Smithsonite III.633
Djebel Guerioun, Constantine.
Quartz III.113
Djebel Guerrien, Oran.
Leucite II. 6
Djebel Gustur, Constantine.
Zincite IV.898
Djebel Hadid (filon du), à 45 kil. S. O. de Ténès, Alger.
Chalcopyrite II.687
Limonite III.374
Djebel Hamimat, 30 kil. S. O. d'Aïn-Beïda, Constantine.
Barytine IV. 71
Cinabre II.550
Kermésite II.740
Soufre II.379
Sénarmontite II.457 ; III.16
Stibine II.457
Djebel Kebir, 10 kil. N. de Lalla-Marnia, Oran.
Quercyite IV.586
Djebel Keradja, Oran.
Calcite III.477
Djebel Kouif, 22 kil. N. E. de Tebessa, Constantine.
Colophanite IV.566, 576
Djebel Malah, 52 kil. S. 15° O. d'Aflou, Oran.
Sel gemme II.764
Djebel Masser, Oran.
Smithsonite III.632
Djebel Melah-de-Keragda, S. O. de Geryville, Oran.
Barytine IV. 97
Calcite III.477
Dolomite III.647
Pyrite II.580
Djebel Melaz, N. du Chott el Marzel, Constantine.
Quartz III.113
Djebel Mesloula, près Clairfontaine, Constantine.
Quartz IV.892

Djebel Metlili, 66 kil. O. 28° S. de Batna, Constantine.
Sel gemme II.763

Djebel Mouïlah, Oran.
Dolomite III.647
Pyrite II.580

Djebel M'Zaïta, 28 kil. S. de Bordj Bou-Arréridj, Constantine.
Colophanite IV.566, 576

Djebel Mzaïta, près Lourmel, Oran.
Calcite III.574
Chalcopyrite II.688

Djebel Nādor, Constantine.
Calamine IV.676
Gypse IV.177,193
Nadorite IV.358

Djebel Ouach, Constantine.
Pyrite II.609

Djebel Ouarsenis, Alger.
Galène II.503

Djebel Ouenza, près Clairfontaine, Constantine.
Aragonite III.690
Barytine IV. 78
Calcite III.574
Chessylite III.772
Gypse IV.178
Sidérite III.609

Djebel Sahari, près Djelfa, Alger.
Dolomite III 648
Sel gemme II.764

Djebel Sayefa, S. de Jemmapes, Constantine.
Smithsonite III.633

Djebel Sfjan. Voir **D. Sidi-Sefian**.

Djebel Sidi-Sefian, 24 kil. N. E. de Nemours, Oran.
Colophanite IV.564
Quercyite IV.586

Djebel Soubella, S. O. de Sétif, Constantine.
Mimétite IV.409

Djebel Soud, au N. N. O. d'Aïn-Beïda, Constantine.
Limonite III.375
Manganite III.359

Djebel Tadjera, Oran.
Quercyite IV.586

Djebel Tamedret, E. de Bougie, Constantine.
Smithsonite III.633

Djebel Taya, près Hammam-Meskoutine, Constantine.
Cinabre II.550
Galène II.503
Stibine II.457

Djebel Tifech, Constantine.
Gypse IV.177

Djebel Tifech-Khamissa, Constantine.
Quartz III.113

Djebel Touaïla, région de Lourmel, Oran.
Cobaltite II.637
Hypersthène I.560
Quercyite IV.586

Djebel Touggourt, 15 kil. O. 3° S. de Batna, Constantine.
Panabase II.734
Source salée II.763

Djebel Touila. Voir **D. Touaïla**.

Djebel Toumaï, 18 kil. S. E. de Nemours, Oran.
Quercyite IV.586

Djebel Youssef, S. de Sétif, Constantine.
Galène II.503
Smithsonite III.633

Djebel Zardeb, Oran.
Quercyite IV.586

Djebel Zdim, S. O. de Sétif, Constantine.
Hydrozincite III.738
Smithsonite III.633

Djebel Zouabi, près Sedrata, Constantine.
Gypse IV.177
Quartz III.113
Sel gemme II.763
Source salée II.763

Djebel Zrouabi, Voir **D. Zouabi**.

Djelfa (rocher de sel), Alger.
Anhydrite IV. 45
Dolomite III.641 ; V.19
Pyrite II.860

Djenian-el-Dar, Oran.
Actinote IV.786

Djendli (Chottou sebka), Constantine.
Sel marin II.750

Djendli (Djebel), région de Batna, Constantine.
Smithsonite III.633

Djenian-bou-Resq. Voir **Djenien-bou-Rezg**.

Djenien-bou-Rezg, région de Figuig, Oran.
Barytine IV. 97
Épidote I.152

Djidiouia, Oran.
Quercyite IV.586

Djinet (cap), O. de Dellys, Alger.
Apophyllite II.348
Mésotype II.271 ; IV.831

Douar Gerrouma, près de Palestro, Alger.
Cinabre II.552

Douar Sfali, 35 kil. de Guelma, Constantine.
Orpiment IV.849

Dra Amine, près l'Arbā, Alger.
Smithsonite III.632

Dra el Arbā, près Bougie, Constantine.
Source salée II.763

Dublineau, Oran.
Anhydrite IV. 45
Dipyre II.227

Duvivier (entre) et Nādor, Constantine.
Gypse IV.177

E

Edough (massif de l'), près Bône, Constantine.
Actinote I.654
Almandin I.252
Hédenbergite I.608
Hornblende I.688
Kaolin I.467
Tourmaline I.102

El Affroun, plaine de la Mitidja, Alger.
Hypersthène I.560

El-Anasser, Grand Babor, Constantine.
Panabase II.734

El-Ançor (route d'), 3 kil. N. de Bou-Tlélis, Oran.
Gypse IV.193

El-Aricha, Oran.
Alunogène IV.238

El-Ary, 20 kil. E.-N. de Nemours, Oran.
Galène II.497

El-Bazer, près Setif, Constantine.
Sel marin II.750
El-Beïda, près Setif, Constantine.
Sel marin II.750
El Biban, Portes de fer, Constantine.
Calcite III.507
El-Bordj, 20 kil. N. 38° E. de Mascara, Oran.
Quercyite IV.586
Soufre II.375
El-Goléa, Alger.
Gypse IV.179, 197
El-Guelã, près Guelma, Constantine.
Stibine II.458
El-Hamiet, près Sétif, Constantine.
Sel marin II.750
El-Hamma, 52 kil. S. 5° O. de Sétif, Constantine.
Panabase II.734
El-Harbine, près Sétif, Constantine.
Sel marin II.750
El Kantara, Constantine.
Pyrite II.615
El-Kebrita, 33 kil. E. 10° S. de Teniet-el-Hâd, Alger.
Soufre II.375
El-Khader, O. S. O. de Geryville, Oran.
Barytine IV. 97
El Mahrsel, Constantine.
Sel marin II.750
El-Melah-Mtâ-el-Habeth, 10 kil. O. de Tenès, Alger.
Source salée II.764
El-Mellaha, près Bougie, Constantine.
Source salée II.763
El Meursel. Voir **El Mahrsel**.
El Monader, Constantine.
Galène II.497
El Outaïa, près Biskra, Constantine.
Anhydrite IV. 45
Quartz III.113
Sel gemme II.763
El Tarf (Chott ou Sebka), 28 kil. O. 33° S. d'Aïn Beïda, Constantine.
Sel marin II.750
El Zerga, 4 kil. N. O. de Djenien-Bou-Rezg, Oran.
Gypse IV.177
Sel gemme II.764
Er-Richa. Voir **El-Aricha**.
Estaya (l'), près Philippeville, Constantine.
Hématite III.268
Euch-eb-Bez, O. de Collo, Constantine.
Chromite IV.313
Giobertite III.590

F

Fedj-M'Zala, Constantine.
Bitume IV.629
Feïd-Chaïr, près La Calle, Constantine.
Météorite I.193 ; V.44
Feïd-el-Ateuch (vallée du), Tafna, Oran.
Quartz III.112
Fendeck, Constantine.
Limonite III.375
Ferdjiouah, près Mila, Constantine.
Mercure IV.841
Pissasphalte IV.629
Fezzara (lac), pied de l'Edough, Constantine.
Magnétite IV.337

Figalo (cap), Alger.
Kaolin I.468
Filfila, E. de Philippeville, Constantine.
Hématite III.275
Limonite III.375
Filhaoucen, Oran.
Smithsonite III.632
Fondouk, Alger.
Pickéringite IV.259
Fort National (route du) au col de Tirourda, Alger.
Tourmaline I.102
Friha (gite de), Ouarsenis, Alger.
Calamine IV.675
Smithsonite III.632

G

Garde (cap de), 12 kil. de Bône, Constantine.
Actinote I.654
Magnétite IV.338
Gar-Rouban (mines de), 30 kil. S. O. de Lalla-Maghnia, Oran.
Barytine IV. 67
Cérusite III.718
Chalcopyrite II.688
Fluorine II.790
Galène II.497
Malachite III.747
Sidérite III.613
Gastu, E. de Jemmapes, Constantine.
Manganite III.356
Ghil-oum-Djinn, Constantine.
Panabase II.734
Goumel. Voir **Oued Roumel.**
Gouraya (grottes de), Alger.
Aragonite III.681
Limonite III.374
Grande-Galite (île de la), Alger.
Labrador II.187
Plagioclase zoné II.136
Grand lac d Oran, Oran.
Sel marin II.750
Grand Pic, Ouarsenis, Alger.
Smithsonite III.632
Guelib-el-Thir, entre Charef et Zenina, Oran.
Barytine IV. 97
Guelma, Constantine.
Gypse IV.193
Soufre II.379
Stibine II.458
Guerrouma (mine de), près Palestro, Alger.
Barytine IV.68
Blende II.539
Boulangérite IV.874
Smithsonite IV.632

H

Hamimat. Voir **Djebel Hamimat.**
Hamimat-Guibeur, Constantine.
Quartz III.113
Hamma (carrières du). Voir **Hammam**
Hammam (car. du), à Mustapha, Alger.
Calcite III.522
Quartz III. 62
Hammam-Melouane, près Rovigo, Alger.
Anhydrite IV. 45
Gypse IV.177

Hammam-Meskoutine, en Clauzel, Constantine.
Calcite III.540, 543
Ctypéite III.733
Pyrite II.628
Hammam-N'baïls, près du Djebel Nâdor, Constantine.
Bleiniérite IV.512
Cérusite III.723
Flajolotite IV.510
Mimétite IV.409
Smithsonite III.633
Hammam-Rhira, Alger.
Chalcopyrite II.687
Haouaria (Grande), près Beni-Saf, Oran.
Hématite III.274
Héliopolis, Constantine.
Gypse IV.193
Hodna, 60 kil. S. de Bordj-bou-Arréridj, Constantine.
Sel marin II.749

I J

Ighzer-el-Bghall (filon de), Constantine.
Chalcopyrite II.687
Inkermann, Oran.
Quercyite IV.586
Jemmapes, Constantine.
Chalcopyrite II.687
Joinville, Alger.
Malachite III.748

Kalã, Oran.
Quercyite IV.586
Kalãt-Djerda, N. E. de Tébessa, Constantine.
Colophanite IV.576
Kalãt-es-Snam, N. E. de Tebessa, Constantine.
Colophanite IV.576
Kandek-Chaou, 21 kil. S. de Collo, Constantine.
Galène II.503
Karar (lac), près Montagnac, Oran.
Pyrite II.617
Karezas, Constantine.
Magnétite IV.337
Kef el Aguel, au N. N. O. de Souk-Ahras, Constantine.
Manganite III.356
Kef el Djir, 2 kil. S. de Mazouna, Oran.
Soufre II.375
Kef el Goléa, région de Beni-Saf, Oran.
Gypse IV.177
Kef Kanouna, Constantine.
Galène II.503
Kef oum Teboul (mine de), Constantine.
Argent II.412
Barytine IV. 67
Blende II.538
Bournonite IV.875
Chalcopyrite II.686
Goslarite IV.220
Löllingite II.662
Kef Rekma, près Clairfontaine, Constantine.
Smithsonite III.633
Kef Semmah, près Lafayette, N. de Sétif, Constantine.

Calamine IV.676
Smithsonite III.633
Kef Sidi-Abd-el-Kader, Alger.
Boulangérite IV.874
Keragda (rocher de sel), Oran.
Dolomite III.647
Sel gemme II.764
Khamissa, Constantine.
Gypse IV.177
Khang-el-Melah, S. d'Aflou, Oran.
Sel gemme II.764
Khenchela, Constantine.
Chalcopyrite II.687
Kraïm-Saïd, près Batna, Constantine.
Source salée II.763
Kselna, 28 kil. N. O. de Frenda, Oran.
Galène II.504
Ksour (monts des), O. d'Aïn Sefra, Oran.
Chalcosite IV.853

L

Lacs (station des), près des Chotts-Mzouri, Constantine.
Gypse IV.177
Lalla-Maghnia, Oran.
Chalcopyrite II.688
Lalla Marnia. Voir **Lalla-Maghnia**.
Laverdure (entre) et Medjez-Sfa, Constantine.
Gypse IV.177
Lesueur (embarcadère), près D. Fil-fila, Constantine.
Tourmaline I.102
Letourneux, Alger.
Albite II.161
Dipyre II.231
Dolomite III.648
Gypse IV.177
Leuchtenbergite I.738
Quartz III. 62
Lourmel, Oran.
Tridymite III.167

M

Maïzibou, Constantine.
Colophanite IV.566
Mansourah (grotte de), Constantine.
Nitre III.413
Marouania, Constantine.
Hématite III.268
Masallas, Constantine.
Limonite III.375
Mascara, Oran.
Randannite III.325
Masséna, près Orléansville, Alger.
Barytine IV.101
Mazis, O. de Lalla-Maghnia, Oran.
Galène II.504
Smithsonite III.632
Méchéria, Djebel Melah, Oran.
Barytine IV. 97
Médéa, Alger.
Anhydrite IV. 45
Dolomite III.648
Medjadja, près Philippeville, Constantine.
Hématite III.268
Medja-Rassoul, près du lac Fezzara, Constantine.
Magnétite IV.338

Medjez, Constantine.
Pyrite II.609
Medjez Sfa (entre) et Laverdure, Constantine.
Gypse IV.177
Mellah, Constantine.
Chalcopyrite II.687
Melouane, Alger.
Quartz III. 62
Mersa-Souhalia, 20 kil. E. de Tenès, Oran.
Dawsonite III.776
Mers-el-Kebir, Oran.
Gypse IV.177
Mesallas, près Philippeville, Constantine.
Hématite III.268
Manganite III.359
Mesboula. Voir **Mesloula**.
Mesloula (mine de), 37 kil. d'Aïn Beïda, Constantine.
Anglésite IV.135
Bournonite II.708
Cérusite III.724
Dolomite III.808
Galène II.503
Giobertite III.593
Smithsonite III.633
Messelmoun, O. de Cherchell, Alger.
Limonite III.374
Messila, près Relizane, Oran.
Pétrole IV.634
Metidja. Voir **Mitidja**.
Mila, Constantine.
Alunogène IV.238
Copiapite IV.250
Miliana, Alger.
Calcite III.574
Chalcopyrite II.687
Panabase II.734
Mitidja (plaine de la), Alger.
Hypersthène I.560
Tourmaline I.109
Mokta-el-Hadid, Constantine.
Hématite III.268
Manganite III.359
Magnétite IV.337
Ranciéite IV. 26
Mouïlah des Arbaoua, cercle de Geryville, Oran.
Barytine IV. 97
Moul-Guemel, près Setif, Constantine.
Sel marin II.749
Mouzaïa-les-Mines, Alger.
Ankérite III.662
Annabergite IV.465
Aragonite III.690
Chessylite III.772
Connellite IV.239
Cuprite III.308
Gersdorffite II.639
Gypse IV.206
Limonite III.378
Malachite III.748
Morénosite IV.221
Panabase II.734
Pharmacosidérite IV.522
Scorodite IV.474
Sidérite III.613
Tennantite II.738
M'Sila, Constantine.
Colophanite IV.566
Msouri (chott), Constantine.
Gypse IV.193
Mustapha, près Alger, Alger.
Muscovite I.349
Mzabele (cimetière), Constantine.
Quartz III.112
Mzouri (Chott ou Sebka), S. de Constantine, Constantine.
Sel marin II.750

N

Nâdor (entre) et Duvivier, Constantine.
Gypse IV.177
Nedroma, S. de Nemours, Oran.
Andalousite I. 49
Tourmaline I.102
Nemours, Oran.
Leucite II. 6
Noisy-les-Bains, (Aïn-Nouïssy) Oran.
Albite II.161
Anhydrite IV. 45
Dipyre II.231
Gypse IV.177
Pyrite II.627
Quartz III.112

O

Oran (département).
Chabasie II.336
Christianite II.308
Cobaltite II.637
Odontolite IV.579
Quercyite IV.586
Randannite II.325
Ouarsenis (l'), Alger.
Blende II.539
Boulangérite IV.874
Calamine IV.675
Calcite III.570
Cérusite III.723
Hydrozincite III.738
Oued Abid, Constantine.
Cinabre II.551
Oued Adelia, Alger.
Chalcopyrite II.687
Oued Allelah, région de Tenès, Alger.
Ankérite III.662
Calcite III.559
Chalcopyrite II.687
Galène II.504
Quartz III.101
Sidérite III.614
Oued Beni-Aza, près Blidah, Alger.
Galène II.503
Oued Bibi, Constantine.
Galène II.497
Oued Bouchema, Alger.
Ankérite III.662
Calcite III.559
Oued bou Doucka, près Collo, Constantine.
Blende IV.855
Galène IV.852
Oued Bou Hallou, Alger.
Chalcopyrite II.687
Panabase II.735
Oued Bouman (4 kil. du confluent de l') et de l'Oued Harrach, Alger.
Chalcopyrite II.688
Dipyre II.231
Panabase II.735
Quartz III. 62
Tourmaline I.109
Oued Cheniour, Alger.
Pyrite II.609
Oued Cherf (région de l'), Constantine.
Pyrite II.615
Oued Cheria, 40 kil. S. de Geryville, Oran.
Gypse IV.177

Sel gemme II.764

Oued Chouck (entre l'), Souk-Arhas et Zarourla, Constantine.
Gypse IV.177

Oued Deurdeur, Djendel, Alger.
Aragonite III.682

Oued Djemâ, près l'Arbâ, Alger.
Albite II.161
Leuchtenbergite I.384

Oued el Aneb, 32 kil. de Bône, Constantine.
Disthène I. 73

Oued el Bardji, région de Beni-Saf, Oran.
Gypse IV.177

Oued Fedjena, près Zurich, Alger.
Agate III.137

Oued Goudi, 11 kil. O.-N. O. de Jemmapes, Constantine.
Chalcopyrite II.687
Chalcosite II.514

Oued Haouach, près Rovigo, Alger.
Albite II.161

Oued Harrach (4 kil. du confluent de l') et de l'O. Bouman, Alger.
Tourmaline I.109

Oued Kebir, S. de Blida, Alger.
Chalcopyrite II.688

Oued Madar, Oran.
Albite II.161

Oued Malah, Oran.
Anhydrite IV. 45
Gypse IV.177

Oued Malah, affluent de l'O. Harrach, Alger.
Gypse IV.177

Oued Meçadjet, Constantine.
Chalcopyrite II.687

Oued Melha, 25 kil. E. 3° S. de Teniet-el-Hâd, Alger.
Source salée II.764

Oued Merdja, S. de Blida, Alger.
Chalcopyrite II.688

Oued Noukhal, 10 kil. N. E. de Jemmapes, Constantine.
Cinabre II.549
Minium IV. 5

Oued Noukhal, Oran.
Cérusite III.718

Oued Ouarsenis. Voir **Ouarsenis**.

Oued Oudina, Constantine.
Galène II.497

Oued Ouradzga, S. de Rovigo, Alger.
Chalcopyrite II.688
Panabase II.735

Oued Rhéan, Alger.
Galène II.503

Oued Roumel, Constantine.
Diamant II.354

Oued Safah, Alger.
Hypersthène I.560

Oued Sebka, 29 kil. E. 30° S. de Bouïra, Alger.
Source salée II.764

Oued Sidi-Ali, Oran.
Dawsonite III.776

Oued Tiffilès (filon de l'), Alger.
Chalcopyrite II.687

Ouled Abed, 13 kil. S., 48° E. de Blidah, Alger.
Panabase II.735

Ouled Ali, près Batna, Constantine.
Source salée II.763

Ouled Ali, 16 kil. N. N. O. de Guelma, Constantine.
Cinabre II.550
Stibine II.458

Ouled Choukh, Constantine.
Quartz III.113

Ouled el Hadj, Constantine.
Galène II.497

Ouled Hedim, Alger.

Source salée II.764
Ouled Kebbeb, 18 kil. O. S. O. de Milah, Constantine.
Sel gemme II.763
Ouled Khalfa, 11 kil. O. d'Aïn-Temouchent, Oran.
Gypse IV.177
Sel gemme II.764
Ouled Nouar, près Philippeville, Cons.
Hématite III.268
Ouled Rahmoun, Constantine.
Gypse IV.177
Oum-Debbane, Constantine.
Quartz III.113
Oum el Bouaghi, 20 kil. O. d'Aïn-Beida, Constantine.
Quercyite IV.586

P

Palestro, Alger.
Barytine IV. 68
Blende II.539
Pendek, Constantine.
Pyrite II.593
Pescade (pointe), près Alger, Alger.
Andalousite IV.677
Philippeville, Constantine.
Calcite III.515
Chalcopyrite II.687
Galène II.497
Hématite III.268
Platanes (car. des), près Alger.
Calcite III.523
Portes de fer, El Biban, Constantine.
Calcite III.507
Pyrite II.615

R

Rachgoun (île de), entrée de la Tafna, Oran.
Christianite II.307
Hornblende I.680
Leucite II. 6
Melilite I.495
Néphéline I.502
Orthose II.103
Rampe (la), près Teniet-el-Hâd, Alger.
Dolomite III.648
Magnétite IV.320
Rang-el-Melah, 27 kil. de Djelfa, Alger.
Gypse IV.177
Pyrite IV.860
Sel gemme II.764
R'Arbou, près l'Arbâ, Alger.
Blende II.539
Smithsonite III.632
R'ar-el-Baroud, près Beni-Saf, Oran.
Hématite III.274
R'ar-el-Maden, à l'E. de Nemours, Oran.
Limonite III.374
Manganite III.358
Ras-el-Ma, 10 kil. S. O. de Jemmapes, Constantine.
Cinabre II.549
Ras-Pharhaoun, près Jemmapes, Constantine.
Chalcopyrite II.687
Panabase II.734
Rebaïa, S. de Médéa, Alger.

Source salée II.764
Retaïma, Oran.
Quercyite IV·586
Rio-Salado, Oran.
Quercyite IV.586
Rokba-el-Atba (piton de), Ouarsenis, Alger.
Cérusite III.723
Smithsonite III.632
Rouffach (entre) et Aïn Kerma, Constantine.
Gypse IV.193
Rovigo, environs de l'Arbâ, Alger.
Gypse IV.177
Pyrite II.627
Quartz III. 62
Tourmaline IV.686

S

Sahel d'Oran, Oran.
Gypse IV.177, 193
Ménilite III.337
Saïda, Oran.
Cérusite III.722
Descloizite IV.429
Endlichite IV.411
Galène II.504
Vanadinite IV.411
Saint-Arnaud, Constantine.
Hématite III.267
Sakamody, près l'Arbâ, Alger.
Blende II.539
Smithsonite III.632
Sanza, O. du Djebel Hamimat, Constantine.
Cinabre II.550
Cumengite III.807
Soufre II.379
Stibine II.457
Valentinite III. 22; V. 7
Sarit, N. E. de Batna, Constantine.
Cinabre II.552
Sbika, 16 kil. E. S. E. de Khenchela, Constantine.
Sel marin II.750
Sebdou (grotte de), Oran.
Brushite IV.493
Sebkha d'Oran (plaine de la), Oran.
Gypse IV.193
Sedrata, Constantine.
Anhydrite IV. 45
Gypse IV.177
Sensa. Voir **Sanza**.
Sétif, Constantine.
Hydrozincite III.738
Seybouse (rivière de la), près Héliopolis, Constantine.
Soufre II.375
Seybouse (gorges de la), Constantine.
Gypse IV.177, 193
Sfa, près Duvivier, Constantine.
Pyrite II.609
Sidi Abdelkader, crête de l'Ouarsenis, Alger.
Smithsonite III.632
Sidi Amar, chaîne du Tessala, Oran.
Gypse II.177
Sidi Baba-Ahmet (Marabout de), au bord de l'O. Bouman, Alger.
Gypse IV.177
Sidi-bel-Abbès (environs de), Oran.
Gypse IV.177
Sidi Ben-Nour (marabout de), Alger.
Rhodonite I.632
Sidi Bou-Aïssi (filon de), Alger.
Chalcopyrite II.687
Panabase II.735

Sidi Brahim, 10 kil. S. et 4° O. de Nemours, Oran.
Calcite III.543
Marbre onyx III.543
Sidi Chaïb, 30 kil. S. E. Magenta, Oran.
Dolomite III.648
Prehnite IV.732
Sidi Djaber, E. de Bougie, Constantine.
Smithsonite III.633
Sidi Djeber, Constantine.
Panabase II.734
Sidi el-Aïat, Oran.
Quartz III. 62
Sidi Fintous, Djebel Tessala, Oran.
Pyrite II.615
Sidi Kamber, 35 kil. O. de Philippeville, Constantine.
Blende II.537
Galène II.503
Sidi Kambez. Voir **Sidi Kamber**.
Sidi Oued Abelkader, Alger.
Apatélite IV.247
Sidi Rgheïss (Djebel), Constantine.
Calcite III.507
Panabase II.734
Sidi Rouman, S. E. de la Mechta-Klelil, Constantine.
Mimétite IV.409
Vanadinite IV.412
Wulfénite IV.272
Sidi R'rheis. Voir **Sidi Rgheïss**.
Sidi Safi, à l'O. de Aïn-Temouchent, Oran.
Limonite III.374
Sidi Saïd, Dahra, Constantine.
Pyrite II.615
Sidi Yacoub, au S. de Lalla-Maghnia, Oran.
Limonite III.374
Sigus, Constantine.
Colophanite IV.566
Sioufs de Tazza (les), Alger.
Quartz III.112
Sissa (mont), près Bougie, Constantine.
Source salée II.763
Souala (E. de), N. O. de Clairfontaine.
Cinabre II.857
Souk-Ahras, Ras-el-Arous, Constantine.
Galène II.503
Quartz III.112
Smithsonite III.633
Soufre II.373
Souk-Ahras (entre) et le moulin Deyron, Constantine.
Quartz III.113
Souk-Ahras (entre), Zarouria, et l'O. Chouck, Constantine.
Gypse IV.177
Pyrite II.611
Souk-es-Sebt, Constantine.
Chalcopyrite II.687
Souma (concession), près Boufarik, Alger.
Sidérite III.812
Sud-Oranais, Oran.
Asbeste IV.786

T

Tablat, Alger.
Gypse IV.177
Quartz III. 62
Tablat (massif de), environs de Médéa, Constantine.
Goslarite IV.220

Tademaït, Alger.
Gypse IV.179
Tadergount, Constantine.
Panabase II.734
Tadjera, près Sétif, Constantine.
Météorite I.193 ; V. 43
Pyrrhotite II.565
Taffercha, O. de Collo, Constantine.
Chromite IV.313
Giobertite III.590
Tafna (la), région de Beni-Saf, Oran.
Anhydrite IV. 45
Gypse IV.177, 208
Taghet, Constantine.
Goslarite IV.220
Taghit, 42 kil. S., 8° O. de Batna, Constantine.
Cinabre II.551
Tagma, Constantine.
Panabase II.734
Takedempt (rivière de), près Dellys, Alger.
Mésolite II.279
Tarazouïne, Alger.
Panabase II.735
Tarerbit, région de Batna, Constantine.
Smithsonite III.633
Tarja, Alger.
Colophanite IV.576
Tartara, à l'E. de Guelma, Constan.
Manganite III.359
Taya, Constantine.
Pyrite II.609
Taza des Sioufs, Alger.
Giobertite III.593
Tazouat, près Saint-Cloud, Oran.
Galène II.504
Tebeïga, Constantine.
Disthène I. 73
Hématite III.268
Tébessa, Constantine
Bois silicifié III.159
Colophanite IV.566
Gypse IV.177
Tekbalet, 26 kil. N. 21° E. de Tlemcen, Oran.
Calcite III.543
Marbre onyx III.543
Teliouïne (mine de), Alger.
Panabase II.734
Telout (Aïn), 34 kil. E. 15° N. de Tlemcen, Oran.
Source salée II.764
Tenès, Alger.
Blende II.538
Chalcopyrite II.687
Gersdorffite II.639
Panabase II.734
Tenès (cap), Alger.
Ankérite III.662
Aragonite III.690
Chalcopyrite II.687
Teniet-el-Hād, camp des Scorpions, Alger.
Anhydrite IV. 45
Dolomite III.648
Gypse IV.177
Magnétite IV.320
Quartz III.112
Teniet-el-Hadid (région de). Voir **Teniet-el-Hād**.
Teni-Krempt. Voir **Tenikrent**.
Tenikrent, près Beni-Saf, Oran.
Limonite III.374
Tersent, près l'Arba, Alger.
Smithsonite III.632
Tessala (chaîne du), Oran.
Barytine IV. 91
Gypse IV.177
Théréa (région de), Constantine.
Quartz III.113

Thermes romains, Oran.
Calcite III.544
Tiaret, bord de la Mina, Oran.
Hornblende I.680
Tifarouine (volcan de), près Lourmel, Oran.
Calcédoine III.137
Timegheras, à Rovigo, Alger.
Dolomite III.649
Gypse IV.177
Pyrite II.627
Soufre II.378
Timezrit, au S. O. de Bougie, Constantine.
Limonite III.375
Tinesilt (Chott ou Sebka), S. de Constantine, Constantine.
Sel marin II.750
Tirourda (route du col de) au Fort national, Alger.
Tourmaline I.102
Tizi-el-Kramis, Constantine.
Panabase II.734
Tizi-Ouzou, Alger.
Calcite III.522
Tlemcen, Oran.
Almandin IV.727
Tliouanet, près Relizane, Oran.
Pétrole IV.634
Tocqueville, 31 kil. S. O. de Sétif, Constantine.
Colophanite IV.576
Tour Combes, en Misserghin, Oran.
Minervite IV.467

V

Vesoul-Benian (ruines romaines), Alger.
Tridymite III.167
Voile-Noire, au N. O. de Bône, Constantine.
Manganite III.356

Z

Zaccar R'arbi, près Miliana, Alger.
Galène II.503
Limonite III.375
Zahrez Chergui, 64 kil. N. 35° E. de Djelfa, Alger.
Sel marin II.750
Zahrez R'arbi, 42 kil. N., 45° de Djelfa, Alger.
Sel marin II.750
Zarouria (entre), Souk-Arhas et l'O. Chouck, Constantine.
Gypse IV.177
Zebeïrat, Oran.
Thénardite IV. 31
Zurich, Alger.
Agate III.137

TERRITOIRES MILITAIRES DU SUD OU SAHARA
(Gourara, Hoggar, Tassili, Tidikelt, Touat.)

A D

Akabli (district), Tidikelt.
Trona III.789
Amadghar (sebka d'), Hoggar.
Sel marin II.750
Daïa Melah-Mta-Zirara.
Sel marin II.750

G H

Gourara.
Sel marin II.750
Guerara, Gourara.
Nitre III.412
Haci-el-Morr.
Sel marin II.750
Haniet el-Beguel. Voir **Teniet el-Beguel.**
Hassi-Iekna (Oued Meguiden) entre El Goléa et Gourara.
Fer nickelé V. 44

O S

Oued Mansour (ksar de l'), Touat.
Trona III.789
Oulad Mahmoud (sebka des), Touat.
Nitre III.413
Sahara (en général).
Nitratine III.406
Souf (région du).
Gypse IV.197
Quartz III.105

T

Tasfaout-Fenourin (district), Touat.
Trona III.789
Tassili (plateau du).
Ægyrine IV.772
Teniet el-Beguel, 80 kil. O. Ghardaia.
Fer nickelé V. 44
Tidikelt.
Nitre III.412
Timimoun, Gourara.
Nitre III.412
Touaregs (pays des).
Nitre III.412
Touat.
Nitre III.750
Sel marin II.750
Touggourt.
Gypse IV.197

TUNISIE

A B C

Aïn-Moularès, près Gafsa.
Colophanite IV.576
Béchateur, près Bizerte.
Célestite IV.129
Cérusite III.724
Smithsonite III.633
Bordj Bargou.
Barytine IV.101
Chouchet es Sid.
Gypse IV.193

Mourzouk, Fezzan.
Trona III.789

Djebba, 24 kil. S. E. de Souk-el-Kemis.
Blende II.540
Cérusite III.727
Descloizite IV.429
Smithsonite III.634 ; IV.901
Vanadinite IV.412
Djebel Ahmar, près Tunis.
Gypse IV.178
Djebel Allab.
Mimétite IV.409
Djebel Azered, près Thala.
Calcite III.571
Smithsonite III.634
Djebel Ben-Amar, région de Beja.
Smithsonite III.633
Djebel Bezina, près Mateur.
Célestite IV.128
Djebel Bou-Djaber, E. de Tebessa.
Smithsonite III.634
Blende II.540
Galène II.504
Gypse IV.177
Djebel Bou-Jaber, Bou-Jabère, Bou-Yaber. Voir **Bou-Djaber.**
Djebel Châmbi.
Gypse IV.177
Djebel Cherichira.
Gypse IV.177
Djebel Chouchia. Voir **Djebel Chouïcha.**
Djebel Chouïcha, 15 kil. de Souk-el-Arba.
Chessylite III.773
Covellite IV.858
Djebel Debadib.
Gypse IV.178
Djebel Djerissa.
Sidérite III.812
Djebel el-Akhouat, S. de Teboursouk.
Smithsonite III.634
Djebel es-Slem.
Quartz IV.892
Djebel Gheriffa.
Calcite III.575
Cérusite III.724
Smithsonite III.633
Djebel Ghorra.
Quartz IV.892
Djebel Guerra-Alfaya, près de Kef.
Smithsonite III.634
Djebel Hadifa.
Giobertite III.593
Djebel Hallouf, près Souk-el-Khemis.
Cérusite III.727
Mimétite IV.409
Djebel Kebbouch.
Barytine IV. 69
Célestite IV.127
Cérusite III.727
Gypse IV.178, 206
Djebel Lorbeus.
Gypse IV.178
Djebel Mrhila.
Gypse IV.177
Djebel Oust (contrôle de Tunis), près Zaghouan.
Cinabre II.552
Fluorine II.790
Panabase II.735
Djebel Reças, 25 kil. S. E. de Tunis.
Blende II.540
Calamine I.25 ; IV.676
Cérusite III.724
Galène II.504
Gypse IV.178
Hydrozincite III.738
Leadhillite IV.159
Quartz III.892
Smithsonite III.634

Voltzite II.742
Willémite IV.720

Djebel Ressas. Voir **Djebel Reças.**

Djebel Ressas de Mellegue.
Cérusite III.727

Djebel Saadine.
Gypse IV.178

Djebel Seldja, près Gafsa.
Colophanite IV.576

Djebel Slata.
Galène II.504

Djebel Tabett ben Ksouri, 3 kil. S. de Ghardimaou.
Réalgar IV.848

Djebel Toureuf.
Cérusite III.727

Djebel Trozza.
Gypse IV.177

Djebel Tseldja.
Célestite IV.119

Djebel Zbissa.
Gypse IV.177

Djebel Zebbès.
Gypse IV.177
Quartz IV.892

Djebbel Zebbous. Voir **Djebel Zebbès.**

Djebel Zrissa, E. de Tebessa.
Smithsonite III.634

Douz (région de).
Gypse IV.198

Dyr Tufek (chaîne du Djebel Sobbak), N. O. de Béja.
Cérusite III.727

E

El Akhouat, 32 kil. S. O. de Teboursouk.
Blende II.540

El Grefa.
Cérusite III.724, 727
Smithsonite III.633

El Guelfa, près Mateur.
Barytine IV. 68

F G

Fedj el Adoum.
Cérusite III.724

Gafsa.
Barytine IV.101
Colophanite IV.566

H K

Houdhech-Chebb, près Djeneien.
Mirabilite V. 45

Kanguet Kef Tout, 30 kil. N. de Béja.
Blende II.540
Calamine IV.676
Calcite III.571
Galène II.504
Smithsonite III.633

Kébili (bord de l'Erg).
Gypse IV.198

Kef.
Gypse IV.178, 193

Kef (route de) à Teboursouk.
Célestite IV.127

L M

Lorbeus.
Gypse IV.193
Mahdia.
Colunnite IV.890
Covellite IV.858
Phosgénite IV.902
Medjerda (rivière de la).
Gypse IV.178

O Q R

Oued Zebbeus.
Gypse IV.178
Quelb-el-Auze.
Barytine IV. 69
Redeyef, près Gafsa.
Colophanite IV.576

S

Saint-Joseph-de-Thibor.
Quartz IV.892
Sidi-Abd-el-Kerim.
Barytine IV.101
Sidi Ahmed, 40 kil. de Béja.
Blende II.540
Cérusite III.724, 727
Smithsonite III.633
Sidi Ahmet. Voir **Sidi Ahmed.**
Sidi Ayet.
Colophanite IV.566
Sidi Bou Krim.
Célestite IV.129
Strontianite III.698
Sidi Boussaïb, près Carthage.
Or II.433
Sidi Chadah.
Gypse IV.193
Sidi Youssef.
Cérusite III.724
Galène II.504
Smithsonite III.634

T

Tabarka.
Hématite III.275
Tamerza (Oasis de), 45 kil. de Metlaoui.
Célestite IV.125
Teboursouk (route de) au Kef.
Célestite IV.127
Tourien.
Smithsonite III.634
Trajan (pont de).
Gypse IV.178

Z

Zaghouan, 60 kil. S. de Tunis.
Blende II.540
Cérusite III.727
Smithsonite III.634
Zebbeus, près Gafsa.
Colophanite IV.576

2° AFRIQUE OCCIDENTALE FRANÇAISE

CÔTE D'IVOIRE[1]

A

Aboisso.
Or IV.843
Sylvanite II.867
Achantis (pays des), Gold Coast.
Or II.433
Agbo (pont d').
Tourmaline IV.686
Ahinta.
Or IV.843
Akrizy.
Or IV.843
Apollonia (région d'), Gold-Coast.
Pétrole IV.627
Aropo, Comoë.
Or IV.843
Assinie.
Or II.434

B

Baoulé (le bas).
Or IV.843
Bébou, Comoë.
Or IV.843
Buandougou et Dialacora.
Ægyrine IV.772

C D

Cavally (haute vallée du).
Hypersthène IV.764
Cestos, affluent du Nuon, Liberia.
Hypersthène IV.764
Comoë (le), fleuve.
Or IV.843
Congouessué, Comoë.
Or IV.843
Côte d'Ivoire (en général).
Apatite IV.385
Hydrargillite III.808
Or II.434
Sylvanite IV.867
Dans (pays des).
Hypersthène IV.764
Dialacora et Buandougou.
Ægyrine IV.772

1. Il a été inclus dans cette liste quelques localités du Gold Coast et du Liberia.

E G I

Erymakougnié.
Tourmaline IV.686
Grabo.
Almandin IV.727
Grand-Bassam.
Muscovite I.349
Or II.434
Indénié (pays de l').
Or IV.843

K M N

Kokumbo, bas Baoulé.
Or IV.843
Maféré, Sanwi.
Or IV.843
Malassué, Comoë.
Or IV.843
N'Basso, Comoë.
Or IV.843
Nimba (mont).
Hypersthène IV.764
Nuon (haute vallée du).
Hypersthène IV.764
N'Zaakro, près Toumodi.
Or IV.843
N'zo (montagne de).
Magnétite IV.338

S

Sanwi.
Or IV.843
Sylvanite IV.867
Sassandra (haute vallée du).
Hypersthène IV.764
Sokboloubou.
Muscovite IV.735

T Z

Tabouna.
Blende V. 17
Takoua, Gold Coast.
Or IV.843
Tanoé (rivière de), frontière du Gold Coat.
Pétrole IV.627
Touras (pays des).
Hypersthène IV.764
Zoanlé.
Hypersthène IV.764

DAHOMEY

B C

Bareï (entre) et Djougou.
Rutile IV.895
Carnotville.
Tourmaline IV.686

D

Dahomey (en général).
Or II.433
Diguidirou.
Tourmaline IV.686
Djougou.
Muscovite IV.735
Rutile IV.895
Djougou (entre) et Bareï.
Rutile IV.895

F K

Firoa. Voir **Firou.**
Firou (montagne de).
Disthène IV.681
Fita.
Riebeckite IV.798
Kouandé.
Tourmaline IV.686

M S

Maka.
Tourmaline IV.686
Saoré.
Tourmaline IV.686
Savé.
Almandin IV.727

T Z

Tchaourou.
Muscovite IV.735
Tébou.
Rutile IV.895
Zompa (rivière), gué de la route de Savalou à Djaloucou.
Scapolite IV.829
Zon (rivière).
Forstérite IV.714

GUINÉE FRANÇAISE

B C

Balato, vallée du Nankoby.
Or IV.842
Bouré (le), rive gauche du Niger.
Or IV.842
Cabri (îlot du), Arch. de Los.
Barkévicite IV.791
Corail (îlot du), Arch. de Los.
Variscite V.28

F G

Famaya, vallée du Kobako.
Or I.4V82
Fatoya, vallée du Kéréta.
Or IV.842
Foutaba ou Fotoba. Voir **Tamara**.
Foutaba ou Fotoba, village (île de Tamara), Arch. de Los.
Ægyrine IV.771
Barkévicite IV.791
Fouta-Djalon.
Latérite III.347
Limonite III.370
Guinée française (en général).
Latérite III.347
Limonite III.370
Pigeonite IV.786

K

Kakoulima (massif du).
Diallage IV.770
Hydrargillite III.365
Kassa (île de), Arch. de Los.
Acmite IV.772
Ægyrine IV.771
Ænigmatite IV.801
Analcime IV.833
Anorthose IV.815
Astrophyllite IV.762
Hastingsite IV.795
Haüyne IV.757
Hiortdahlite IV.783
Lävénite IV.780
Mélanite IV.725
Néphéline IV.752
Noséane IV.757
Orthose IV.815
Pyrochlore IV.603
Sodalite IV.754
Kentinian, vallée du Nankoby.
Or IV.842
Kéréta (vallée du).
Or IV.842
Kissi (entre) et Sampouyara.
Magnétite IV.338
Kobako (vallée du).
Or IV.842
Kofoulani, vallée du Kobako.
Or IV.842
Konakry.
Magnétite IV.338
Konian (cercle de Beyla).
Magnétite IV.338
Koundidi (col de).
Chabasie V. 88
Prehnite V. 55

L M N

Los (îles de), (en général).
Eudialyte V. 26
Hydrargillite III.808
Néphéline IV.752
Rinkite IV.780
Voir **Tamara** et **Roume**.
Miniadala, rive droite du Bakoy.
Or IV.842
Nankoby (vallée du).
Or IV.842

R S

Roume (île de), Arch. de Los.
- *Ægyrine* IV.771
- *Analcime* IV.833; V. 86
- *Arfvedsonite* IV.797
- *Astrophyllite* IV.762
- *Catapléite* IV.827
- *Eudyalite* IV.824; V. 26
- *Galène* IV.852
- *Hydrargillite* IV.830
- *Hydronéphélite* IV.830
- *Låvénite* IV.779; V. 40
- *Losite* V. 48
- *Microcline* IV.818
- *Néphéline* IV.752
- *Olivine* V. 54
- *Orthose* IV.815
- *Pectolite* V. 60
- *Pyrochlore* IV.603
- *Sodalite* IV.754
- *Spath fluor* IV.888
- *Villiaumite* IV.882

Sanoubougou, vallée du Nankoby.
- *Or* IV.842

Sidikila.
- *Or* IV.842

Siéké (le), rive gauche du Niger.
- *Or* IV.842

Siguiri.
- *Muscovite-Kaolinite* IV.740
- *Or* IV.842

T

Tahiré (île de Roume), Arch. de Los.
- *Rosenbuschite* V. 61

Tamara (phare de), pointe de Topsail, île de Foutabar.
- *Anorthose* IV.815
- *Barkévicite* IV.791
- *Hydrargillite* IV.830
- *Hydronéphélite* IV.830
- *Låvénite* V. 40
- *Néphéline* IV.752
- *Orthose* IV.815
- *Rinkite* IV.780
- *Sodalite* IV.754
- *Sphène* IV.823
- *Wœhlérite* IV.783

Tinkisso (rivière du), affluent du Niger.
- *Or* IV.842

Topsail (pointe de), île de Foutaba, Arch. de Los.
- *Analcime* IV.833
- *Hydrargillite* IV.830
- *Hydronéphélite* IV.830
- *Mésotype* V. 86
- *Néphéline* IV.752
- *Orthose* IV.816
- *Sodalite* IV.754
- *Spath fluor* IV 888
- *Sphène* IV.823

MAURITANIE

A

Agneitir (S. de l').
- *Gypse* IV.194
- *Sel marin* IV.883

Azoufal.
- *Gypse* IV.194
- *Sel marin* IV.883

B E M

Boguent (entre) et Marsa.
Gypse IV.174
Sel marin IV.883
El-Khadera (sebka d'), 20 jours de marche au N. de Chinguitti, Sahel soudanais.
Sel marin II.750
El Mounek (lagune d'), N. du Cap Mirik.
Gypse IV.194
Marsa (entre) et Boguent.
Gypse IV.194
Sel marin IV.883
Mondjeran.
Sel marin IV.883

T

Taodeni, 22° 40' 19" lat. N.
Sel marin IV.883
Taraze (sebka de), 2 jours de marche N. de Taodenit.
Sel marin II.751
Timardine.
Gypse IV.194
Sel marin IV.883
Soufre IV.840
Tin-Djemaran.
Sel marin IV.883

SÉNÉGAL

B M

Backel (poste de).
Hématite III.275
Bambaras (pays des).
Or II.433
Mamelles (les), près Dakar.
Zircon IV.896

S

Saint-Louis.
Mercure II.417
Sénégal (en général).
Latérite III.347
Limonite III.370
Sénoudébou, cercle de Bakel.
Noséane IV.757

HAUT-SÉNÉGAL ET NIGER

(Ouest de l'ancien Soudan)

A B

Atacora, près de Konkobiri.
Jaspe IV.892
Tourmaline IV.686

Bagassi.
Or IV.842

Bambouk.
Or II.433; IV.843

Baouïga (entre) et le marigot Kassini, cercle d'Ouagadougou.
Fuchsite IV.735

Baparo.
Or IV.842

D F

Dinguira, près Kayes.
Barytine IV.902

Doussi.
Or IV.842

Famélé (entre la) et les monts Tambaoura.
Or IV.843

I K

Iridiaka, Lobi.
Or IV.842

Kampti, Lobi.
Or IV.842

Kassini (entre le marigot de) et Baouïga, cercle d'Ouagadougou.
Fuchsite IV.735

Kéniéba, Bambouk.
Or II.433

Kirtachi, bords du Niger.
Jaspe IV.892

Kohanho, Lobi.
Tourmaline IV.686

Konkobiri.
Rutile IV.895

L M

Limono.
Or IV.842

Linka, Lobi.
Or IV.842

Lobi (en général).
Or IV.842

Mandingues (pays des).
Or II.433

Mardaga.
Magnétite IV.203

N

Natakoo, Bambouk.
Or II.433
N'Goureyma.
Fer nickelé V. 44
Niger (fleuve).
Muscovite IV.735

O P

Ouassoulou.
Or IV.842
Oulé Oula, Lobi.
Or IV.842
Poura.
Or IV.842

S

Sadiola, près du Khakhadian.
Electrum IV.843
Or IV.843
Sahel soudanais (mares du).
Sel marin II.751
Samata.
Or IV.842
Sénégal (entre le) et le Niger.
Or II.433
Solla, près du Khakhadian.
Electrum IV.843
Or IV.843
Soudan.
Latérite III.347
Natron III.784
Or II.426
Thermonatrite III.783

T Y

Tambaoura (entre les monts) et la Famélé.
Or IV.843
Toukoto.
Anthracite IV.651
Toro (puits du).
Trona III.788
Yélimané.
Barytine IV. 91

TERRITOIRE MILITAIRE DU NIGER

(Est de l'ancien Soudan)

A

Adeber, pays des Manga.
Thénardite IV. 32
Trona III.789
Adrar-Aorsane, N. de l'Aïr.

A B

Épidote IV.711
Agadem.
Gypse IV.198
Agaula (piton d'), près Ansongo.
Psilomélane IV. 16
Ansongo, rive gauche du Niger.
Psilomélane IV. 16
Bilma (oasis de).
Sel gemme IV.884; V. 32
Thénardite IV. 31
Bouza (à l'E. de), Adar-Doutchi.
Gypse IV.193

D

Dirikoa, Mounio.
Anophorite IV.793
Riebeckite IV.798
Dirkou, oasis de Bilma.
Trona III.788

F G

Fachi (oasis de), Bilma.
Sel gemme IV.884; V. 31
Gouré (environs), Mounio.
Ægyrine IV.772
Ænigmatite IV.801
Anophorite IV.794
Katoforite IV.794
Gourselick, pays des Manga.
Thénardite IV. 32
Trona III.789

I K

Iférouane, Aïr.
Ægyrine IV.772
In Ouzel, Adrar des Iforas.
Diopside V. 58
Kakara, long. 9° 4' E. lat. 14° 4' N.
Trona III.789

M N O

Mounio.
Ægyrine IV.772
Ænigmatite IV.801
Arfvedsonite IV.797
Riebeckite IV.798
Niamey.
Opale IV.900
Ouacha, Demagherim, S. S. E. de Zinder.
Thénardite IV. 32
Trona III.789

T Z

Tamaské (2 kil. au S.-E. de), Adar-Doutchi.
Gypse IV.193
Tchad (entre le lac) et Zinder.
Trona III.789
Zinder.
Ægyrine IV.772
Arfvedsonite IV.797
Zinder (entre) et le lac Tchad.
Trona III.789

3° AFRIQUE ÉQUATORIALE FRANÇAISE

GABON

A B C

Avébé.
Ilménite V. 33
Bas-Ogooué.
Bitume IV.626
Bata, Gabon espagnol.
Barytine IV. 91
Résine fossile IV.643
Cristal (monts de).
Cassitérite III.231

F G I

Fernand-Vaz (région du).
Pissasphalte IV.627
Gabon.
Muscovite I.349
Pissasphalte (*bitume*) IV.626
Résine subfossile IV.645
Isania (lac d'), à 24 kil. de N'Kogo (rive gauche de l'Ogooué)
Pissasphalte IV.627

N O

N'Djolé sur l'Ogooué.
Magnétite IV.335
Ngounié.
Bitume IV.626
Okanda, sur l'Ogooué.
Hématite III.266

MOYEN CONGO [1]

A

Akouimba.
Malachite III.749
Angola (province d'), Congo portug.
Bitume IV.626

1. Il a été inclus dans cette liste quelques localités du Congo belge et portugais.

B C

Boukou-Songho. Voir **M'Boko Songo.**

Brazzaville.

Résine subfossile IV.645

Comba. Voir **Mindouli.**

Congo (en général).

Latérite III.347
Limonite III.370
Magnétite IV.335
Résine subfossile IV.645
Sodalite ? IV.755

D K

Djoué (rivière de), affluent du Congo, gisement à 60 kil. N. O. de Brazzaville.

Cérusite V. 18
Chalcosite V. 19
Chessylite V. 21
Dioptase I.732
Descloizite V. 25
Planchéite V. 54
Pyromorphite V. 6
Vanadinite V. 82
Willémite V. 84

Katanga, Congo belge.

Dioptase I.261

Kinguandzi, N. E. de M'Boko Songho.

Cérusite III.719

Kinguembo, près Mindouli.

Wulfénite IV.274

Koumbakoa. Voir **Koumbakou.**

Koumbakou (mines de), près Pimbi.

Cérusite V. 18
Planchéite IV.759
Wulfénite IV.274

M N

M'Boko Songo.

Dioptase IV.730
Malachite III.749
Scorodite V. 75

Mindouli.

Argent II.412; IV.841
Blende IV.855
Calcite III.559; IV.901
Cérusite III.718
Chalcosite IV.853
Chessylite III.773
Chrysocole IV.732
Cuprite III.308
Dioptase I.260
Fluorine II.790
Galène II.497 ; IV.852
Leucochalcite IV.512
Libéthénite IV.420
Malachite III.748
Planchéite IV.758
Pseudo-malachite IV.435
Pyromorphite IV.404
Quartz III. 99
Smaltite IV.861
Willémite IV.720
Wulfénite IV.273

Niari (bassin du).

Chalcosite IV.853
Dioptase IV.730
Malachite III.749
Planchéite IV.758

Nzombo.

Wulfénite IV.274

P T

Pimbi.
Cérusite III.718
Dioptase IV.730
Malachite III.748
Planchéite IV.758
Willemite IV.721 ; V. 84
Wulfénite IV.274

Tchicoumba (mine de), près Mindouli.
Cérusite III.718
Dioptase IV.730
Planchéite IV.758
Willémite IV.720 ; V. 84
Wulfénite IV.274

Y Z

Yanga-Koubantza, entre Mindouli et Boko-Sangho.
Aurichalcite III.742
Malachite III.748
Smithsonite III.634

Zinga.
Malachite III.749

OUBANGUI — CHARI — TCHAD

B K S

Bandas (pays des).
Quartz III.811
Kaga Gobo (rive droite du Yako).
Quartz IV.894
Sébé (rivière de la).
Hématite III.266

TERRITOIRE MILITAIRE DU TCHAD-OUADAÏ

(Borkou, Eguei, Ennedi, Kanem, Ouadaï, Tibesti)

A B C

Asfor. Voir **Lechgour**, Kanem.
Birkiat-Bahr-el-Ghazal.
Gypse IV.198
Bou-Magueur, Egueï.
Trona III.788

Brindé, Kanem.
Trona III.788
Chari.
Grossulaire IV.725

D F G

Demi (pays des Trahouïas), près de Gouro, Borkou.
Sel gemme IV.883
Fole (pays de) entre le Tchad et le Kanem.
Trona III.788
Grand-Baissé (mares), région d'Ouassadou, Kanem.
Trona III.787, 789

H K

Hadjer-el-Hamis (el-Khemis), Tchad.
Ægyrine IV.772
Riebeckite IV.799
Hangara, 450 kil. au N. E. du Tchad, Eguéï.
Gypse IV.198
Ménilite III.810
Kaga M' Bra, Chari.
Disthène IV.681
Dumortiérite IV.678
Lazulite IV.442
Kilbouram, Kanem.
Trona III.789
Kirdimmi, 30 kil. S. de Faya, Borkou.
Trona III.788
Koukourdei (Bir Salado), 15 kil. S. de Hangara, Eguéï.
Eguéïte IV.537

L M

Lechgour, près de Rig Rig, Kanem.
Trona III.788
Leïné (puits de), près du village de Serese, Kanem.
Trona III.788
M'Bourao (chutes du), rivière du Mayo-Kabi, Tchad.
Ægyrine IV.772

R S T

Redema (lagunes de), Kanem.
Trona III.789
Salat Akranga (puits de), Bahr-el-Gazal.
Trona III.788
Tchad (lac).
Epsomite IV.215
Mirabilite IV.163
Timmerem, 5 kil. S. de Galaka, Borkou.
Trona III.788
Tinné (puits de), 15 kil. S. de Tigueï, Kanem.
Trona III.788
Tintérem, Kanem.
Trona III.789

W Y

Wouti-Sirouac, Borkou.
Trona III.788
Youmaro (puits de), Bahr-el-Gazal.
Trona III.788

4° AFRIQUE ORIENTALE ET OCÉAN INDIEN

ILES AMSTERDAM, KERGUELEN, St-PAUL

A G H

Amsterdam (île de), Océan Indien.
Anorthite II.198
Greenland Harbour, Kerguelen.
Heulandite II.290
Hafeninsel, Kerguelen.
Chabasie II.331
Heulandite II.290

K M

Kerguelen (îles de).
Calcédonite III.137
Chabasie II.331
Heulandite II.290
Quartz III. 60
Manchots (baie des), Saint-Paul.
Heulandite II.290
Moseley (mont), Kerguelen.
Chabasie II.331
Heulandite II.290

P S

Palliserhafen, Kerguelen.
Chabasie II.331
Palliserhafen (entre) et Sonntaghafen, Kerguelen.
Heulandite II.290
Saint-Paul (île), Océan Indien.
Anorthite II.891
Augite I.596
Heulandite II.290
Sonntaghafen (entre) et Palliserhafen, Kerguelen.
Heulandite II.290
Sonntaghafen, Kerguelen.
Chabasie II.331

CÔTE SOMALIS

Daal (vallée de).
Riebeckite IV.799
Dahita (vallée de).
Riebeckite IV.799
Djibouti (chemin de fer de) à Harrar.
Calcédoine III.137
Calcite III.587
Quartz III. 59
Riebeckite IV.799

D G

Doumeïra (île de).
Calcédoine III.137
Quartz III. 59

Gubhet El Kharab, Obock.
Anorthite II.198

H

Haleylé (crêtes entre les vallées d') et d'Haraha.
Riebeckite IV.799

Haraha (crêtes entre les vallées d') et d'Haleylé.
Riebeckite I.799

Haraha (vallée d').
Riebeckite IV.799

Harrar (chemin de fer de) à Djibouti.
Calcédoine III.137
Quartz III. 59
Riebeckite III.799

Hol-Hol (vallée de).
Riebeckite IV.799

L S

Louré (vallée à l'O. de).
Calcite III.587

Somalis (côte des).
Quartz III. 59

MADAGASCAR

A

Aborano, O. N. O. de Tuléar.
Glauconie I.413

Alaotra (région du lac).
Hydrargillite V. 36
Or II.436

Alasora, S. O. de Tananarive.
Diopside V. 58
Graphite IV.839

Ambahatra (rivière d'), Haut-Onive.
Corindon III.805

Ambakirano (entre) et la Loky.
Or IV.845

Ambakoana, province de Mananjary.
Or IV.844

Ambalahazo, 50 kil. O. d'Ampangabé.
Betafite V.71-93

Ambalarano, rive gauche du Manambaho, Ambongo.
Bois silicifié III.157

Ambalaranoakarina.
Corindon III.805
Rubis III.805

Ambalaroy, vallée de Sahatany.
Quartz IV.892
Tourmaline IV.687, 691
Ambalavatokely.
Betafite V. 93
Ambaliha.
Riebeckite IV.798
Zircon III.812
Ambariovaliha (île de).
Calcédoine III.137
Ambato, N. E. d'Ankify.
Leucite IV.804
Ambatoarina, E. d'Ambatofangehana.
Barytine V. 19
Galène V. 29
Imérinite IV.788 ; V. 4
Monazite V. 48
Ambatobé.
Panabase ? IV.880
Ambatobé (route d') à Sakoamadinika, province de Maevetanana.
Quartz IV.893
Ambatofanandrahana. Voir **Ambatofinandrahana.**
Ambatofangehana, province d'Ambositra.
Barytine IV. 67
Brochantite IV.150
Cassitérite ? III.231
Cérargyrite IV.884
Cérusite III.721
Chessylite III.773
Érubescite IV.868
Galène IV.852
Malachite III.749
Psilomélane IV. 19
Talc IV.744
Ambatofinandrahana, bassin de la Mania.
Calcite III.452
Ambatofotsikely, O. de Miandrarivo.
Allanite V. 25
Ampangabéite V. 4
Columbite V. 23
Monazite V. 47
Muscovite V. 44
Ambatoharanana.
Béryl IV.807
Ambatoharina. Voir **Ambatoarina.**
Ambatojirika. Voir **Ambotonjirika.**
Ambatolampy, près Mandriharivo.
Béryl IV.807 ; V. 13
Magnétite IV.338
Quartz IV.892
Tourmaline IV.687
Ambatolampy (entre) et Ambositra, Sahanivotry.
Béryl IV.807
Ambatomainty (poste d'), sur la haute Mahavavy.
Mésotype V. 86
Prehnite V. 55
Spinelle V. 75
Tourmaline V. 79
Ambatomanga (mont), O. d'Ambalavao.
Béryl IV.807
Ambatondrangy (mont), S. E. d'Antsirabé.
Tourmaline IV.688
Ambatonjirika.
Tourmaline IV.688
Ambatovory, près Anosibé, district de Vatomandry.
Corindon V. 35
Ambavatapia, S. d'Antsirabé.
Tourmaline IV.688
Ambavatobé (pointe et baie d'), Côte N. O.
Quartz III.60 ; IV.893
Ambavatoby. Voir **Ambavatobé.**
Ambero (mont), à 1 kil. d'Ambatonjirika.

Béryl IV.807
Tourmaline IV.688

Ambia sur la Vatana, S. de Vatomandry.
Platine V. 55

Amboasary, province Imérina.
Épidote IV.711
Or II.439
Quartz III. 88
Tourmaline I.103

Ambodimadiro, baie d'Ampasindava.
Barkévicite IV.792

Ambodimandrio. Voir **Ambodimadiro**.

Ambodimanga, région de Manhanjoro.
Or V. 53

Ambodinapahitra, flanc O. de l'Ankaratra.
Chabasie V. 87

Ambodiroka.
Or II.425

Amboditanana, région d'Itola.
Or II.437

Ambodongo.
Calcédoine III.141

Ambohary.
Béryl IV.807

Ambohibao, N. O. de Tananarive.
Almandin I.253

Ambohibato.
Houille IV.659

Ambohibé, S. de Betafo.
Graphite V. 31
Microcline V. 28
Quartz V. 62

Ambohidempona, Tananarive.
Barytine IV. 91

Ambohidratrimo, N. O. de Tananarive.
Almandin I.253
Opale III.324

Ambohimahavony (mont), S. d'Arivonimamo.
Christianite V. 87

Ambohimalaza, source de la Reine.
Quartz III.88, 91

Ambohimanambolo, district de Betafo.
Quartz III.90; IV.893

Ambohimanana, S. O. d'Antsirabé.
Béryl IV.806

Ambohimanarivo, près massif du Bity.
Tourmaline IV.688

Ambohimandroso, S. de Fianarantsoa.
Or II.437

Ambohimanga Atsimo.
Diopside I.609
Talc I.453
Trémolite I.654

Ambohimanga Atsimo (entre) et Ambositra.
Quartz IV.893

Ambohimanjaka, E. N. E. de Befato.
Béryl IV.807
Disthène IV.681
Lazulite IV.442
Rubellite IV.689
Tourmaline IV.687

Ambohimanoa (mont), bord de Ikopa.
Fibrolite IV.679
Magnétite IV.338

Ambohimarina, O. d'Antsirabé.
Béryl IV.806

Ambohimarina, S. de Diégo-Suarez.
Cuivre? II.404

Ambohimasina (montagne d'), rive gauche de l'Andromba.
Graphite IV.839

Ambohimiangara (mont), au N. E. du lac Itasy.
Fibrolite IV.679

Ambohimihofa (bassin du).
Or IV.846

Ambohimirakitra, S. S. E. Tananarive.
Scapolite V. 84
Trémolite IV.786
Ambohinaorina, E. de Tsiafahy.
Magnétite IV.338
Ambohiolora (mont), région de Miandrarivo.
Tourmaline IV.702
Ambohiponana, E. du Bity.
Tourmaline IV.688, 691
Ambohitrakoholahy (rivière d'), district d'Ambohimahasoa.
Corindon III.805
Ambohitrakoholany. Voir **Ambohitrakoholahy**.
Ambohitralika, S. E. du mont Tsimitaratra.
Bitume (sources) IV.627
Ambohitrandriamanitra, E. de Tsiafahy.
Magnétite IV.338
Ambohitravorano, vallée de Sahatany.
Monazite V. 46
Ambohitrosy (massif de l'), Ambongo.
Ægyrine IV.773
Ænigmatite IV.801
Katoforite IV.793
Pissasphalte IV.627
Ambohitsara, E. d'Andranosamonta.
Scapolite IV.829; V. 84
Ambohitsora. Voir **Ambohitsara**.
Ambolotara, O. de Betafo.
Autunite V. 8
Betafite V.71-93
Blomstrandite IV.613
Euxénite IV.611
Zircon V. 90
Ambondromany, district d'Ambositra.
Tourmaline IV.688
Ambondrombé.
Or II.437
Ambondrona, N. E. de Miandrarivo.
Nontronite V. 39
Ambongo.
Katoforite IV.793
Prehnite V. 55
Amboronosy,. E. de Tsiafahy.
Magnétite IV.338
Ambositra (province d').
Amazonite IV.817
Corindon III.247, 805
Hématite V. 34
Or II.437
Quartz III. 88
Spinelle IV.306
Tourmaline IV.688, 701; V. 80
Ambositra (entre) et Ambatolampy.
Béryl IV.807
Ambositra (entre) et Ambohimanga du S.
Quartz IV.893
Amis (baie des), près Antsirane, Diégo Suarez.
Christianite IV.835
Mésole IV.830
Ampala (mont), près Soavinandriana, massif de l'Itasy.
Augite V. 57
Hornblende V. 4
Ampangabé, près Miandrarivo.
Almandin V. 30
Ampangabéite V. 3
Béryl V.12, 13
Bismite V. 17
Bismuthinite V. 17
Bismuthite V. 17
Columbite IV.923; V. 22
Épidote V. 25
Monazite V. 46
Puchérite V. 56
Quartz IV.892; V. 62
Rutile V. 65

Strüvérite V. 66
Zircon V. 90
Ampangarinana, Nosy Komba.
Eudialyte IV.825
Néphéline IV.753
Ampangorina, baie d'Ampasindava.
Barytine IV. 91
Ampanihy, pays Mahafaly.
Almandin IV.727, 728
Corindon III.805
Graphite IV.839
Kaolinite V. 37
Pléonaste IV.303
Scapolite V. 83
Spinelle IV.303
Ampanihy (route d') à Tranaroe.
Dipyre V. 84
Ampanihy (route d') à Ejeda et Ampotaka.
Chondrodite IV.707
Humite IV.707
Phlogopite IV.734
Scapolite IV.829
Amparafaravola, lac Alaotra.
Mélilite IV.752
Pérowskite IV.763
Amparaly.
Calcédoine III.141
Ampasary (bassin de l').
Corindon V. 35
Or IV.844
Ampasibitika, baie d'Ampasindava.
Ægyrine IV.773
Anophorite IV.793
Arfvedsonite IV.797
Galène IV.852
Magnétite IV.331
Microlite IV.606
Riebeckite IV.798
Spath fluor IV.888
Zircon III.812
Ampasihiatra. Voir **Ampatsikahitra**.
Ampasimena.
Houille IV.660
Ampasimpotsy, sur la Farafara, S. de Vatomandry.
Platine V. 55
Ampasindava (baie d').
Analcime IV.834
Anorthose IV.816
Barkévicite IV.792
Houille IV.660
Lignite IV.662
Magnétite IV.331
Néphéline IV.753
Orthose IV.816
Pyrite IV.860
Pyrochlore IV.604
Ampasiry.
Or II.425
Ampatsakana (plateau d').
Béryl IV.806
Muscovite IV.736
Ampatsikahitra, vallée de la Sahatany.
Quartz IV.892
Tourmaline IV.687, 690
Triphane IV.775
Ampiambisany, Mont Bezavona.
Leucite IV.804
Ampikaza (col d').
Phlogopite IV.734
Ampitambé (filon d').
Or IV.844
Ampitatafika (entre) et Ianaborona.
Corindon V. 35
Zircon V. 91
Ampohinana. Voir **Ambohiponana**.
Ampotaka (route d') à Ampanihy et à Ejeda.
Chondrodite IV.707
Humite IV.707

Anabohitsy (butte d'), pays Mahafaly.
Hypersthène IV.763
Pléonaste IV.300
Anadavomaro, rive gauche de la Matsiatra.
Béryl IV.807
Analabé, Betsiriry.
Or IV.844
Analalava (plateau d'), S. de Betafo.
Béryl IV.806
Muscovite IV.736
Analambato.
Corindon III.806
Analaroamaso, au N. d'Ambatobé.
Opale III.324
Analasampa, région d'Itola.
Or II.437
Andalona (mont), S. O. d'Ambositra.
Tourmaline IV.688
Andaobatotany.
Euxénite V. 27
Andavakoedra. Voir **Andavakoera.**
Andavakoera (mines de l').
Argent IV.841
Barytine IV.67, 902; V. 10
Blende IV.856
Galène IV.852
Or (Electrum) IV.845; V.51, 53
Pyrite IV.860
Quartz IV.893
Andempombé, près Tananarive.
Pléonaste IV.303
Spinelle IV.303
Andevenanaomby (mont), massif du Bezavona.
Catapléite IV.828
Eudialyte IV.825
Néphéline IV.753
Andibakely, entre le Sakay et le Kitsamby.
Betafite V. 71
Euxénite V. 27
Andimaka (bassin de l').
Or IV.846
Andohahelo (poste d').
Tourmaline IV.688
Andohalo, quartier de Tananarive.
Almandin I.253
Andomaka, Betsiriry.
Or IV.844
Andrahomanana, près Fort-Dauphin.
Almandin IV.727
Andalousite IV.678
Grandidiérite IV.672
Pléonaste IV.300
Sillimanite IV.679
Andrangavola, sur la Sakaleona.
Tourmaline V. 80
Andranobé (lac).
Béryl IV.806
Andranofito, près Tsiajoarivo.
Or IV.844
Andranokely.
Quartz IV.893
Andranomadio, S. E. de l'Ankaratra.
Corindon V. 35
Zircon V. 90
Andranomafana (à l'E.), entre Tananarive et la côte.
Opale III.324
Or IV.845
Andranomainty.
Corindon III.806
Andranomifafa, vallée de la Sahatorendrika.
Béryl V. 13
Andranomilevina, S. de Betafo.
Lazulite V. 40
Andranosamonte, côte N.-O.
Gypse IV.201
Andranotsitra, près d'Ambaliha, S. E. d'Andranosamonta.

Euxénite IV.611

Andrantsay (bassin de l').
Or IV.846

Andravelona (entre) et Mahalevona, S. d'Antalaha.
Andalousite IV.678

Andravoravo (filon d'), province de Mananjary.
Or IV.844

Andriamalandy, E. d'Andranosamonte.
Graphite IV.839

Andriamena.
Rutile V. 65

Andrianampy (mont), vallée de la Sahatany.
Tourmaline IV.687

Andrianavo, région d'Itola.
Or II.437

Andriankely, S. E. de l'Ankaratra.
Corindon V. 35
Zircon V. 91

Andringitra (entre le Mont) et Vinanitelo.
Or II.437

Androtrakely (bassin de l'), à l'O.
Or IV.846

Angodongodona (mont), O. d'Antsirabé.
Tourmaline IV.687

Angorogorodona (mont). Voir **Angodongodona.**

Anjanaboana.
Amazonite V. 28
Béryl IV.809, 811 ; V.13, 15
Quartz IV.893 ; V. 62
Rubellite IV.692
Tourmaline IV.687,692,698 ; V.80
Triphane IV.777

Anjanabonoana. Anjanabonoina. Voir **Anjanaboana.**

Anjaridaina (filon d'), province de Mananjary.
Or IV.844

Anjiakely (mont), près le lac Kinkony.
Quartz IV.893

Anjomakely, S. E. d'Antsirabé.
Corindon V. 34
Sillimanite V. 75

Anjouan, Comores.
Andésine IV.820
Anorthose IV.816
Hornblende IV.790
Zircon IV.896

Ankalampo, Nosy-Bé.
Ferropicotite IV.310

Ankalampobé, N. E. de Nosy-Bé.
Blende IV.856
Kaolinite IV.748

Ankangafohy, cercle d'Analalava.
Scapolite IV.829

Ankanongana. Voir **Ankarongana.**

Ankaramy, région d'Ampasindava.
Barkevicite IV.792
Blende IV.856
Pissasphalte V. 24

Ankaratra (massif de l').
Almandin I.253
Augite I.596
Béryl II. 21
Biotite I.322
Cassitérite? IV.896
Chabasie V. 87
Clinochlore I.383
Columbite IV.617
Corindon V. 35
Néphéline I.502
Nontronite IV.751
Soufre II.368
Vivianite IV.461

Ankarinarivo (mont), S. E. d'Alasora.
Trémolite IV.786

Ankarongana, Betsiriry.
Or IV.846
Ankavandra.
Tourmaline IV.702
Ankazandrano.
Corindon V. 34
Sillimanite V. 75
Ankazoberavina (îlot d'), vis-à-vis la baie d'Ambavatoby.
Heulandite IV.835
Mésotype IV.831
Quartz IV.893
Anketsa (plateau d').
Calcédoine III.141
Ankitsikitsika, vallée de la Sahatany.
Béryl V.13-16
Tourmaline V. 80
Ankoronkarany, Côte O.
Leucite II. 6
Ankotrofotsy (bassin de l').
Or IV.846
Anosivolo, N. O. de Maharitra.
Tourmaline IV.688,697
Anramantaraka, O. d'Ampasibitika, baie d'Ampasindava.
Mélanite IV.726
Antaboaka, près Mandrihariva, sources de la Sahatany.
Amazonite IV.817
Béryl IV.807 ; V. 13
Lépidolite IV.737
Quartz IV.892 ; V. 62
Tourmaline IV.687, 701
Zinnwaldite IV.734
Antaboka. Voir **Antaboaka.**
Antambohobé (région entre) et Antananarivokely.
Zircon III.812
Antanamalaza.
Béryl IV.806
Antananarivo. Voir **Tananarive.**
Antananarivokely (région entre) et Antambohobé.
Zircon III.812
Antandrokomby, près Mont Bity.
Actinote IV.787
Albite IV.820
Autunite V. 8
Béryl IV.810 ; V.13, 15
Blomstrandite V. 73
Danburite V. 24
Microcline V. 28
Microlite IV.606
Manandonite V. 40
Rhodizite IV.350 ; V. 64
Rubellite IV.691
Scapolite V. 83
Tourmaline IV.688, 695-701
Trémolite IV.787
Triphane IV.775
Antanety, O. de Maizimanjaka, et S. O. de Befato.
Gédrite V. 4
Antangaina (entre le col d') et Ranomafana, Andavakoera.
Electrum IV.845
Or IV.845
Antanibé, O. d'Antsirabé.
Béryl IV.806
Antanifaly (île de).
Calcédoine III.137
Antanifotsy, près d'Ambatolampy.
Corindon III.805
Antanifotsy (filon d'), 2 kil. E. d'Ampangabé.
Betafite V.71-92
Antanifotsy, S. d'Arivonimamo.
Or IV.844
Antanimenabé, S. d'Antsirabé.
Tourmaline IV.688
Antantanana.
Barytine IV. 91

Antetezambato, N. O. Mahanoro.
Wollastonite V. 59
Antoby, district d'Ambohimasina, au N. E.
Almandin IV.728
Orthose IV.816
Quartz IV.893
Antongodrahoja, 60 kil. O. de Mevatanana.
Calcédoine III.137
Antonifotsy. Voir **Antanifotsy**.
Antsaily, Betsiriry.
Or IV. 844, 846
Antsangambato. **Antsongambato**. Voir **Antsongombato**.
Antsiasia. Voir **Antsiatsia**.
Antsiatsia.
Panabase IV.880
Antsirabé.
Augite IV.769
Calcite III.540, 544
Ferropicotite IV.310
Muscovite IV.736
Opale V. 50
Quartz IV.893
Soufre II.368
Tourmaline IV.687
Zircon V. 90
Antsirane.
Augite IV.769
Ferropicotite IV.309
Antsiriribé, entre Tsinjoarivo et Ambatolampy.
Graphite V. 31
Antsoa (île).
Ægyrine IV.773
Katoforite IV.794
Antsofimbato, près Mhandrariva.
Hydrargillite V. 36
Antsofombato, O. de Tsinjoarivo.
Trémolite IV.786
Antsohanina (ravin d'), Mont Bezavona.
Analcime IV.834
Prehnite IV.732
Antsolabato.
Or V. 52
Antsongombato, S. de Betafo.
Amazonite IV.817
Apatite V. 6
Béryl V.13, 15
Blomstrandite V. 73
Lépidolite IV.737
Microcline V. 28
Rubellite V. 81
Scapolite V. 83
Spessartine IV.729; V. 30
Tourmaline IV.687, 701
Triphane IV.777
Arivonimano (environs d').
Or IV.844
Quartz III. 91
Ataboka. Voir **Antaboaka**.
Atangodrahoja. Voir **Antongodrahoja**.

B

Bandahely (mont), rive droite du Maivorano.
Euxènite IV.611
Bara (pays des).
Or II.436
Bealanana (route de) à Bedjofo.
Scapolite IV.829
Beanamalao (rivière de).

Fibrolite IV.679
Beando (rivière de), district de Nosy Varika.
Chalcosite IV.853
Or IV.844
Bebasy (filon de), province de Mananjary.
Or IV.844
Bedinta, O. d'Ihosy.
Corindon III.805
Bedjofo, région d'Ananalava.
Wollastonite V. 59
Bedjofo (route de) à Bealanana.
Scapolite IV.829
Bedodoka. Voir **Bekodoka**.
Beforona.
Or IV.844
Beforona (entre) et Tamatave.
Fergusonite IV.609
Beheny (ruisseau de), affluent de l'Ankangafohy.
Scapolite IV.829 ; V. 84
Bekiady (rivière), près du lac Kinkony.
Analcime IV.833
Chrysocole III.322
Gmélinite IV.837
Heulandite IV.835
Mésotype IV.831
Opale III.322
Quartz III. 60
Stilbite IV.826
Bekodoka.
Graphite IV.839
Bekopaka.
Calcite III.517
Belafika (crique), près Miandrivazo.
Fibrolite IV.679
Belambo, près Maevetanana.
Cymophane IV.346
Grossulaire IV.724
Spinelle IV.306
Zircon III.216
Bemafato.
Houille IV.659
Bemahazembina, près Antsirabé.
Andalousite IV.678
Benenitra (environs de).
Tourmaline V. 79
Benenitra, entre l'Ibeandro et l'Ianapera.
Almandin V. 31
Benenitra (entre) et Betroka.
Orthose V. 28
Berafia.
Asphalte IV.904
Beranozano (ruisseau de), S. O. de Tsimivolovolo.
Disthène IV.681
Or IV.844
Beraoka.
Scapolite IV.829
Berofia (île de), baie de Diégo-Suarez.
Calcédoine III.137
Besakoa, chemin de Bakihy, à 60 kil. de Benenitra.
Magnétite IV.319
Betafo.
Corindon III.247, 806
Hématite V. 34
Quartz III.55, 91 ; IV.893 ; V. 63
Rutile IV.895 ; V. 65
Tourmaline IV.687, 693
Betahitra (vallée de), baie de Diégo-Suarez.
Chabasie IV.836
Pyrite IV.860
Betainakoho, 10 kil. S. E. d'Ambohibé, O. d'Inanantonana.
Hématite V. 34
Betainaomby, près d'Andriamalandy.
Graphite IV.839

Betainiomby.
Muscovite IV.736
Betankilaotra, N. E. région aurifère d'Andavakoera.
Argent V. 7
Argyrite V. 7
Barytine V. 10
Or V. 52
Betroka (entre) et Benenitra.
Orthose V. 28
Betsiboka (rivière de la).
Or II.436; IV.846
Betsileo, N. E. d'Ambohimaha.
Hématite V. 34
Magnétite IV.338
Or II.425, 436
Betsiriry.
Corindon III.242
Fibrolite IV.679
Or IV.846
Pléonaste IV.303
Spinelle IV.303
Bezavona (mont).
Ægyrine IV.773
Ænigmatite IV.801
Analcime IV.833
Barkevicite IV.792
Hydrargillite V. 36
Mélanite IV.725
Néphéline IV.753
Bity (région du mont), S. d'Antsirabé.
Almandin IV.728
Apatite IV.385
Béryl IV.809
Bityite IV.674
Cordiérite IV.760
Diopside I.609
Grossulaire IV.724
Hatchettolite IV.605
Lazulite IV.442; V. 40
Microcline IV.817
Quartz V. 63
Talc V. 77
Tourmaline IV.687

C

Carnot (fort).
Rutile V. 65
Comores (îles).
Titanomagnétite IV.324
Courrier (entre la baie du) et Diégo-Suarez.
Analcime II.286
Néphéline I.500

D

Dabolava, Betsiriry.
Or IV.846; V. 53
Diégo-Suarez.
Ægyrine I.613; IV.773
Colophanite IV.575
Corindon III.245
Ferropicotite IV.309
Hornblende IV.790
Labrador II.189
Plagioclases II. 62
Zircon IV.896
Diégo-Suarez (entre) et la baie du Courrier.
Analcime II.286
Néphéline I.500

E

Ejeda (route d') à Ampanihy et Ampotaka.
Chondrodite IV.707
Humite IV.707

F

Famohizankova (mont), O. du lac Itasy.
Quartz III. 55
Fanantara (bassin du), à l'E.
Or IV.846
Fandramanana (rivière de), pays Bara.
Almandin IV.727
Farafata, N. de Tamatave.
Xylotile V. 5
Farafatra.
Béryl II.21 ; IV.809
Tourmaline I.103
Triphane I.618
Farafatrana. Voir **Farafatra.**
Faraony (bassin du).
Or IV.846
Farariana (vallée de), région de Fenerive.
Fibrolite IV.679
Faratsiho, E. de l'Ankaratra.
Nontronite V. 39
Opale V. 50
Psilomélane IV. 21
Fatihita, S. O. d'Antsirabé.
Tourmaline IV.687
Faujakana (district), près Fianarantsoa.
Malachite III.749
Fefena.
Béryl V. 12
Strüvérite V. 66
Fenerive (district de).
Platine IV.841
Fianarantsoa. Voir **Mody.**
Fiherenana, district d'Ambositra.
Tourmaline IV. 688
Fisahana (région de), S. E. d'Antsirabé.
Tourmaline IV.688
Fitatahana (rivière de), 10 kil. S. d'Antsirabé.
Autunite IV.549
Folokara.
Pissasphalte V. 24
Fort-Dauphin.
Magnétite IV.338
Muscovite IV.736
Phlogopite IV.734
Scapolite IV.829; V. 83
Tourmaline IV.688
Wollastonite V. 59
Français (montagne des), près Diégo-Suarez.
Quartz III. 88

H

Helakelaka (col de), N. O. de Fort-Dauphin.
Diopside I.609
Scapolite II.232
Wollastonite I.623
Hiaranandriana (montagne de), à un jour de marche de Tananarive.
Épidote IV.711
Quartz III. 88
Hiaranany. Voir **Iaranany.**

I

Ialamalaza.
Béryl IV.806
Ialantsara, près Tsinjoarivo.
Or V. 53
Ialasora. Voir **Alasora.**
Iamalaza, S. de Betafo.
Lazulite V. 40
Ianaborona (entre) et Ampitatafika.
Corindon V. 35
Zircon V. 91
Ianapera (rivière de l').
Almandin V. 31
Iankina (mont).
Ægyrine IV.773
Béryl IV.806
Iaranany (monts), S. S. E. de la région Fianarantsoa.
Tourmaline IV.688
Iaraony. Voir **Faraony.**
Iaroka (bassin de l'), à l'E.
Or IV.846
Iavomanitra.
Quartz IV.839
Ibity (mont). Voir **Bity** (mont).
Ifasina.
Béryl V. 13
Ifempina, région d'Ambositra.
Almandin IV.727
Béryl IV.807 ; V. 12
Corindon III.805 ; V. 35
Cymophane IV.346
Fibrolite IV.679
Grossulaire IV.724
Ilménite V. 34
Rutile V. 65
Topaze IV.682
Tourmaline IV.688
Ihosy, pays Bara.
Chalcosite V. 20
Monazite V. 48
Or V. 53
Ikalamavony, 60 kil. N. E. de Fianarantsoa.
Béryl IV.807 ; V. 12
Or IV.844
Ikelivolana, S. de Betsiriry.
Épidote IV.711
Ikoly (rivière d'), district d'Ambatofinandrahana.
Chalcosite V. 20
Ikongo, 55 kil. S. S. E. de Fianarantsoa.
Almandin IV.728
Ikopa (rivière de l').
Or II.436 ; IV.846
Iiaka, 5 kil. N. O. d'Ambositra.
Tourmaline IV.688
Imaina.
Chalcopyrite V. 19
Or V. 52, 53
Imalo.
Danburite V. 25
Hambergite V. 32
Imérina, Plateau central.
Diopside I.608
Muscovite IV.736
Imerinarivo, E. de Tsiafahy.
Magnétite IV.338
Isaka (montagne d'), 36 kil. S. d'Ambohimanambola.
Amazonite IV.817
Isongo (rivière de l'), affluent de la Manambia.
Platine IV.841 ; V. 55
Itaolana.
Or II.437
Itasy (lac).
Almandin I.253

Amazonite II.125
Microcline II.125
Or II.436
Itea (filon d').
Or IV.844; V. 52
Itondy (bassin de l'), à l'O.
Or IV.846
Itrafo (mont), O. d'Antsirabé.
Tourmaline IV.687
Itremo (mont), district d'Ambositra.
Tourmaline IV.688
Itrongahy.
Apatite V. 6
Diopside V. 58
Kornerupine V. 39
Opale V. 50
Orthose V. 28
Quartz V. 63
Saphirine V. 74
Tschewkinite V. 82
Zircon V. 91
Ivodirandrano, O. d'Ambositra.
Or V. 52
Ivondrona (bassin de l'), à l'E.
Or IV.846
Ivongo (mont), près de Mantasoa, 45 kil. E. S. E. de Tananarive.
Biotite I.331
Ivongo, cote N. E.
Disthène I. 74

J

Jabo (vallée du), N. de Tananarive.
Giobertite V. 19
Jaiky, S. O. de Betafo.
Béryl V. 12
Joja (riv. de), baie d'Ampasindava.
Pyromorphite IV.405

K

Kalakajoro (île de).
Calcédoine III.137
Kandreho, région de Makaringa.
Quartz IV.893
Karaoka (mont), au N. O. du lac Itasy.
Fibrolite IV.679
Katokely, près Anjanaboana.
Béryl V. 13
Kelilalana, près d'Antsirabé.
Vivianite IV.461
Kinjabé, entre Tsiroanomandidy et Ankavandra.
Autunite V. 8
Kiranomena, Betsiriry.
Chalcopyrite V. 19
Or IV.844; V. 53
Pléonaste IV.303
Kiravoravo, E. d'Amboasary.
Monazite V. 48
Kitsamby (bassin du).
Or IV.846
Kokomba, S. E. d'Ampotaka, pays Mahafaly.
Tourmaline IV.702
Koma (tunnel de), chemin de fer de Tamatave à Tananarive.
Pyrite IV.860
Pyrrhotite IV.859

L

Lamboharana (plateau de), entre Ihosy et Ambohimandroso.
Quartz III. 88
Lapatorendrika. Voir **Sahatorendrika**.
Loky (vallée de la).
Muscovite IV.736
Or IV.846
Loky (entre la) et Ambakirano, rive droite de la Mahavavy.
Or IV.845
Lomaka, district d'Itola.
Or II.437

M

Madagascar (en général).
Apatite IV.394
Autunite IV.548
Brucite III.403
Chabasie II.331
Épidote I.151
Forstérite IV.714
Galène II.497
Hornblende I.688; IV.790
Humite IV.707
Ilménite III.299
Labrador II.189
Latérite III.347
Limonite III.370
Magnétite IV.341
Microcline II.125; IV.817
Monazite IV.375
Muscovite I.349; IV.736
Néphéline IV.753
Or II.425; IV.843
Orthose II. 83
Pyrrhotite II.859
Quartz III. 55
Quartz améthyste III. 90
Résine subfossile IV.645
Ripidolite I.393
Rutile III.206
Sidérite III.615
Tourmaline I.103
Wollastonite IV.778

Maevetanana (région de).
Chabasie II.331
Corindon III.247
Magnétite IV.336
Or II.425, 436; IV.846
Pyrite IV.860
Quartz III. 99
Zircon III.216
Mafaitsa (S. de) sur l'Ambinanitelo.
Almandin IV.728
Mahafaly (pays).
Chondrodite IV.707
Corindon III.805
Graphite IV.839
Grossulaire IV.725
Humite IV.707
Hypersthène IV.763
Phlogopite IV.734
Scapolite IV.829
Mahajamba (bassin du), au N. O.
Or IV.846
Mahajilo (bassin du), à l'O.
Or IV.846
Mahalevona (entre) et Andranovelona, région d'Anonibé.
Andalousite IV.678
Mahanara. Voir **Mahanoro**.
Mahanoro, 50 kil. S. de Vohémar.
Quartz améthyste III. 90

Mahanoro (vallée de), côte S. E.
Quartz III. 88
Maharitra, vallée de la Sahatany.
Actinote IV.787
Albite IV.820
Amazonite IV.817 ; V. 28
Apatite IV.385
Autunite IV.548
Béryl IV.806, 809, 811 ; V. 16
Bityite IV.674 ; V. 17
Blomstrandite V. 73
Danburite IV.723 ; V. 25
Grossulaire IV.724
Hambergite IV.349
Kaolinite V. 36
Lépidolite IV.737
Microcline IV.817 ; V. 28
Pilolite IV.747
Quartz IV.892 ; V. 62
Rubellite IV.690
Spessartine IV.729 ; V. 30
Tourmaline IV.687, 692, 701 ; V. 78
Trémolite IV.787
Triphane IV.775
Mahasetsa, O. d'Ikalamavony.
Béryl IV.807
Mahasora (vallée de la).
Quartz III. 88
Mahatsara, ancien district d'Imerinarivo, E. de Tsiafahy.
Magnétite IV.338
Mahatsinjo (source), 30 kil. S. O. de Miarinarivo, N. O. Lac Itasy.
Aragonite III.685
Calcite III.544
Clypéite III.734
Mahatsinjo (mont), près d'Ambatofangehana.
Trémolite IV.787
Mahavoky (filon de), province de Mananjary.
Or IV.844
Maherivaratra, sur la Manantsatrana, N. O. de Fenerive.
Platine V. 55
Makarainga.
Lositе V. 48
Néphéline V. 48
Manambovona (rivière).
Béryl IV.807
Mananara, district de Maroantsetra.
Quartz IV.893
Manandona (rivière de).
Tourmaline I.103
Or IV.846
Sphène V. 76
Manandriana (lit du), près Ambohimanga Atsimo.
Quartz III. 88
Mananjara, S. E. du Mont Vohitrambo, Sources de la Sahatany.
Orthite V. 26
Voir **Mananjary**.
Mananjary (rivière de).
Fuchsite IV.736
Magnétite IV.342
Monazite IV.375
Sphène V. 76
Zircon III.812
Mananjary (province de).
Calcite V. 18
Laumontite V. 88
Or IV.844, 846
Manankaralahy, sur la route d'Ejeda à Ampanihy.
Pléonaste IV.303
Spinelle IV.303
Manantsatrana (rivière de).
Quartz III. 88
Manantsetra.
Quartz IV.893
Manarintsoa, district d'Andramasina.

Magnétite IV.338
Mandrarivo. Voir **Ampangabé** et **Mandrihariva**.
Mandraty (rivière).
Or II.425; V. 52
Mandrihariva, sources de la Sahatany.
Tourmaline IV.687
Mandrina (confluent de la) et de la Lokotra.
Fuchsite IV.736
Mandritsara (fort de).
Nontronite V. 39
Or II.436
Quartz III. 88
Mandro, S. de Betafo.
Chalcosite V. 20
Épidote V. 25
Oligoclase (pierre de soleil) V. 30
Sphène V. 76
Manendrika, 3 kil. S. d'Antanamalaza.
Blomstrandite V. 73
Samarskite V. 70
Mangily, bassin de la Loky.
Épidote IV.711
Quartz V. 63
Mangoky (rivière du).
Houille IV.659
Or IV.846
Mangoro (bassin du).
Katoforite IV.793
Or IV.846
Mania (bassin de la).
Or IV.846
Tourmaline I.103
Maningory (bassin du), à l'E.
Or IV.846
Quartz III. 88
Manitra. Voir **Maharitra**.
Manjaka, vallée de Sahatany.
Apatite V. 6
Mangano-columbite V. 23
Rhodizite V. 64
Mantasoa, district de Manjakandriana.
Magnétite IV.338
Marimbo (rivière de).
Quartz III. 88
Marirana, O. d'Inanantonana.
Almandin V. 30
Béryl V. 13
Maroando, près Tsilaisina.
Tourmaline IV.688, 701
Maroboaly.
Pissasphalte V. 24
Marolambo (district de).
Platine IV.841
Rutile V. 65
Maromandia, rive droite de l'Aranomalaza, près Port-Radama.
Blende IV.856
Katoforite IV.793
Marondava.
Labrador-bytownite II.189
Maropapango (mont), S. de Betafo.
Béryl IV.806
Maroparasy (mont), près d'Ambatolampy.
Corindon III.805
Marorangotra, district de Manjakandriana.
Magnétite IV.338
Marorano. Voir **Morarano**.
Marotandrano, région de Mandritsara.
Fibrolite IV.679
Marotony.
Houille IV.660
Marovato (mont), région de Fianarantsoa.

Tourmaline IV.688
Maseza.
Béryl V. 12
Matitanana (rivière de), district d'Ikongo.
Zircon III.812
Matsiatra.
Tourmaline IV.688
Mayotte (île), Comores.
Muscovite I.349
Mazy (rivière de), près Mahatsinjo, province Miarinarivo.
Ctypéite III.734
Menavava (rivière de la).
Or II.436
Mevatanana. Voir **Maevetanana.**
Miandrarivo.
Monazite V. 48
Opale V. 50
Miarinarivo.
Quartz III. 91
Miatsiatra. Voir **Matsiatra.**
Mody.
Amazonite IV.817
Corindon III.805
Hydrargillite V. 36
Quartz III. 88
Morahariva.
Houille IV.659
Morarano.
Béryl IV.807
Corindon III.805
Rubis III.805
Tourmaline IV.688
Moratehety. Voir **Moratety.**
Moratety (bassin du), à l'O.
Or IV.846
Moratelo, cercle d'Ankazobé.
Magnétite IV.338

N

Nosivolo (Haut), bassin de la Sahadinta.
Or IV.843
Nosy-Bé.
Barytine IV. 91
Christianite IV.385
Galène IV.852
Houille IV.660
Leucite IV.804
Néphéline I .502
Nosy Komba (île de).
Ægyrine IV.773
Analcime IV.833
Anorthose IV.816
Barkévicite IV.792
Grossulaire IV.724
Leucite IV.804
Néphéline IV.753
Orthose IV.816

O

Olotsingy (mont), S. de Betafo.
Béryl IV.811
Muscovite V. 44
Quartz V. 63
Tourmaline IV.687
Onilahy (entre la rivière d') et Tsivory.
Graphite IV.839
Onisena (rivière d'), district d'Ambohimahasoa.

Corindon III.805
Onivé (bassin de l').
Or IV.846

P R

Port-Bergé, sur le Bemarivo.
Calcédoine III.141
Pseudocalcédonite III.160
Radama (presqu'île de).
Calcédoine III.137
Rafiatokana (filon de), E. d'Ankavandra.
Argent V. 7
Or IV.844
Smaltite V. 75
Ranohira.
Almandin V. 31
Ranomafana, mines d'Andavakoera.
Barytine V. 10
Calcite V. 18
Chalcopyrite V. 19
Dolomite V. 9
Or V. 52
Pyromorphite V. 6
Ranomafana (entre) et le col d'Antangaina, région d'Andavakoera.
Electrum IV.845
Or IV.845
Ranomainty, S. E. de Betafo.
Lazulite V. 40
Ravoravo (rivière de), affluent de la Saka, province de Mananjary.
Or IV.844
Reine (source de la), à Antsirabé.
Calcite III.544

S

Sabotsy, O. de Fianarantsoa.
Microcline V. 28
Orthose IV.816; V. 28
Sahadinta (rivière), à 65 kil. N. E. d'Ambositra.
Or IV.843
Sahafandraona (filon de), province de Mananjary.
Or IV.844
Sahafoza, sur la rivière Ifontsy, 16 kil. N. Tamatave.
Disthène IV.681
Sahamatrana, province de Mananjary.
Or IV.844
Sahanivotry, S. E. du mont Bity.
Béryl IV.807; V. 12, 13
Quartz IV.893
Tourmaline IV.688; V. 78
Sahanofa (rivière de), affluent du Mananjary.
Corindon III.805; V. 35
Sahatany (vallée de), E. d'Ihosy.
Bismuth V. 16
Sahatany (vallée de la).
Amazonite IV.817
Quartz IV.892
Voir **Maharitra**.
Sahatoarendrika. Voir **Sahatorendrika**.
Sahatorendrika (sources de la).
Béryl IV.806; V. 12
Tourmaline IV.688
Sahofa.
Or V. 52

Sahoindrano (riv.).
Épidote IV.711
Sahosorina, S. d'Ambatoharina.
Trémolite IV.787
Saint-André (cap), sur la rivière Sambao.
Bitume IV.627
Sainte-Marie (île de), N. E. de Madagascar.
Hydrargillite V. 36
Muscovite I.349
Quartz III. 88
Saka (riv.), affluent du Mananjary.
Corindon V. 35
Disthène IV.681
Or IV.846
Staurotide IV.672
Sakaleona (bassin du), à l'E.
Corindon V. 35
Or IV.844, 846
Sakalina, S. O. du mont Bity.
Béryl IV.807
Tourmaline IV.688
Sakamasay, Pays Mahafaly.
Barytine IV. 97
Sakatovo (rivière).
Almandin IV.728
Sakay (bassin de la).
Or IV.846
Sakoamadinika (route de) à Ambatobé, province de Marvetanana.
Quartz IV.893
Sambirano (bassin du).
Or IV.846
Samiresy, S. E. du lac Tritriva.
Bismite V. 16
Bismuth V. 16
Bismuthite V. 16
Euxénite V. 26
Puchérite V. 56
Pyromorphite V. 6
Samirésite V. 72
Zircon V. 90
Sandranapana, affluent de gauche de la Matitanana
Zircon III. 812
Sanivotry. Voir **Sahanivotry**.
Sarobidy (rivière de), affluent du Manandranofotsy.
Tourmaline IV.688
Saveny (bassin de la), à l'O.
Or IV.846
Sisaony (bassin de la), au centre.
Or IV.846
Soamiania (rivière de).
Quartz III. 88
Soavinarivo
Diopside V. 57
Or IV. 844
Sofia (rivière de la), Côte N. O.
Calcédoine III. 141
Suberbieville. Voir **Maevetanana**.

T

Tainanjidina.
Or II.425
Takodara (filon de).
Or IV.844
Tamatave.
Tourmaline I.103
Tamatave (entre) et Beforona.
Fergusonite IV.609
Tamohevitra, 800 mètres E. rive dr. du Bekiady.
Cuprite III.308

Tananarive.
Almandin I.253
Barytine IV. 91
Diallage V. 58
Diopside I.609
Forstérite IV.714
Phlogopite IV.734
Quartz III. 55
Scapolite IV.829
Talc I.453
Trémolite I.654
Vivianite IV.461

Tanandravina, vallée de la Sandrakary.
Quartz IV.893

Tandranora (vallée de la).
Quartz III. 88

Tetehina, S. O. d'Antsirabé.
Béryl IV.807 ; V. 12
Tourmaline IV.687

Tetezantany, sur la Mandrina.
Scapolite IV.829

Tetezantsio. O. d'Antsirabé.
Tourmaline IV.687

Tompombohitra, vallée de la Sahatany.
Quartz IV.892
Tourmaline IV.687 ; V. 78

Tongafeno, S. de Betafo.
Almandin IV.728
Béryl IV.806 ; V.12, 13, 16
Blomstrandite V. 73
Columbite V. 23
Quartz IV.892 ; V. 62
Rutile V. 65
Tourmaline IV 687, 691 ; V. 79
Zircon V. 90

Torendrika, O. d'Ambositra.
Bastnaésite V. 10
Bétafite V. 94
Struvite V. 66
Tschewkinite V. 81

Trafo. Voir **Itrafo**.

Tranaroe, près d'Ampanihy, pays Mahafaly.
Trémolite IV.786

Tranaroe (route de) à Ampanihy.
Dipyre V. 84

Tranoroé. Voir **Tranaroe**.

Tsamandava, région de Fianarantsoa.
Tourmaline IV.688

Tsarahonenana, dans l'Antsihanaka.
Nontronite V. 39

Tsaramanga (mont) entre Antsirabé et Betafo.
Euxénite V. 27
Monazite V. 46

Tsaramiadana, province de Mananjary.
Or IV.844

Tsaratanana, près de Tsilaisina.
Tourmaline IV.688

Tsaravovona (Mont), près Mandrihariva.
Béryl IV.811 ; V.12
Tourmaline IV.687

Tsarazafy, près Ambohimasina, rive gauche de l'Ikopa.
Graphite V. 31

Tsiafahy, près Tananarive.
Pléonaste IV.303
Spinelle IV.303

Tsiafajavona (mont), Ankaratra.
Chabasie V.85, 87
Mésole V. 85
Néphéline I. 502

Tsiafakafo (mont), Ankaratra.
Chabasie V. 87
Mésole V. 87

Tsiazo (mont), O. de Mody.
Tourmaline IV.688

Tsiazompaniry, secteur d'Andramasina.
Magnétite IV.338
Tsilaisina, près des gorges de la Manandona.
Béryl IV.809, 810; V. 12, 15
Bismuth V. 16
Blomstrandite V. 73
Hydrargillite V. 36
Microcline V. 28
Quartz V. 62
Spessartine IV.729; V. 30
Tourmaline IV.688, 701; V. 78
Tsilaisina (mont), massif du Mont Bity.
Anthophyllite V. 4
Cordiérite IV.760
Tsilamaha (poste de).
Tourmaline IV.688
Tsimananana. Voir **Tsimananarana**.
Tsimananarana, près de Tsilaisina.
Spessartine IV.729
Tourmaline IV.688
Tsimanankarana. Voir **Tsimananarana**.
Tsimivotovolo. Voir **Tsimbolovolo**.
Tsimbolovolo.
Or V. 52
Tsinjavona.
Or IV.844
Tsinjoarivo.
Corindon III.806
Tsinoriha (mont), N. E. de Fort-Dauphin.
Magnétite IV.336
Tsiribihina (rivière).
Pétrole IV.904
Tsitondroina (mont), S. S. E. de Fianarantsoa.
Tourmaline IV.688
Tsivory (entre) et la rivière d'Onilahy.
Graphite IV.839

V

Vahinambo, près Arivonimamo.
Or IV.844; V. 53
Vakinankaratra, province.
Corindon III.805
Lazulite IV.442
Tourmaline IV.687
Valojoro, S. d'Ambositra.
Nouméite IV.744
Talc IV.744; V. 77
Valokianja, région d'Itola.
Or II.437
Varana (rivière de), affluent du Kitsamby, 10 kil. S. O. de Soavinandriana.
Hématite V. 34
Vato (vallée de la).
Actinote IV.787
Vatomandry.
Almandin V. 31
Vatondrangy (mont), 50 kil. S. E. d'Antsirabé.
Corindon V. 34
Vinanikarena, S. E. d'Antsirabé.
Autunite V. 8
Vinanitelo (entre) et le mont Andringitra.
Or II.437
Voanana, près Ambatofangehana.
Diopside V. 58
Voatalana.

Or V. 53
Voatavolana, 65 kil. d'Ambolovao.
Sylvanite V. 77
Vohemar.
Barytine IV. 91
Épidote IV.711
Quartz III. 88
Vohibarika (mont).
Amazonite IV.817
Tourmaline IV.688
Vohibé (mont), E. d'Antsirabé, district d'Itota.
Béryl IV.806
Or II.437
Vohibory (mont), 34 kil. S. de Benenitra.
Giobertite V. 19
Vohidahy, vallée de la Sahatany.
Amazonite IV.817
Béryl IV.808, 810; V. 13
Quartz IV.892
Rubellite IV.689
Spessartine IV.729
Tourmaline IV.688
Vohijavona (mont), Boeni.
Quartz III. 88
Vohimanombo, 9 kil. S. S. O. de Vinanikarena.
Autunite V. 9
Vohimarina. Voir **Vohimasina**.
Vohimasina (pic de), E. du Bity.
Béryl V.13-15
Tourmaline IV.688
Vohimasina, N. de Maharitra.
Euxénite V. 17
Vohindolo (mont), région de Fianarantsoa.
Tourmaline IV.688
Vohiposa (mont), Betsileo.
Quartz III. 90
Vohitra (massif de la), O. d'Antsirabé.
Tourmaline IV.687
Vohitrombo.
Corindon V. 34
Vohitramby (mont), près Antsirabé.
Augite V. 57
Béryl IV.806
Vihitseranana (mont), pays Bara.
Quartz III. 90
Volatarana (rivière de), affluent de l'Ivolina.
Xénotime V. 85
Volavaky, N. d'Andrianalina.
Quartz IV.892; V.63
Vongavonga (tunnel de).
Trémolite IV.786
Vontovorona (mont), Vakinankaratra.
Ægyrine IV.773
Béryl IV.806
Corindon V. 35
Zircon V. 91
Vorondolo (mont).
Béryl IV.807
Tourmaline IV.688

Z

Zomandao, affluent de dr. de l'Ihosy.
Zircon III.812
Zoza. Voir **Joja**.

RÉUNION

A B

Avirons (rivière des).
Aragonite III.694
Bassin bleu, quartier Saint-Paul, rivière Saint-Gilles.
Minervite IV.468
Bernard (cap), près Saint-Denis.
Minervite V. 45
Opale V. 50
Struvite V. 76
Bras Rouge de Cilaos.
Ægyrine V. 58
Gyrolite V. 90
Mésolite V. 86

C D

Cilaos (cirque de)
Apophyllite V. 88
Olivine V. 53
Chabasie V.85, 88
Christianite V. 87
Mésole V. 85
Mésolite V. 86
Cormoran (bassin du).
Minervite V. 45
Newberyite V. 49
Dumas (rivière). Voir **Mat.**

F G

Fournaise (piton de la).
Olivine V. 53
Galets (rivière des).
Analcime V. 86
Gyrolite V. 90

M N

Mafatte (cirque de).
Chabasie V.85-88
Christianite V. 87
Gyrolite V. 90
Mésole V. 85
Mésolite V. 86
Mat (rivière du).
Analcime IV.833 ; V. 86
Aragonite III.694
Chabasie V. 88
Olivine V. 54
Prehnite V. 55
Neiges (piton des).
Chabasie V. 88
Olivine V. 53

R

Remparts (rivière des).
Aragonite III.694
Réunion (Ile de la), en général.
Bronzite I.551
Calcite III.539
Chabasie II.331
Delessite I.396
Gypse IV.210
Hématite III.265
Magnétite IV.341
Olivine I.180
Pélagosite III.539
Prehnite IV.732
Soufre II.368
Titanomagnétite IV.324
Rosemont (grotte de).
Gypse IV.210

S

Sables (plaine des).
Augite I.596
Olivine I.179; V. 53
Sables (rivière des).
Katoforite IV.794
Saint-Denis.
Aragonite III.694
Chabasie V. 88
Mésolite IV.832
Olivine I.179
Saint-Etienne (rivière).
Analcime V. 86
Chabasie V. 88
Gyrolite V. 90
Labrador-Bytownite II.189
Saint-Gilles (ravine).
Minervite V. 45
Newberyite V. 49
Opale V. 50
Salazie (cirque de).
Analcime II.285
Chabasie V.85, 88
Christianite V. 87
Mésole V. 85
Mésolite V. 86
Salé (étang).
Olivine V. 54

5° ANTILLES, GUYANE ET CLIPPERTON

GUADELOUPE ET ILES VOISINES

D E

Duplessis (rivière), au S. O.
Hématite III.264
Echelle (fumerolles de l').
Alunogène IV.236
Gypse IV.210
Halotrichite IV.258
Soufre II.839

G M O

Galion (rivière du).
Epsomite IV.218
Grande Fente de la Soufrière.
Gypse IV.209
Guadeloupe (Ile de la), en général.
Augite I.596
Bois silicifié III.159
Calcédoine III.138
Hornblende IV.790
Hypersthène I.561 ; IV.764
Ilménite III.299
Labrador II.190
Labrador-bytownite II.190
Magnétite IV.341
Mésotype IV.831
Natron III.784
Opale III.337
Orpiment II.445
Psilomélane IV. 22
Réalgar II.441
Thermonatrite III.783
Titanomagnétite IV.324
Tridymite III.810
Madame (rivière), Vieux Fort.
Pléonaste IV.301
Oiseaux (île des), Antilles.
Colophanite IV.562

S T

Saintes (les), Antilles.
Gypse IV.198
Hypersthène IV.764
Soufrière (la).
Alunogène IV.236
Gypse IV.210
Halotrichite IV.258
Opale IV.900
Pléonaste IV.301
Soufre II.367 ; IV.839
Spallanzani (caverne de).
Alunogène IV.236
Trois Pointes, S. de Basse-Terre.
Giobertite III.589

MARTINIQUE

A B

Arlet (anses d').
Gypse IV.198
Burgos (pointe), près les Anses d'Arlet.
Cordiérite IV.761
Hornblende IV.790
Quartz III.811

C

Cabrit (îlot du).
Asphalte IV.634
Pissasphalte IV.634
Carbet (piton du).
Biotite IV.734
Hornblende IV.790
Olivine IV.717
Quartz III.811
Claire (rivière), haute vallée.
Alunogène IV.236

D I

Diamant (îlot du).
- *Andésilabradorite* IV.821
- *Biotite* IV.734
- *Bytownite-anorthite* IV.821
- *Cordiérite* IV.761
- *Olivine* IV.717
- *Spinelle* IV.301
- *Variscite* IV.482

Ilot (Grand).
- *Biotite* IV.734

M

Martinique (île de la), en général.
- *Augite* I.596
- *Calcédoine* III.138
- *Cordiérite* IV.761
- *Hornblende* IV.790
- *Hypersthène* I.561 ; IV.764
- *Ilménite* III.299
- *Labrador* II.190
- *Labrador-bytownite* II.190
- *Magnétite* IV.341
- *Mésolite* II.279
- *Opale* III.154, 337
- *Quartz* III.811
- *Thénardite* IV. 32
- *Titanomagnétite* IV.324
- *Tridymite* III.810
- *Wolfram ?* IV.292

Montagne Pelée.
- *Cordiérite* IV.761
- *Gypse* IV.210
- *Hornblende* IV.790
- *Hypersthène* IV.764
- *Magnétite* IV.329
- *Métathénardite* IV. 33
- *Natroalunite* IV.142
- *Olivine* IV.717
- *Opale* IV.900
- *Quartz* III.811
- *Sel marin* IV.884
- *Soufre* IV.840
- *Tridymite* III.809

Morne des pétrifications, près de Saint-Anne.
- *Heulandite* IV.834
- *Stilbite* IV.836

P

Paillacard (rivière) près du Prêcheur.
- *Grossulaire* IV.725

Perle (îlot de la).
- *Variscite* IV.482

Pétrifications (savane des), près Sainte-Anne.
- *Analcime* IV.833
- *Mésotype* IV.831

R

Ramiers (îlot des), baie de Fort de France.
- *Hypersthène* IV.764

Rivière Blanche.
- *Salmiac* IV.885

S T

Saint-Barthélemy.
Laumontite IV.837
Saint-Pierre.
Acmite IV.771
Ægyrine IV.773
Augite IV.771
Augite acmitique IV.771
Babingtonite IV.781
Fayalite IV.715
Franklinite IV.344
Gahnite IV.310
Magnétite IV.342
Mélilite IV.752
Réaumurite IV.779
Willémite IV.721
Wollastonite IV.778
Zincite IV.898
Sainte-Anne (quartier).
Calcédoine III.138, 803
Salines (Savane des).
Bois silicifié III.159
Thierry (îlot).
Asphalte IV.634
Pissasphalte IV.634

GUYANE

A

Adieu-Vat.
Calcite III.582
Or II.425, 434; IV.843
Stibine IV.849
Aïcoupaïe (sables d'), sur l'Approuague.
Or II.435
Platine II.390
Approuague (rivière).
Etain II.389
Or II.434
Staurotide IV.672
Tourmaline I.102

B C

Boulanger (crique).
Albite II.145
Biotite I.322
Hydrargillite III.365
Cayenne.
Heulandite I.V834
Prehnite IV.732
Quartz (cailloux) III.103
Stilbite IV.836
Comté (placer de la).
Or II.434
Comté (rivière).
Hydrargillite III.365
Or II.434
Connétable (îlot du).
Barrandite IV.488
Variscite IV.483
Couronaïe (rivière du).
Or II.434

D E

Diamant (pointe du).
Bauxite III.348
Dieu-Merci (placer).
Or II.425
Eldorado (placer), bassin du Sinnamary.
Pyrite IV.861
Elysée (placer de l'), rive gauche et à 40 kil. de la Sinnamary.
Or II.425, 434
Enfin (placer)
Or II.425, 434

G

Guyane française, en général.
Columbite IV.618
Latérite III.347
Limonite III.370
Microcline II.125
Mispickel IV.863
Monazite IV.376
Muscovite I.349
Oligoclase II.172
Or II.424
Quartz III. 91
Staurotide I.15; IV.672
Sylvanite IV.867

H K

Hamelin (cirque), sur l'Approuague.
Or II.435
Platine II.390
Kourou (rivière du).
Or II.434

M

Mana (placer entre la) et le Maroni.
Or II.434
Mana (rivière de la).
Or II.434
Maroni (rivière du).
Or II.434
Mena (la).
Staurotide IV.672
Montalbo (placer), près Cayenne.
Or II.425

P

Pas-trop-tôt (placer de).
Or II.434
Placer Bief.
Or II.434
Pottineur (placer le).
Or II.425, 434

S

Saint-Elie (placer).
Hydrargillite III.808
Or II.425, 434
Sinnamary (rivière de).
Or II.434
Pyrite IV.861
Sparwine (cirque), bassin du Maroni.
Staurotide IV.672

CLIPPERTON

Clipperton (Attol de), Pacifique du Nord.
Variscite IV.483

7° ASIE

INDOCHINE FRANÇAISE

A

A-Khoï, province de Quang-Yen, Tonkin.
Stibine IV.850
Alexandre (mine), Tonkin.
Cassitérite III.805
An-Chau, Tonkin.
Pyrite IV.861
Stibine IV.850

B

Bac-Giang (province), Tonkin.
Cérusite III.727
Chalcopyrite IV.869
Stibine IV.850
Bac-Kan, Tonkin.
Chalcopyrite IV.869
Mispickel IV.863
Ban-Vaï, sur le Song-Bang-Giang, Tonkin.
Or IV.843
Bao-Nang, E. de Thaï-Nguyen, Tonkin.
Hématite III.275
Ba-Xat, Tonkin.
Rutile IV.896
Tourmaline IV.686
Beau-Site, 30 kil. de Nguyen-Binh, Tonkin.
Autunite IV.549
Cassitérite III.805
Bien-Dong, province de Bac-Giang, Tonkin.
Chessylite III.773
Malachite III.750
Panabase IV.880
Pyromorphite IV.405
Bin-Chanh, Cochinchine.
Météorite V. 44
Bong-Miu, province de Quang-Nam, S. de Hué, Annam.
Or II.436

C

Ca-Dau (vallée de), Quang-Nam, Tonkin.
Disthène IV.680
Campha, concession de Hongay, province de Quang-Yen, Tonkin.
Houille IV.659

Cao-Bang, Tonkin.
Tourmaline IV.686
Cao-Phon, S. de Cao-Bang, Tonkin.
Or IV.843
Cao-Son, Tonkin.
Autunite IV.549
Chiem-Hoa, province de Tuyen-Quang, Tonkin.
Galène IV.852
Cho-Don, près Bac-Kan, Tonkin.
Willémite V.84
Cho-Moï, Tonkin.
Pyrite IV.861
Cho-Moi (route de) à Nari, canton de Nhu Co, S. de Bac-Kan, Tonkin.
Variscite V. 82
Cho-Ra, N. O. de Bac-Kan, Tonkin.
Aurichalcite III.741
Cochinchine, en général.
Allanite I.158
Muscovite I.349
Co-Phuc, Huyen de Trang-Yen, province de Yen-Bay, Tonkin.
Graphite IV.839

D

Dien-Bien-Phu, Tonkin.
Stibine IV.850
Dong-Khé (entre) et That-Khé, vers Cao-Bang, Tonkin.
Asbeste IV.786
Dong-Trieu, province de Haï-Duong, Tonkin.
Houille IV.659
Doumer (pont), à Hanoï, Tonkin.
Vivianite IV.461

F

Fleuve Rouge, Tonkin.
Almandin IV.728
Graphite IV.839
Rutile IV.896
Zircon III.216

G

Ganymède (mine), à Nguyen-Binh, Tonkin.
Blende IV.856
Mispickel IV.863
Giang-Tien, au N. O. de Thaï-Nguyen, Tonkin.
Limonite III.379
Giao-Liem, province de Bac-Giang, Tonkin.
Chessylite III.773
Malachite III.750
Panabase IV.880
Pyromorphite IV.405
Sidérite III.614

H

Ha-Giang (territoire de), Tonkin.
Palygorskite IV.747
Ha-Khoï. Voir **A-Khoï**.
Ha-Quan, province de Bac-Kan, Tonkin.
Galène IV.852

Hat-Liet, sur le Nam-Sam, Annam.
Or II.435
Hatou (mine de), concession de Hongay, province de Quang-Yen, Tonkin.
Houille IV.659
Hin-Boun (mine de), vallée du Nam-Paten, Laos français.
Cassitérite III.232
Hongay (concession), province de Quang-Yen, Tonkin.
Houille IV.659
Huyen de Tran-Yen. Voir **Co-Phuc**.

K

Kao-Loc, région O. de Ha-Giang, secteur de Quang-Ba, Tonkin.
Cinabre IV.857
Ké-bao (île de), Tonkin.
Houille IV.659
Kim-Hi, sur le Song-Bang-Giang, Tonkin.
Or IV.843

L

Lam, province de Bac-Giang, Tonkin.
Malachite III.750
Lang-Ca, province de Quang-Yen, Tonkin.
Blende IV.856
Bournonite IV.875
Chalcopyrite IV.869
Galène IV.852
Panabase IV.880
Pyromorphite IV.405
Lang-Hit, province de Thaï-Nguyen, Tonkin.
Anglésite V.5
Blende IV.856
Cérusite III.727
Galène IV.852
Smithsonite III.634
Lang-Huy, province de Quang-Yen, Tonkin.
Stibine IV.850
Lang-Met, province de Bac-Kan, Tonkin.
Galène IV.852
Lang-Nath, province de Bac-Giang, Tonkin.
Blende IV.856
Lang-Nhu, Fleuve Rouge, entre Bao-Ha et Lao-Kay, Tonkin.
Disthène IV.680
Lang-Son (province de), Tonkin.
Stibine IV.850
Lao-Kay, Tonkin.
Galène IV.852
Pyrite IV.861
Lao-Kay (entre) et Yen-Bay, Tonkin.
Almandin IV.728
Laos français.
Or II.435 ; IV.843
Long-Po, Fleuve Rouge, Tonkin.
Gypse IV.198

M

Mékong (fleuve du), Annam.
Or II.435
Molinham, au N. E. de Thaï-Nguyen, Tonkin.
Limonite III.379
Mo-Trang, province de Thaï-Nguyen, Tonkin.
Galène IV.852
Muong-Nhiam, sur le Nam-Nhiam, Annam.
Or II.435

N

Na-Cho-Caï, Tonkin.
Cinabre IV.857
Nagotna, concession de Hongay, province de Quang-Yen, Tonkin.
Houille IV.659
Nam-Ngoum (rivière de), affluent du Mékong, Annam.
Or II.435
Nam-Nhiep (rivière du), affluent du Mékong, Annam.
Or II.435
Nam-Sam (rivière du), affluent du Mékong, Annam.
Or II.435
Nam-Sang, affluent du Mékong, Laos.
Or IV.843
Nam-Ty (vallée de), Tonkin.
Almandin IV.728
Nari (route de) à Cho-Moi, canton de Nhu-Co, S. de Bac-Kan, Tonkin.
Variscite V. 82
Ngan-Son, province de Bac-Kan, Tonkin.
Galène IV.852
Ngoï-Hop (gare), Tonkin.
Anthophyllite IV.785
Nguyen-Binh, territoire militaire de Cao-Bang, Tonkin.
Autunite IV.549
Blende IV.856
Pyrite IV.861
Spath fluor IV.888
Stibine IV.850
Tourmaline IV.686
Wolfram IV.292
Niem-Son, province de Phu-Lien, Tonkin.
Strengite IV.477

P

Pac-Boc, S. de Cao-Bang, Tonkin.
Or IV 8.43
Phong-To, territoire de Lao-Kay, Tonkin.
Blende IV.856
Panabase IV.880
Phuc-Yen, Tonkin.
Scorodite V.75
Phu-Hong, Cochinchine.
Météorite V. 44
Pia-Ouac (massif de), Tonkin.
Autunite IV.549
Wolfram IV.290
Pnom-Dek, province de Thom-Cambodge.
Limonite III.375
Pnom-Penh, Cambodge.
Météorite V.44

Q

Quan-Son, S. de Thanh Hoa, Annam.
Variscite V. 82
Quang-Yen (province), Tonkin.
Chalcopyrite IV.869
Stibine IV.850

R

Rivière Noire, Tonkin.
Chalcosite IV.853
Disthène IV.680
Érubescite IV.868
Mispickel IV.863
Rutile IV.896
Trémolite IV.786

S

Sept-Pagodes, Tonkin.
Houille IV.659
Song-Ca (fleuve du), Annam.
Or II.435
Song-Cau (vallée de), provinces de Thaï-Nguyen et de Bac-Kan, Tonkin.
Graphite IV.839
Song-Mô (rivière du), affluent du Song-Ca, Annam.
Or II.435

T

Tac-Haï, près Traï-Hutt, Tonkin.
Almandin IV.728
Ta-ho-ti, rive droite du Fleuve Rouge, Tonkin.
Ilménite III.299
Rutile IV.896
Tay-Ha, province de Vinh-Yen, N.-E. de Sontay, Tonkin.
Hématite III.275
Thai-Nguyen, Tonkin.
Cérusite III.727
Sidérite III.614
Thanh-Moï, province de Lang-Son, Tonkin.
Blende IV.856
Galène IV.852
Greénockite IV.857
Grossulaire IV.724
Idocrase IV.712
Than-Vaï, Tonkin.
Gédrite IV.785
That-Khé, Tonkin.
Épidote IV.711
Stibine IV.850
That-Khé (entre) et Dong-Khé, vers Cao-Bang, Tonkin.
Asbeste IV.786
Tinh-Tuc, N. de Cao-Bang, Tonkin.
Cassitérite III.231, 804
Kermésite IV.850
Mispickel IV.863
Molybdénite IV.851

Or IV.843
Spath fluor IV.888
Wolfram IV.290
Tin-Tuc. Voir **Tinb-Tuc**.
Tong-Tinh, province de Bac-Kan, Tonkin.
Galène IV.852
Tonkin, en général.
Galène II.497
Hydrozincite III.738
Stibine II.457
Tabashir III.325
Trang-Da, près Tuyen-Quang, Tonkin.
Calcite III.571
Smithsonite III.634
Tran-Ninh (région du), Annam.
Or II.435
Trinh-Tuong, Tonkin.
Rutile IV.896
Trong-Loc, province de Quang-Nam, Annam.
Grossulaire IV.724
Idocrase IV.712
Magnétite IV.331
Mélanite IV.726
Tuyen-Quang (gisements de la province de), Tonkin.
Sidérite III.614

V

Van-Saï, sur la rivière Noire, province de Son-La, Tonkin.
Chalcopyrite IV.869
Chessylite III.773
Érubescite IV.868
Malachite III.750
Van-Yen, sur la rivière Noire, Tonkin
Axinite IV.734
Épidote IV.711
Vinh-Yen, Tonkin.
Pyrite IV.861

X Y

Xieng-Khouang, Annam.
Or II.435
Yen-Bay, Fleuve Rouge, Tonkin.
Or II.436
Zircon III.216
Yen-Bay (entre) et Lao-Kay, Tonkin.
Almandin IV.728
Yen-Luong, province de Hoa-Binh, Tonkin.
Galène IV.852

7° OCÉANIE

NOUVELLE-CALÉDONIE

A

Adio (mont).
Nouméite I.442
Andam (ruisseau d'), au delà de Bondé, vallée du Diahot.
Or II.435
Platine II.391
Anne-Madeleine (mine).
Magnésiochromite IV.314
Ao (mine d') ou mine Pilou.
Brochantite IV.151
Malachite III.749
Arembo (mont).
Nouméite I.442

B

Bâ (baie de), près Houaïlou.
Absolite IV. 24
Balade (mine de), près d'Onégou.
Almandin I.254
Biotite I.331
Brochantite IV.151
Chalcopyrite II.688
Chalcosite II.514
Chessylite III.773
Clinochlore I.383
Cuivre II.403
Cuprite III.308
Fuchsite IV.736
Glaucophane I.706
Malachite III.749
Mélaconite III.311
Muscovite I.350 ; IV.736
Staurotid IV.672
Talc I.453
Beaupré.
Gypse IV.194
Belle-Pluie (mine).
Magnésiochromite IV.314
Betchel, bassin de Maindou.
Anthracite IV.651
Boa (mont).
Nouméite I.442
Bonhomme (col du).
Almandin I.254
Boulari (baie de), bassin de Nouméa.
Anthracite IV.651
Asbolite IV. 24
Bourail (mine de).
Cinabre II.550
Magnétite IV.322
Mercure II.415
Brandy (mine de).
Garniérite I.442
Nouméite I.442

C

Calédonie (Nouvelle-), en général.
- *Antigorite* I.424
- *Bastite* I.425
- *Bronzite* I.550
- *Chrysolite* I.436
- *Crossite* IV.800
- *Diallage* I.590
- *Dolomite* III.658
- *Garniérite* I.441
- *Glaucophane* IV.800
- *Hématite* III.254
- *Hornblende* IV.790
- *Hyalite* III.320
- *Hydromagnésite* III.793
- *Hypersthène* I.559
- *Labrador* II.188
- *Labrador-Bytownite* II.188
- *Magnésite* I.460
- *Molybdénite* II.464
- *Nouméite* I.441; IV.744
- *Olivine* I.186
- *Opale* III.320
- *Or* II.425
- *Pyrite* IV.861
- *Quartz* III. 59
- *Résine subfossile* IV.645
- *Rutile* III.206

Canala (mine de).
- *Garniérite* I.442
- *Nouméite* I.442

Chaleix (entre la pointe) et Gomen.
- *Gypse* IV.194

Chesterfield (îles), 590 kil. N. O.
- *Colophanite* IV.563

Coulée (la).
- *Molybdénite* IV.850

D

Diahot (vallée du).
- *Actinote* I.654
- *Almandin* I.254
- *Blende* II.538
- *Clinochlore* I.383
- *Fuchsite* I.350
- *Galène* II.497
- *Glaucophane* I.705, 708
- *Lawsonite* IV.704
- *Magnétite* IV.336
- *Muscovite* I.350; IV.736
- *Or* II.425, 435
- *Pennine* I.387
- *Rutile* III.206
- *Sphène* II.252
- *Staurotide* IV.672

Dore (mont), bassin de Nouméa.
- *Anthracite* IV.651

Doué (mine de la), à Quana ou Canala ?
- *Garniérite* I.442

Ducos (île), près Nouméa.
- *Cuprite* III.308

Dumbéa (vallée de la).
- *Barytine* IV. 92
- *Garniérite* I.441
- *Nouméite* I.441

E F

Espérance (mine), vallée de Pouéo, près Bourail.
- *Magnésiochromite* IV.314

Fougères (mine de).
- *Cinabre* II.550

G

Galarino.
Apatite IV.394
Fuchsite IV.736
Magnétite IV.336
Rutile III.206
Gomen (entre) et la pointe Chaleix.
Gypse IV.194
Mispickel IV.863
Goulvain (cap).
Gypse IV.194
Magnésiochromite IV.314

H

Haouailou.
Magnétite IV.322
Huon (îlot), 240 kil. N. O.
Colophanite IV.563

K

Kaféate, près de Koné.
Asbolite IV. 24
Kalaa.
Mispickel IV.863
Kanala.
Muscovite I.350
Katépahic (mine du mont).
Garniérite I.442
Nouméite I.442
Koé, bords de la Dumbéa.
Epsomite IV.218
Koniambo (mine du mont).
Garniérite I.442
Nouméite I.442
Kopeto (mont).
Nouméite I.442
Kouaoua, vallée de Méa.
Datholite IV.684
Garniérite I.442
Nouméite I.442
Koumac (entre) et Voh.
Giobertite III.590
Krapet (mont).
Garniérite I.442
Nouméite I.442

L

Lacs (plaine des).
Magnésiochromite IV.314
Levat, bassin de Moindou.
Anthracite IV.651

M

Manghine (filon de), rive gauche du Diahot.
Mispickel II.672
Electrum II.425
Or II.425
Méa (vallée de la), près Kouaoua.
Scheélite IV.279
Méré (mine de).

Garniérite I.442
Nouméite I.442
Mérétrice (mine).
Anglésite IV.135
Argent II.412
Blende II.538
Calédonite V. 19
Cérusite III.719
Chalcopyrite II.688
Galène II.497
Limonite III.378
Pyromorphite IV.405
Moindou (bassin de).
Anthracite IV.651
Houille IV.660
Mouéo (mine de).
Garniérite I.442
Nouméite I.442

N

Nakéty.
Anorthite II.197
Bytownite II.197
Cinabre II.550
Garniérite I.441
Magnésiochromite IV.314
Nouméite I.441
Or II.435
Réalgar II.443
Stibine II.458
Nepoui (mine de).
Népouite IV.743
N'Go
Hornblende IV.790
Nondoué.
Houille IV.660
Nouméa (bassin de).
Anthracite IV.651
Garniérite I.441
Houille IV.660
Nouméite I.441 ; IV.744
Ny (mine de).
Garniérite I.441
Nouméite I.441

O

Oland (baie d').
Asbolite IV. 24
Or (mont d').
Garniérite I.441
Nouméite I.441
Tourmaline I.102
Ouéga.
Almandin I.254
Ouen (île).
Magnétite IV.322
Ouwarowite I.230
Ouenghi (mine d').
Garniérite I.441
Nouméite I.441
Ouié (baie).
Asbolite IV. 24
Deweylite IV.743
Ouinné.
Asbolite IV. 24
Ounia.
Asbolite IV. 24

Pandop, près Koumac.
Pétrole IV.627
Parari (route de).
Apatite IV.394
Persévérance (mines), à Monéo.
Hydrargillite III.365
Pilou (mine du), vallée du Diahot.
Anglésite IV.137
Atacamite II.799
Aurichalcite III.742
Brochantite IV.151
Cérusite III.720
Chalcopyrite II.688
Chalcosite II.515
Chessylite III.773
Covellite II.553
Cuivre II.403
Cuprite III.308
Linarite IV.154
Malachite III.749
Pins (île des).
Asbolite IV. 24
Pirogues (baie des).
Asbolite IV. 24
Plum.
Magnésiochromite IV.314
Pohien (ruisseau de), à Dubatche, près Balade.
Almandin I.254
Poro.
Asbolite IV. 24
Port Bouquet (mine de).
Garniérite I.442
Nouméite I.442
Portes-de-Fer.
Houille IV.660
Pott (île).
Asbolite IV. 24
Poume.
Asbolite IV. 24
Poya (mine de).
Garniérite I.442
Houille IV.660
Nouméite I.442

R S

Rencontre (baie de la).
Nouméite I.442
Saint-Vincent.
Magnésiochromite IV.314
Sud (baie du).
Asbolite IV. 24
Surprises (îles) ou Chesterfield, 590 kil. N. O. Nouvelle-Calédonie.
Colophanite IV.563

T

Tchaux (mine la).
Magnésiosidérite IV.314
Thio.
Asbolite IV. 24
Garniérite I.441
Népouite IV.743
Nouméite I.441
Tiea (plateau de).
Asbolite IV. 24
Tiebaghi.

Asbolite IV. 24
Chrysolite I.436; IV.743
Magnésiochromite IV.314
Ouwarowite IV.725

Tontouta (mine de la).
Garniérite I.441
Nouméite I.441

U V

Uitoé (presqu'île d').
Gypse IV.194
Voh (bassin de).
Anthracite IV.651
Houille IV.660
Voh (entre) et Koumac.
Giobertite III.590

Y

Yandé (île).
Asbolite IV. 24
Yaté.
Asbolite IV. 24

TAHITI ET ARCHIPELS GAMBIER, TUAMOTOU, ETC.

A F G

Atituiti, Archipel des Gambiers.
Chabasie IV.836
Mésole IV.829
Fontana (vallée de).
Augite IV.769
Gambier (îles).
Olivine V. 54

H M

Hébrides (nouvelles).
Gypse IV.210
Makatéa (île), archipel Tuamotu.
Colophanite IV.563
Mangareva, archipel des Gambiers.
Chabasie IV.836
Moréa (île).
Chabasie IV.836

P

Papenoo (vallée de).
Ægyrine IV.773
Analcime IV.832
Augite IV.769
Barkévicite IV.792
Chabasie IV.836
Christianite IV.835
Haüyne IV.757
Mésole IV.830
Mésolite IV.832
Néphéline IV.754
Thallite IV.745
Punaruu (vallée de).
Analcime IV.832
Mésolite IV.832

R T

Rurutu (île), archipel Tubuaï.
Colophanite IV.563
Tahiti (île de), en général.
Christianite IV.835
Magnétite III.341
Néphéline IV.753
Olivine V. 54
Titanomagnétite IV.324
Tepuka, Archipel des Gambiers.
Chabasie IV.836

V

Vaïrao, dans la presqu'île de Taïarapu.
Haüyne IV.757
Isorthose IV.816
Leucite IV.804

TABLE SYSTÉMATIQUE

DES ESPÈCES ÉTUDIÉES

I. CORPS SIMPLES NATIFS

a) **Métalloïdes**.

Diamant	II.353
Graphite	II.355 ; IV.839 ; V.31
Soufre	II.363 ; IV.839
Groupe de l'Arsenic	
Arsenic	II.380
Allemontite	II.383
Antimoine	II.384
Bismuth	II.386 ; IV.840 ; V.16
Arsénolamprite	IV.840

b) **Métaux**.

Étain	II.388
Platine	II.389 ; IV.841 ; V.55
Fer	II.391
Fers nickelés	II.395 ; V.44
Plomb	II.405
Cuivre	II.400
Argent	II.405 ; IV.841 ; V·6
Amalgame	II.413
Mercure	II.414 ; IV.841
Or (Electrum)	II.418 ; IV.841 ; V.51

1. Cette table donne la place systématique des espèces ; les quelques modifications à l'ordre suivi dans le corps de l'ouvrage sont nécessitées par des travaux plus récents.

II. CARBURES, SULFURES, PHOSPHURES, ARSÉNIURES, ANTIMONIURES

a) Sulfures des Métalloïdes.

Réalgar	II.439; III.568; IV.847
Groupe de la Stibine	
Orpiment	II.444; IV.848
Stibine	II.447; IV.849
Bismuthinite	II.459; IV.840; V.16
Molybdénite	II.461; IV.850; V.46

b) Carbures, Sulfures, Phosphures, Arséniures, Antimoniures des Métaux.

Dyscrasite	II.465
Rhabdite (Schreibersite)	II.467; IV.851
Cohenite	II.469
Groupe de la Galène	
Galène	II.471; IV.851; V.30
Argyrite	II.509; V.6
Groupe de la Chalcosite	
Chalcosite	II.512; IV.853; V.20
Stromeyérite	II.517
Groupe de la Blende	
Blende	II.520; IV.855; V.17
Alabandite	II.542
Oldhamite	IV.854
Groupe de la Würtzite	
Würtzite	II.544
Greénockite	II.545; IV.856
Covellite	II.552; IV.857
Cinabre	II.847; IV.857
Groupe de la Millérite	
Millérite	II.554; IV.858

Nickélite	II.555
Arite	II.559
Breithauptite	II.559
Pyrrhotite	II.561 ; IV.858
Troilite	II.561
Groupe de la Pyrite	
Pyrite	II.572 ; IV.859
Smaltite	II.629 ; IV.861 ; V.75
Cobaltite	II.635
Chloanthite	II.632 ; IV.861
Rammelsbergite	IV.864
Gersdorffite	II.637
Ullmannite	II.639
Groupe de la Marcasite	
Marcasite	II.641 ; IV.861
Löllingite (Leucopyrite)	II.660
Mispickel	II.663 ; IV.861
Lautite	IV.865
Sylvanite	IV.866 ; V.77

c) Sulfosels.

Érubescite	II.673 ; IV.868
Chalcopyrite	II.678 ; IV.868 ; V.19
Linnéite	IV.870
Groupe de la Zinkénite	
Zinkénite	II.690
Plagionite	IV.872
Berthiérite	II.692 ; IV.871
Groupe de la Freieslébénite	
Boulangérite	II.695 ; IV.873
Groupe de la Jamesonite	
Jamesonite	II.697 ; IV.871
Groupe de la Bournonite	
Bournonite	II.699 ; IV.874
Aikinite	II.709
Groupe des Argents rouges	
Proustite	II.712 ; IV.880
Pyrargyrite	II.715
Xanthoconite	II.717 ; IV.880

Groupe des Cuivres gris
Panabase (Freibergite, Fournétite, Malinowskite) II.721 ; IV.876
Tennantite II.737
Stannite V.76

d) Oxysulfures.

Kermésite II.739 ; IV.850
Voltzite II.741

III. SELS HALOÏDES

Chlorures, Bromures, Iodures, Fluorures.

Halite (sel gemme et sel marin) II.743 ; IV.883 ; V.32
Salmiac II.767 ; IV.884
Villiaumite IV.881
Groupe de la Cérargyrite
Cérargyrite II.771 ; IV.884
Bromyrite II.773
Calomel II.774
Fluorine II.775 ; IV.885
Sellaïte II.795
Cotunnite IV.889
Atacamite II.797 ; IV.891

IV. OXYDES

a) Oxydes.

Eau (glace) III.1
Tungstite III.10
Groupe de l'Arsénolite
Arsénolite III.11, 801 ; V.7
Sénarmontite III.13.V.9

Groupe de la Claudétite
Claudétite II.17; V.7
Valentinite III.19; V.7
Bismite III.23; IV.840; V.16
Groupe du Quartz
Quartz (Calcédonite, Lutécite, Passyite, Quartzine, Calcédoine, Agate, Jaspe, etc.). III.25,810; IV.891; V.61
Pseudocalcédonite III.159
Groupe de la Tridymite
Tridymite (Lussatite) III.161, 809
Cristobalite III.25, 806
Brookite III.169; IV.894
Anatase III.176
Groupe du Rutile
Rutile (Sagénite) III.190, 811; IV.895; V.65
Zircon III.206, 812; IV. 896; V.90
Cyrtolite V.90
Cassitérite (Ainalite) III.217, 804; IV.896
Polianite (Pyrolusite) III.235
Sous-groupe Ilménorutile-Strüvérite-Nigrine
Ilménorutile V.66
Strüvérite V.66
Nigrine III.195; V.66
Groupe du Corindon
Corindon (Rubis, Saphir, Emeri) III.237, 805; V.34
Hématite (Eisenrose, Sanguine, Martite) III.247; IV.899; V.34
Groupe des Fers titanés
Crichtonite III.285
Ilménite (Ménaccanite) III.285; V.33
Pseudobrookite III.300
Cuprite (Chalcotrichite) III.303; IV.899
Ténorite (Mélaconite) III.309
Massicot III.311

b) Hydroxydes.

Meymacite III.314
Cumengite III.807

Opale (Fiorite, Hyalite, Ménilite, Neslite, Randannite, etc.)	III.316, 810; IV.899; V.50
Malacon	III.338
Groupe du Diaspore	
Diaspore	
Bauxite (Latérite)	III.340; IV.900
Gœthite	III.349
Lépidocrocite	III.360
Manganite	III.352, 809; V.42
Hydrargillite	III.363, 808; V.36
Groupe de la Limonite	
Limonite (Limnite, Turgite, Stilpnosidérite, Xanthosidérite)	III.366
Groupe de la Brucite	
Brucite (Némalite)	III.401
Hydrocuprite	III.403

V. NITRATES

Nitratine	III.405
Nitre	III.406
Nitrocalcite	III.408
Nitromagnésite	III.413

VI. CARBONATES

a) Carbonates anhydres.

Groupe de la Calcite	
Calcite	III.417, 803; IV.901; V.18
Giobertite	III.587; V.19
Mésitite	III.594
Pistomésite	III.594
Sidérite	III.597, 812
Dialogite (Oligonite, Sidéroplésite)	III.623
Smithsonite	III.627; IV.901
Dolomite	III.637, 808; V.18
Ankérite	III.658

Groupe de l'Aragonite

Aragonite	III.664
Withérite	III.695
Strontianite	III.697
Cérusite	III.699 ; V.19
Ctypéite	III.728
Barytocalcite	III.801

b) Carbonates basiques anhydres.

Hydrozincite	III.736
Aurichalcite	III.739 ; IV.901
Malachite	III.742 ; IV.901
Chessylite	III.751 ; V.20
Dawsonite	III.775
Bismuthite	III.776 ; V.16

c) Chloro et Fluocarbonates.

Phosgénite	III.779 ; IV.902
Bastnaésite	V.10.

d) Carbonates hydratés.

Thermonatrite	III.782 ; IV.901
Natron	III.783
Trona	III.785
Nesquéhonite	III.789
Hydromagnésite	III.792

e) Oxalates, Mellates.

Whéwellite	III.794 ; V.83
Mellite (Xylocryptite)	III.799

VII. MANGANITES, PLUMBITES

a) Manganites et Plumbites anhydres.

Groupe de la Braunite

Braunite	IV.1

Groupe de la Hausmannite

Hausmannite	IV.3
Minium	IV.4

Groupe de la Psilomélane
Romanéchite IV.6
Psilomélane IV.5, 12
Ebelménite IV.20
Asbolite IV.22
Ranciéite IV.24

VIII. SULFATES, CHROMATES

a) Sulfates et Chromates anhydres.

α. Sulfates normaux.

Mascagnite IV.27
Thénardite IV.29
Glaubérite IV.33
Anhydrite IV.37
Groupe de la Barytine
Barytine IV.47, 902 ; V.9
Célestite IV.103
Anglésite IV.130 ; V.5

β. Sulfates basiques.

Groupe de l'Alunite
Alunite IV.138
Natroalunite IV.142
Jarosite (Pastréite) IV.143
Lanarkite IV.146
Brochantite IV.148
Linarite IV.152

b) Combinaisons de Sulfates et de Carbonates.

Calédonite IV.155 ; V.19
Leadhillite IV.156

c) Sulfates hydratés.

α. Sulfates d'un seul métal.

Mirabilite IV.161 ; V.45
Gypse IV.164
Groupe de l'Epsomite
Epsomite IV.212, 902
Goslarite IV.218
Morénosite IV.220

Groupe de la Mélantérite
Mélantérite IV.222
Pisanite IV.229
Boothite IV.227
Biebérite IV.230
Chalcanthite IV.231
Alunogène IV.234
Connellite IV.238
Coquimbite IV.239
Fibroferrite IV.241
Aluminite IV.243
Felsöbanyite IV.245
Paraluminite IV.245
Apatélite IV.246
Copiapite IV.247
Glockérite IV.250

β. Sulfates de plusieurs métaux.

Polyhalite IV.251
Groupe des Aluns
Kalinite IV.253
Groupe de l'Halotrichite
Halotrichite IV.255
Pickéringite IV.258
Métavoltite IV.259
Rœmérite IV.260
Botryogène IV.263
Lettsomite IV.265

IX. MOLYBDATES ET TUNGSTATES

a) Molybdates et Tungstates anhydres.

Wulfénite IV.267; V.85
Scheélite IV.275
Groupe du Wolfram
Ferberite IV.282
Wolfram IV.283; V.84
Hübnérite IV.292; V.84

b) Molybdates hydratés.

Molybdite III.7, 809; IV.296

X. ALUMINATES, FERRITES, CHROMITES, BORATES, ANTIMONITES

Groupe des Spinellides
Spinelle IV.298; V.75
Pléonaste IV.298
Picotite (Ferropicotite) IV.306
Hercynite IV.298
Gahnite IV.310
Magnétite (Titanomagnétite, Magnésioferrite) IV.315, 902
Franklinite IV.343
Chromite (Magnésiochromite, Chromopicotite) IV.311
Cymophane IV.344
Groupe des Borates
Hambergite IV.347; V.32
Rhodizite IV.350; V.64
Ulexite IV.352
Groupe des Antimonites
Nadorite IV.355
Roméite IV.360

XI. PHOSPHATES, ARSÉNIATES, VANADATES, ANTIMONIATES

a) Phosphates anhydres.

Groupe de la Triphyllite
Triphyllite IV.361
Natrophyllite (Alluaudite) IV.364
Xénotime IV.366; V.85
Monazite IV.368; V.46
Turnérite IV.372
Cervantite IV.376
Puchérite V.56

Groupe de l'Apatite
Apatite (Manganapatite) IV.378, 903; V. 6
Pyromorphite (Nuissiérite, Polysphérite) IV.394; V.6
Mimétite et Campylite IV.405
Vanadinite IV.410; V.82
Amblygonite IV.413
Montebrasite IV.413
Groupe de la Libéthénite
Libéthénite IV.418
Olivénite IV.420
Adamite (Cobaltoadamite, Cuproadamite) IV.424
Descloizite IV.427; V.25
Groupe de la Wagnérite
Triplite IV.431
Groupe de la Lunnite
Pseudomalachite IV.433
Clinoclasite IV.435
Dufrénite IV.437
Lazulite IV.440; V.40
Arséniosidérite IV.443

b) Combinaisons de Chromates et de Phosphates.

Vauquelinite IV.446

c) Phosphates hydratés

α. *Phosphates normaux.*

Struvite IV.449
Groupe de la Vivianite
Vivianite IV.452
Erythrite IV.461
Annabergite IV.464
Minervite IV.466; V.44
Hétérosite IV.468
Groupe de la Scorodite
Scorodite IV.471; V.75
Strengite IV.474
Angelardite IV.522; V.5
Vilatéite IV.477

Variscite (Callaïs, Redondite) IV.479 ; V.82
Barrandite IV.486
Liskeardite IV.488

β. *Phosphates acides.*

Groupe de la Brushite
Brushite IV.491
Pharmacolite IV.498
Newberyite V.49
Huréaulite IV.501
Stibiconite (Rivotite) IV.507
Flajolotite IV.509

γ. *Phosphates basiques.*

Bleiniérite IV.511
Leucochalcite IV.512
Bayldonite IV.513
Tyrolite IV.514
Chalcophyllite IV.517
Pharmacosidérite IV.519
Wavellite IV.524 ; V.83
Cacoxénite IV.528
Turquoise IV.529
Evansite IV.532
Rosiérésite IV.903
Prixite IV.533
Fouchérite IV.535
Eguéiite IV.536
Delvauxite IV.538
Morinite IV.539
Soumansite IV.541

Groupe de l'Autunite
Autunite IV.543 ; V.8
Uranocircite IV.549
Fritzschéite IV.549

Groupe de la Chalcolite.
Chalcolite (Torbernite) IV.550
Zeunérite IV.553

d) Combinaisons de phosphates et de carbonates ou de sulfates.

Dahllite IV.555
Francolite (Staffélite) IV.558
Colophanite (Odontolite) IV.561

Quercyite IV.579
Plumbogummite IV.586
Groupe de la Svanbergite
Svanbergite IV.592
Beudantite IV.596
Corkite IV.596
Destinézite (Diadochite) IV.597

XII. NIOBATES ET TANTALATES

Groupe du Pyrochlore
Pyrochlore IV.603
Hatchettolite IV.604
Microlite IV.605
Néotantalite IV.606
Groupe de la Betafite
Betafite V.70, 93
Samirésite V.71
Blomstrandite IV.612; V.72, 92
Fergusonite IV.608
Groupe de l'Euxénite
Euxénite IV.610; V.26
Polycrase IV.611
Samarskite V.69
Ampangabéite V.3
Groupe de la Columbite
Columbite IV.613, 923; V.22
Manganocolumbite IV.615
Tantalite IV.613
Skogbölite IV.618; V.22

XIII. SILICATES ET TITANATES

a) Silicates basiques.

Grandidiérite IV.670
Staurotide I.1, 38, 247, 252; IV.672
Bityite IV.673; V.17
Manandonite V.40

Saphirine	V.73
Kornerupine	V.37
Dumortiérite	I.15 ; IV.678 ; V.25
Calamine	I.19 ; IV.675
Andalousite (Chiastolite)	I.25, 252 ; IV.676
Sillimanite (Fibrolite)	I.50 ; IV.678 ; V.75
Topaze (Pyrophysalite)	I.59 ; IV.681 ; V.78
Disthène	I.65, 253 ; IV.680
Datholite	I.74 ; IV.682
Groupe de la Tourmaline	
Tourmaline (Rubellite, Indicolite, etc.).	I.78 ; IV.684 ; V.78
Groupe de la Lawsonite	
Lawsonite	IV.702
Hibschite	IV.704
Carpholite	I.111
Bertrandite	I.113 ; IV.706
Ilvaïte	I.711
Groupe des Humites	
Chondrodite	I.119 ; IV.706
Humite	I.119 ; IV.706
Clinohumite	I.119 ; IV.706
Ardennite	I.124
Groupe des Épidotes	
Zoïsite (Thulite)	I.128 ; IV.707
Clinozoïsite	IV.709
Épidote	I.127 ; IV.709 ; V.25
Piemontite	I.153
Allanite (Orthite)	I.156 ; IV.711 ; V.25
Idocrase	

b) Orthosilicates.

Groupe des Péridots	
Forstérite	IV.712
Olivine (Hyalosidérite)	I.170 ; IV.717 ; V.53
Titanolivine	I.198
Fayalite	I.195 ; IV.714
Téphroïte	IV.715
Groupe de la Phénacite	
Phénacite	I.201 ; IV.718
Willémite	IV.719 ; V.84
Danburite	IV.721 ; V.24

Groupe des Grenats

Grossulaire (Pyrénéite) I.217 ; IV.723
Ouwarowite I.228 ; IV.725
Mélanite (Aplôme, Topazolite) I.230 ; IV.725
Pyrope I.235 ; IV.726
Almandin I.239 ; IV.726 ; V.30
Spessartine I.234 ; IV.729 ; V.30
Dioptase (Chrysocole) I.257 ; IV.730
Prehnite (Koupholite) I.264 ; IV.732 ; V.55
Axinite I.277 ; IV.733 ; V.9
Friedélite I.302

Groupe des Micas

Phlogopite I.310 ; IV.734
Biotite (Anomite, Bastonite, Vermiculite) I.310 ; IV.734
Zinnwaldite I.334 ; IV.734
Lépidolite I.355 ; IV.736
Muscovite (Damourite, Fuchsite, Gümbélite, Séricite) I.334 ; IV.734, 740 ; V.44
Paragonite (Cossaïte) I.353
Hallérite IV.738
Chromocre I.358
Davreuxite I.360
Minguétite IV.738 ; V.45

Groupe des Clintonites

Brandisite I.361
Chloritoïde (Ottrélite, Salmite, Sismondine, Vénasquite) I.361 ; IV.738j ; V.21

Groupe des Chlorites

Clinochlore (Leuchtenbergite) I.379 ; IV.739
Pennine I.384 ; IV.739
Pyrosclérite I.387
Ripidolite (Helminthe) I.388 ; IV.739
Delessite I.394 ; IV.739
Klémentite I.396
Chamosite (Bavalite, Berthiérine) I.397
Aérinite I.403
Hisingérite I.405

Groupe de la Glauconie

Glauconie I.406 ; IV.740

Céladonite	I.414
Bravaisite	I.416
Groupe de l'Antigorite	
Antigorite (Baltimorite, Bastite, Bowénite, Marmolite, Schweizérite, Williamsite)	I.417 ; V.5
Népouite	IV.741
Bowlingite	I.442
Chrysotile (Métaxite, Picrolite)	I.431 ; IV.743
Xylolite	I.436 ; V.5
Deweylite	I.437 ; IV.743
Nouméite (Garniérite)	I.438 ; IV.743
Thermophyllite	I.446
Talc (Stéatite)	I.448 ; IV.744 ; V.77
Thallite	IV.744
Groupe des Palygorskites	
Palygorskite (Pilolite, Lassallite)	IV.745
Magnésite (Ecume de mer, Quincyte)	I.454
Groupe de la Kaolinite	
Kaolinite (Pholérite)	I.461 ; IV.740, 747 ; V.36
Leverriérite	I.461 ; IV.741
Pyrophyllite	I.470 ; IV.748
Groupe des Argiles	
Halloysite (Galapectite, Lenzinite, Severite, Savon de Plombières)	I.474 ; IV.748
Montmorillonite (Confolensite, Delanouite, Landevanite, Stéargillite)	I.480 ; IV.749
Allophane	I.484 ; IV.749
Termiérite	IV.749
Collyrite	I.486
Nontronite (Pinguite)	I.488 ; IV.751 ; V.39
Müllérite	IV.751

c) Silicates intermédiaires.

Groupe de la Mélilite	
Mélilite	I.492 ; IV.752
Groupe de la Néphéline	
Néphéline (Eléolite)	I.496 ; IV.752 ; V.48
Cancrinite	I.503
Losite	V.48

Groupe Sodalite-Haüyne

Sodalite	I.505 ; IV.734
Noséane	I.507 ; IV.755
Haüyne	I.507 ; IV.755
Planchéite	IV.757 ; V.54
Cordiérite (Gigantolite, Pinite)	I.512 ; IV.759
Astrophyllite	I.534 ; IV.762

d) Métasilicates.

Pérowskite	I.537 ; IV.763

Groupe des Pyroxènes

α. *Pyroxènes orthorhombiques.*

Enstatite	I.546
Bronzite	I.546
Hypersthène	I.552 ; IV.763

β. *Pyroxènes monocliniques.*

Clinoenstatite, Clinobronzite, Clinohypersthène	IV.765
Pigeonite	IV.765
Diopside (Malacolite, Salite, Omphazite)	I.568 ; V.57
Hédenbergite	I.569
Augite (Ægyrinaugite, Titanaugite, Fassaïte, Diallage)	I.569 ; IV.768 ; V.57
Ægyrine (Acmite)	I.610 ; IV.771 ; V.58
Jadéite (Chloromélanite)	I.613 ; IV.773
Triphane (Kunzite)	I.617 ; IV.775
Wollastonite	I.619 ; IV.777 ; V.59
Pectolite	I.540 ; V.59
Rosenbuschite	I.540 ; V.60
Lävénite	I.625 ; IV.779 ; V.40
Wöhlérite	I.627 ; IV.783
Rinkite	I.628 ; IV.780

γ. *Pyroxènes tricliniques.*

Rhodonite	I.630
Babingtonite	I.540 ; IV.780
Hiortdahlite	I.540 ; IV.782

Groupe des Amphiboles

α. *Amphiboles orthorhombiques.*

Anthophyllite	I.635 ; IV.784 ; V.4
Gédrite	I.635 ; IV.784 ; V.4

β. *Amphiboles monocliniques.*

Grünérite	I.642 ; IV.785
Cummingtonite	I.644
Trémolite (Asbeste)	I.645 ; IV.785
Actinote (Byssolite, Jade, Ouralite, Smaragdite)	I.645 ; IV.785
Imerinite	IV.787 ; V.4
Hornblendes (Edénite, Pargasite, H. commune, H. basaltique, Barkévicite)	I.661 ; IV.789, 791 ; V.4
Katophorite	I.689 ; IV.792
Anophorite	IV.792
Hastingsite	IV.794
Arfvedsonite	I.690 ; IV.795
Riebeckite	I.693 ; IV.797
Crocidolite	I.691
Osannite	IV.797
Tschernichewite	IV.906
Glaucophane (Crossite)	I.699 ; IV.799, 906

γ. *Amphiboles tricliniques.*

Ænigmatite	I.708 ; IV.801
Rhönite	IV.802
Leucite	II.3 ; IV.804
Béryl (Aigue marine, Emeraude)	II.8 ; IV.804 ; V.12
Worobiewite (Morganite)	IV.812 ; V.15

e) Polysilicates.

Groupe des Feldspaths

α. *Feldspaths monocliniques.*

Orthose (Adulaire, Pierre de lune, Sanidine)	II.64 ; IV.813 ; V.27
Isorthose	IV.816

β. Feldspaths pseudo-monocliniques.

Anorthose	II.114 ; IV.813
Microcline (Amazonite)	II.118 ; IV.817 ; V.27

γ. Plagioclases.

Albite (Péricline)	II.138 ; IV.819
Oligoclase (Pierre de soleil)	II.169 ; V.29
Andésine	II.174 ; IV.820
Labrador	II.184 ; IV.820
Bytownite	II.192
Anorthite	II.192
Maskelynite	IV.821
Réaumurite	IV.778
Sphène (Leucoxène, Pictite, Séméline, Spinthère, Xanthitane)	II.233 ; IV.821 ; V.76
Eudialyte (Eucolite)	IV.823 ; V.26
Catapléite	IV.826
Tschewkinite	V.81
Groupe des Wernérites	
Dipyre	II.204 ; IV.828 ; V.83
Scapolite	II.232 ; IV.829 ; V.83

f) Silicates hydratés.

α. Zéolites alumineuses.

Thomsonite (Mésole)	II.258 ; IV.829 ; V.85
Hydronéphélite	II.261 ; IV.830
Groupe des Natrolites	
Mésotype	II.263 ; IV.830 ; V.85
Scolécite	II.272
Mésolite	II.276 ; IV.832 ; V.86
Gonnardite	II.279
Analcime	II.281 ; IV.832 ; V.86
Groupe de la Heulandite	
Heulandite	II.287 ; IV.834
Brewstérite	II.292
Groupe de la Christianite	
Christianite	II.296 ; IV.835 ; V.87

Harmotome	II.309
Stilbite (Puflérite)	II.312 ; IV.835 ; V.87
Gismondite	II.321 ; IV.836 ; V.87
Groupe de la Chabasie	
Chabasie (Phacolite)	II.324 ; IV.836 ; V.87
Offrétite	II.336
Gmélinite	IV.837
Laumontite	II.338 ; IV.837 ; V.88

β. Zéolites non alumineuses.

Apophyllite	II.345 ; V.88
Gyrolite	V.88
Plombiérite	II.349
Chalcomorphite	II.351

XIV. COMPOSÉS ORGANIQUES

a) Hydrocarbures.

Groupe des Hydrocarbures cristallisés	
Hatchettite (Naphtine)	IV.619
Groupe des Hydrocarbures non cristallisés	
Pétroles	IV.621, 904 ; V.24
Pissasphaltes	IV.621 ; V.24
Asphaltes	IV.621, 904 ; V.24

b) Hydrocarbures oxygénés.

Groupe des Résines fossiles	
Succin	IV.637
Rétinite (Allingite, Ambre, Séléretinite, Vendéennite)	IV.637, 639
Thélotite	IV.645
Boghead	IV.645 ; V.23

c) Combustibles fossiles.

Cokéite	IV.648
Anthracite	IV.649
Houille	IV.651
Lignite (Jayet, Dysodyle)	IV.660
Tourbe	IV.666

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

A

Pages

Acanthite II.511
Acerdèse III.352
Acmite IV.771
Actinote I.645; IV.785
Adamite IV.424
Adélite IV.430
Adulaire ..... II. 26, 67
Ægyrinaugite I.569; IV.769
Ægyrine .. II.610; IV.771; V. 58
Ænigmatite I.708; IV.801
Ærinite I.403
Æschynite IV.609
Ætite III.399
Afrique équatoriale française V.414
Afrique du Nord V.380
Afrique occidentale française V.405
Afrique orientale V.418
Agate III.134
Aigue-marine IV.806
Aikinite II.709
Ainalite III.219
Aïr V.412
Akermanite I.492
Alabandite II.542
Albâtre gypseux IV.167
Albine II.345
Albite II.138; IV.819
Algérie V.380
Alios III.398
Alisonite II.519
Allanite .... I.156; IV.711; V. 25
Allemontite II.383
Allingite IV.645
Alloclasite II.664
Allophane I.484; IV.749
Alluaudite IV.365
Almandin ... I.239; IV.726; V. 30
Alsace V.359
Alstonite III.663
Aluminite IV.243
Alunite IV.138
Alunogène IV.234
Aluns IV.253
Amalgame II.413
Amazonite IV.817
Amblygonite IV.413
Amblystégite I.556; IV.764
Ambre IV.639
Améthyste ..... III. 40
Amiante I.646
Amiantoïde I.646
Ampangabéite ..... V. 3
Amphiboles. I.633; IV.784; V. 4
Amphigène (leucite).. II.3; IV.804
Amsterdam (île) V.418
Analcime ... II.281; IV.832; V. 86
Anatase III.176
Andalousite I.25, 252; IV.676
Andésine II.174; IV.820
Angelardite ..... IV.522; V. 5
Anglarite II.693; IV.523
Anglésite ..... IV.130; V. 5
Anglo-normandes (îles) ... V.377
Anhydrite ..... IV. 37

Ankérite III.658
Annabergite IV.464
Anomite I.310
Anophorite IV.792
Anorthite II.192
Anorthose II.114; IV.813
Anthophyllite. I.635; IV.784; V. 4
Anthracite IV.649
Anthraconite III.437
Antigorite ..... I,417; V. 5
Antilles V.443
Antimoine II.384
Antozonite II.778
Apatélite IV.246
Apatite ..... IV.378, 903; V. 6
Aphanèse IV.435
Apjohnite IV.255
Aplome I.215
Apophyllite ..... II.345; V. 88
Aragonite III.664
Ardennite I.124
Arfvedsonite I.690; IV.795
Argent .... II.405; IV.841; V. 6
Argents rouges II.710
Argiles I.472
Argile plastique I.479
— réfractaire I.479
Argyrite ..... II.509; V. 6
Argyrythrose (pyrargyrite) . II.715
Arite II.559
Arsenic II.380
Arséniosidérite IV.443
Arsénocrocite IV.443
Arsénolamprite IV.840
Arsénolite .... III.11, 801; V. 7
Asbeste I.646; IV.785
Asbestoïde I.646
Asbolane (asbolite) ..... IV. 22
Asbolite ..... IV. 22
Asie V.448
Aspasiolite I.516
Asphaltes ..... IV.621, 904; V. 24
Astrophyllite I.534; IV.762
Atacamite II.797; IV.891
Augite ..... I.569; IV.768; V. 57
— acmitique IV.768
— ægyrinique ... I.569; IV.768
— titanifère I.768
Auralite I.516
Aurichalcite III.739; IV.901
Autunite ..... IV.543; V. 8
Axinite ..... I.277; IV.733; V. 9
Azben V.412
Azurite III.751

B

Babelquartz ..... III. 35
Babingtonite I.540; IV.780
Baldissérite III.588
Balkeneisen II.396
Baltimorite I.420
Bandeisen II.396
Barbiérite IV.814
Barégine II.369
Barkévicite I.661; IV.791
Barrandite IV.486
Barycalcite III.437
Barytine ..... IV.47, 902; V. 9
Barytocalcite III.801
Bastite I.424
Bastnaésite ..... V. 10
Bastonite I.332
Baudissérite III.588
Bauxite III.342
Bavalite I.399
Bayldonite IV.513
Beekite III.147
Belgique V.368
Bergholz I.436
Bergmilch III.433, 530
Bernonite III.803; IV.531
Berthiérine I.401; III.385

Berthiérite ..... II.692 ; IV.871
Bertrandite..... I.113 ; IV.706
Bertrandite (granite) I.523
Béryl ..... II.8 ; IV.804 ; V. 12
Betafite..... V.70,93
Beudantite IV.596
Biebérite..... IV.230
Biotite..... I.310 ; IV.734
Bismite.... III.23 ; IV.840 ; V. 16
Bismuth... III.386 ; IV.840 ; V. 16
Bismuthinite II.459 ; IV.840 ; V. 16
Bismuthite ..... III.776 ; V. 16
Bitume..... IV.623
Bityite ..... IV.673 ; V. 17
Bixbyite..... IV. 1
Blaviérite ..... I.355 ; IV.735
Bleiniérite..... IV.511
Blende .... II.520 ; IV.855 ; V. 17
Blomstrandite... IV.612 ; V.72,92
Bobierrite..... IV.452
Boghead..... IV.645 ; V. 23
Bois silicifié III.154
Bol I.488
Bonsdorffite..... I.516
Boothite..... IV.227
Borkou V.416
Bornite (érubescite) II.673 ; IV.868
Boronatrocalcite (ulexite).. IV.352
Bort..... II.353
Botryogène..... IV.263
Boulangérite..... II.695 ; IV.873
Bournonite ..... II.699 ; IV.874
Bowenite..... I.420
Bowlingite..... I.442
Brandisite..... I.361
Braunite ..... IV. 1
Bravaisite I.416
Breislakite I.684
Breithauptite..... II.559
Breunérite..... III.588
Brewstérite II.292
Brochantite..... IV.148
Bromyrite..... II.773
Bronzite I.546
Brookite..... III.169 ; IV.894
Brucite III.401
Brushite IV.491
Buratite..... III.740
Bustamite..... I.630
Byssolite..... I.646
Bytownite..... II.192

C

Cabrérite..... IV.452
Cacholong III.317, 334
Cacoxénite IV.528
Calamine..... I.19 ; IV.675
Calcédoine..... III.133, 803
Calcédonite..... III.124
Calciostrontianite III.663
Calcite III.417, 803 ; IV.901 ; V. 18
Calédonie (Nouvelle-)..... V.454
Calédonite..... IV.155 ; V. 19
Callaïs..... IV.480
Calomel II.774
Campylite..... IV.407
Cancrinite I.503
Cannel-Coal..... IV.645
Carbonado II.353
Carpholite I.111
Carphosidérite IV.145
Carton de montagne I.646 ; IV.745
Cassitérite.... III.217,804 ; IV.896
Catapléite IV.826
Céladonite I.414
Célestite IV.103
Cémentite..... II.469
Cérargyrite..... II.771 ; IV.884
Cérasite I.514
Cérolite I.438
Cérusite..... III.699 ; V. 19
Cervantite..... IV.376

Ceyssatite III.326
Chabasie... II.324; IV.836; V. 87
Chalcanthite IV.231
Chalcomorphite II.351
Chalcolite IV.550
Chalcophyllite IV.517
Chalcopyrite II.678; IV.868; V. 19
Chalcosite . II.512; IV.853 ; V. 20
Chalcotrichite III.303
Chamoisite I.397
Chamosite I.397
Chazellite II.693
Chessylite ..... III.751 ; V. 20
Chiastolite I.26; IV.676
Chizeuilite IV.905
Chloanthite II.632; IV.861
Chlorite de Mauléon . I.383; IV.739
Chlorites I.373
Chloritoïde . I.361 ; IV.738; V. 21
Chloromélanite I.616; IV.773
Chloropale I.488
Chlorophyllite I.516
Chlorospinelle IV.297
Chondrodite ..... I.119 ; IV.706
Christianite. II.296; IV.835; V. 87
Chromite IV.311
Chromocre I.358
Chromopicotite IV.311
Chrysobéryl IV.344
Chrysocole I.263; IV.732
Chrysoprase III.134
Chrysotile I.431; IV.743
Cinabre II,547; IV.857
Claudétite ..... II,17; V. 7
Clinobronzite IV.765
Clinochlore ..... I.379 ; IV.739
Clinoclasite IV.435
Clinoenstatite IV.765
Clinohumite I.119; IV.706
Clinohypersthène IV.765
Clinozoisite IV.709
Clintonite ..... I.360; V. 21
Clipperton V.448
Cobaltite II.635
Cobaltoadamite IV.425
Coccolite I.609
Cohenite II.469
Cokéite IV.648
Collyrite I.486
Colonies françaises V.379
Colophanite IV.561
Columbite IV.613. 923; V. 22
Comarite IV.742
Confolensite I.480
Congo (Moyen) V.414
Connarite IV.742
Connellite IV.238
Copalite IV.638
Copiapite IV.247
Coquimbite IV.239
Cordiérite I.512; IV.759
Corindon ..... III.237, 805; V. 34
Corkite IV.596
Cornaline III.134
Cossaïte I.354
Cossyrite I.708; IV.801
Côte d'Ivoire V.405
Côte Somalis V.418
Cotunnite IV.889
Coupholite I.265
Covellite II.552; IV.857
Craie de Briançon I.452
Crichtonite III.285
Cristobalite II.25, 806
Crocidolite I.691
Croisette ..... I. 9
Crossite IV.799, 906
Cryptolite IV.381
Ctypéite III.728
Cubanite IV.869
Cuir de montagne .. I.646; IV.745
Cuivre II.400

Cuivre gris II.719; IV.876
— panaché II.674
Cumengite III.807
Cummingtonite I.644
Cuprite III.303; IV.899
Cuproadamite IV.425
Cuprocalcite III.436
Cuprodescloizite IV.418
Cuprogoslarite IV.219
Cuproplumbite II.519
Cuproscheelite IV.267
Cyanose IV.231
Cyanotrichite IV.265
Cymatolite I.618
Cymophane IV.344
Cyrtolite ..... V. 90

D

Dahllite IV.555
Dahomey V.406
Damourite I.335
Danaïte II.664
Danburite ..... IV.721; V. 24
Dannemorite I.634
Datholite I.74; IV.682
Davreuxite I.360
Dawsonite III.775
Delanouite I.483
Delessite I.394; IV.739
Delvauxite IV.538
Descloizite ..... IV.427; V. 25
Desmine (stilbite) II.312
Destinézite IV.597
Dewalquite I.124
Deweylite I.437; IV.743
Diadochite IV.599
Diallage I.569; IV.770
Dialogite III.623
Diamant II.353
Diamant d'Alençon ..... III. 50
— de Saint-Maime .. III.120
Diaspore III.340; IV.900
Dietrichite IV.255
Dihydrite IV.433
Diopside ..... I.568; V. 57
Diopside chromifère I.569
Dioptase I.257; IV.730
Dipyre ..... II.204; IV.828; V. 83
Disomose (gersdorffite) II.637
Disthène I.65, 253; IV.680
Dolomite ..... III.637, 808; V. 18
Dopplérite IV.666
Dréeite ..... IV. 62
Dréelite ..... IV. 61
Dubuissonite IV.749
Dufrénite IV.437
Dumasite IV.739
Dumortiérite . I.15; IV.678; V. 25
Dyscrasite II.465
Dysluite IV.310
Dysodyle IV.665

E

Eau ..... III. 1
Ebelménite ..... IV. 20
Ecume de mer I.454
Edénite I.661
Egueï V.416
Egueïte IV.536
Ehlite IV.433
Eisenrose III.250
Elatérite IV.635
Electrum II.418; IV.845
Eléolite I.497; IV.753
Emeraude ..... II. 9
Emeri III.238
Endlichite IV.410
Ennedi V.416
Enstatite I.546
Enstatite-augite IV.767
Epidotes .... I.127; IV.709; V. 25
Epsomite IV.212, 902

Erubescite II.673; IV.868
Erythrite IV.461
Espagne V.370
Etain II.388
Eucolite IV.823
Eucryptite I.496
Eudialyte ..... IV.823; V. 26
Euxénite ..... IV.610; V. 26
Evansite IV.532, 903
Exitèle (valentinite) ..... III. 19

F

Fahlerz (cuivre gris) II.719; IV.876
Fahlunite I.516
Fassaite I.569
Fayalite I.195; IV.714
Feldspaths .. II.23; IV.813; V. 27
— monocliniques. II.64; IV.813
— tricliniques .. II.113; IV.820
Felsöbanyite IV.245
Fer II.391
— azuré IV.459
Fer nickelé ..... II.395; V. 44
Ferbérite IV.282
Fergusonite IV.608
Ferrobrucite III.402
Ferrocalcite III.437, 583
Ferrogoslarite IV.219
Ferropicotite IV.306
Ferrorhabdite II.467; III.618
Fers titanés III.284
Fibroferrite IV.241
Fibrolite I.50; IV.679
Fiorite III.317
Flajolotite IV.509
Fluocolophanite IV.561
Fluorine II.775; IV.885
Forchérite III.316
Forstérite IV.712
Fouchérite IV.535
Fournétite II.728
Francolite IV.558
Franklinite IV.343
Freibergite II.719
Freieslebenite II.695
Friedelite I.302
Fritzschéite IV.549
Fuchérite IV.535
Fuchsite I.336; IV.735
Fülleisen II.396

G

Gabon V.414
Gahnite IV.310
Gaize I.474
Galapectite I.477
Galène .... II.471; IV.851; V. 30
Gambier (archipel) V.459
Garniérite I.439
Gédanite IV.639
Gédrite ..... I.635; IV.784; V. 4
Gehlénite I.492
Geikielite III.284
Gelberde I.487
Gersdorffite II.637
Geyerite II.661
Gieseckite I.498
Gigantolite I.516; IV.759
Giobertite ..... III.587; V. 49
Girasol III.316
Gismondite. II.321; IV.836; V. 87
Glace ..... III 1
Glairine II.369
Glaubérite ..... IV. 33
Glaucodot II.664
Glauconie I.406; IV.740
Glaucophane I.699; IV.799
Glessite IV.639
Glockérite IV.250
Gmélinite IV.837
Gœthite III.349
Gonnardite II.279

Goslarite IV.218
Gourara V.400
Grandidiérite IV.670
Graphite ... II.355; IV.839; V. 31
Graphitite II.355
Greenockite II.545; IV.856
Grenats ..... I.206; IV.723; V. 30
Groppite I.713
Grossouvréite ..... V. 50
Grossulaire I.217; IV.723
Grünerde I.414
Grunérite I.642; IV.785
Guadeloupe (île) V.443
Guarinite IV.783
Guinée française V.407
Gümbélite I.336
Gummite I.477
Guyane V.446
Gymnite I.437
Gypse IV.164
Gyrolite ..... V. 88

H

Halite ..... II.743; IV.883; V. 32
Hallérite IV.738
Halloysite I.474; IV.748
Halotrichite IV.255
Hambergite ..... IV.347; V. 32
Haarkise (millérite) II.554
Harmotome II.309
Hastingsite IV.794
Hatchéttite IV.619
Hatchéttolite IV.604
Hausmannite ..... IV. 3
Haut-Sénégal et Niger V.411
Haüyne I.507; IV.755
Hayésine IV.353
Hédenbergite I.569
Hédyphane IV.377
Héliotrope III.134
Helminthe I.388
Hématite .. III.247; IV.899; V. 34
Hématoconite III.436
Hercynite IV.298
Herdérite IV.430
Herrérite III.628
Hétérosite IV.468
Heulandite II.287; IV.834
Hibschite IV.704
Hiortdahlite I.540; IV.782
Hisingérite I.405
Hitchcockite IV.587
Hoggar V.400
Hollandite ..... IV. 7
Holzkupfererz IV.421
Homichlin II.679
Hornblendes I.661; IV.789; V. 4
Hörnésite IV.452
Houilles IV.651
Hübnérite ..... IV.292; V. 84
Humboldtilite I.492
Humites I.119; IV.706
Huréaulite IV.501
Hyalite III.321
Hyalosidérite I.170
Hydrargillite .. III.363, 808; V. 36
Hydroapatite IV.560
Hydrocuprite III.403
Hydrocyanite ..... IV. 46
Hydrohématite III.369
Hydromagnésite III.792
Hydronéphélite II.261; IV.830
Hydrophane III.317
Hydrorutile III.195
Hydrozincite III.736
Hypersthène I.552; IV.763
Hypersthène β IV.765

I

Iddingsite I.442
Idocrase I.159; IV.711
Iglésiasite III.663

Ilménite ..... III.285; V. 33
Ilménorutile ..... V. 66
Ilvaite I.711
Imerinite ..... IV.787; V. 4
Indicolite I.80; IV.688
Indo-Chine française V.448
Iolite (cordiérite) ... I.512; IV.759
Isorthose IV.816
Itabirite III.251
Italie V.373

J

Jacobsite IV.298
Jade I.646
Jadéite I.613; IV.773
Jamesonite II.697; IV.871
Jarosite IV.143
Jaspes III.153
Jayet IV.660
Jeffersonite I.540
Jogynaite IV.473
Johnstrupite I.540
Junckérite III.610

K

Kalinite IV.253
Kamacite II.396
Kanem V.416
Kaolin I.461
Kaolinite I.461; IV.740, 747; V. 36
Kapnite III.628
Katoforite I.689; IV.792
Kelyphite I.236
Kerguelen (île) V.418
Kermésite II.739; IV.850
Klaprothite IV.440
Klémentite I.396
Kolm ..... V. 9
Koninckite IV.471
Kornerupine ..... V. 37
Köttigite IV.452
Koupholite I.265
Kreittonite IV.310
Kryptoperthite ..... II. 69
Kunzite IV.775

L

Labrador II.184; IV.820
Lacroizite III.627
Lanarkite IV.146
Landevanite I.484
Lassallite IV.745
Lassolatite III.321
Latérite III.345
Laumontite. II.338; IV.837; V. 88
Lautite IV.865
Lâvenite .... I.625; IV.779; V. 40
Lawsonite IV.702
Lazulite ..... IV.440; V. 40
Leadhillite IV.156
Leesbergite III.808
Lehm I.474
Lenzinite I.477, 482
Lépidocrocite III.360
Lépidolite I.355; IV.736
Leptochlorites I.393
Less I.474
Lettsomite IV.265
Leuchtenbergite I.383; IV.739
Leucite II.3; IV.804
Leucochalcite IV.512
Leucopyrite II.660
Leucoyène (sphène) II.254
Leverriérite I.461; IV.741
Libéthénite IV.418
Liebénérite I.498
Liège de montagne . I.646; IV.745
Lignite IV.660
Limnite III.366
Limon I.474
Limonite III.366
Linarite IV.152

Linnéite IV.870
Liskeardite IV.488
Lithiophyllite IV.361
Löllingite II.660
Lorraine V.374
Losite ..... V. 48
Luckite IV.223
Ludlamite IV.523
Lunnite IV.433
Lussatite III.168; IV.894
Lutécite III.126
Lydienne III.153

M

Macle ..... I. 26
Madagascar V.419
Magnésiochromite IV.311
Magnésioferrite IV.317
Magnésite I.454
Magnesiumdiopsid IV.768
Magnétite IV.315, 902
Magnetkiz (pyrrhotite) II.561
Malachite III.742; IV.901
Malacolite I.569
Malacon III.338
Malinowskite II.719
Mallardite IV.221
Malthe IV.621
Manandonite ..... V. 40
Manganapatite IV.393
Manganite ..... III.352, 809; V. 42
Manganobrucite III.402
Manganocalcite III.437
Manganocolumbite IV.615
Manganomagnétite IV.317
Manganotantalite IV.615
Marbres III.411
— onyx III.543
Marcasite II.641; IV.861
Margarite I.361
Marmolite I.420
Marnes I.474
Martinique (île) V.444
Martite III.249; IV.327
Martourite II.693
Mascagnite ..... IV. 27
Maskelynite IV.821
Massicot III.311
Mauléonite I.383; IV.739
Mauritanie V.409
Mégabasite IV.294
Mélaconite III.310
Mélanite I.230; IV.725
Mélantérite IV.222
Mélilite I.492; IV.752
Mélinite I.487
Mellite III.799
Ménaccanite III.288
Mendozite IV.253
Ménilite III.332, 810
Mercure II.414; IV.841
Mésitite III.594
Mésole II.258; IV.830
Mésolite ..... II.276; IV.832; V. 86
Mésotype ..... II.263; IV.830; V. 85
Métaautunite IV.545
Métabrushite IV.490
Métacristobalite III.806
Métathénardite ..... IV. 32
Métavoltite IV.259
Métaxite I.432
Météorites ..... I.489; V. 42
Meulières III.152
Meymacite III.314
Micas ..... I.305; IV.734; V. 44
Mica palmé I.338
Michel-lévyte ..... IV. 48
Microcline ..... II.118; IV.817; V. 27
Microlite IV.605
Microsommite I.496
Millérite II.554; IV.858
Mimétite IV.405

Minervite..... IV.466; V. 44
Minguétite..... IV.738; V. 45
Minium..... IV. 4
Mirabilite..... IV.662; V. 45
Mispickel..... II.663; IV.861
Mohsite..... III.297
Molybdénite II.461; IV.850; V. 46
Molybdite..... III.7, 809; IV.296
Monazite..... IV.368; V. 46
Monheimite..... III.628
Montebrasite..... IV.413
Montmartrite..... IV.184
Montmilch..... III.433, 530
Montmorillonite.... I.480; IV.749
Morénosite..... IV.220
Morinite..... IV.539
Mosandrite..... I.540
Mossite..... V. 66
Mullérite..... IV.751
Muscovite I.334; IV.734, 740; V. 44

N

Nadorite..... IV.355
Naphtéine..... IV.620
Naphtine..... IV.619
Naphtolite..... V. 24
Natroalunite..... IV.142
Natrocalcite..... IV.106
Natrolites..... II.262; IV.830
Natron..... III.783
Natroncatapléite..... IV.827
Natrophylite..... IV.364
Némalite..... III.401
Néotantalite..... IV.606
Néphéline... I.496; IV.752; V. 48
Néphrite..... I.646
Népouite..... IV.741
Neslite..... III.335
Nesquéhonite..... III.789
Newberyite..... V. 49
Newkirchite..... III.353
Nickélite..... II.555
Nigrine..... III.195; V. 66
Niobite..... IV.613
Nitratine..... III.405
Nitre..... III.406
Nitrocalcite..... III.408
Nitromagnésite..... III.413
Nontronite.. I.488; IV.751; V. 39
Noséane..... I.507; IV.755
Nouméite..... I.438; IV.743
Nussiérite..... IV.396, 401

O

Océanie..... V.454
Océan Indien..... V.418
Ocres..... III.389
Odontolite..... IV.577
Offrétite..... II.336
Oldhamite..... IV.854
Oligiste..... III.247
Oligoclases..... II.169; V. 29
Oligonite..... III.598
Olivénite'..... IV.420
Olivine..... I.170; IV.717; V. 53
Omphazite..... I.569
Onégite..... III.352
Onyx siliceux..... III.135
— calcaire..... III.543
Opale.. III.316,810; IV.899; V. 50
— nectique..... III.334
Or..... II.418; IV.841; V. 51
Orbicules siliceux..... III.147
Orpiment..... II.444; IV.848
Orthite..... I.156; IV.711
Orthochlorites..... I.375
Orthose.... II.64; IV.813; V. 27
Osannite..... IV.797
Ottrélite..... I.364; IV.738
Oubangui-Chari-Tchad..... V.416
Ouadaï..... V.416
Ouralite..... I.579, 646

Ouwarowite I.228; IV.725
Ozocérite IV.619

P

Palygorskite IV.745
Panabase II.721; IV.876
Paraffine IV.619
Paragonite I.353; IV.738
Paraluminite IV.245
Paramontmorillonite IV.745
Parasépiolite IV.745
Pargasite I.661
Passyite III.132
Pastréite IV.145
Pectolite ..... I.540; V. 59
Pélagosite III.539
Pennine I.384; IV.739
Péricline II.28, 140
Péridots ..... I.169; IV.712; V. 53
Perles III.679
Pérowskite I.537; IV.763
Pétroles ..... IV.621, 904; V. 24
Phacélite I.496
Phacolite (chabasie) II.324
Pharmacolite IV.498
Pharmacosidérite IV.519
Phénacite I.201; IV.718
Phillipsite (christianite). II.296; IV. 835
Phillipsite (érubescite). II.673; IV. 868
Phlogopite I.310; IV.734
Pholérite I.461
Phosgénite III.779; IV.902
Phosphorites IV.555
Phosphorochalcite IV.433
Phosphosidérite IV.471
Pickéringite IV.258
Picotite IV.306
Picrolite I.418, 432
Picrosmine I.418
Pictite II.235, 240
Piémontite I.153
Pierre d'aigle III.399
— d'aimant IV.317
— de Bologne IV.53
— de croix I.7
— ollaire I.449
— de savon I.460
Pigeonite IV.767
Pilolite IV.745
Pinguite I.488
Pinite I.516; IV.759
Pinitoïde I.353
Pisanite IV.229
Pissasphalte ..... IV.621; V. 24
Pistomésite III.594
Pittieite IV.600
Plagioclases II.127
Plagionite IV.872
Planchéite ..... IV.757; V. 54
Plasma III.134
Platine ..... II.389; IV.841; V. 55
Pléonaste IV.298
Plessite II.396
Plomb II.405
Plombiérite II.349
Plumbéine II.474
Plumbocalcite III.437
Plumbogummite IV.586
Podolite IV.556
Polianite IV.235
Polycrase IV.611
Polyhalite IV.251
Polysphérite III.395
Pouzacite I.384
Powelite IV.267
Praséolite I.516
Prédazzite III.436
Pregrattite I.309
Prehnite ..... I.264; IV.732; V. 55
Prixite IV.533

Prolectite..... IV.706
Proustite II.712; IV.880
Pseudobrookite III.300
Pseudocalcédonite..... III.159
Pseudohétérosite IV.469
Pseudomalachite..... IV.433
Pseudophite..... I.384
Pseudowollastonite. I.624 ; IV.777
Psilomélane IV.5, 12
Ptérolite..... I.671
Puchérite..... V.56
Puflerite II.319
Purpurite..... IV.469
Pyrallolite I.579
Pyrargyllite I.516
Pyrargyrite..... II.715
Pyrénéite..... I.208, 220
Pyrite..... II.572; IV.859
— magnétique..... II.561
Pyrochroïte..... III.401
Pyrochlore..... IV.603
Pyrolusite III.235
Pyromorphite ..... IV.394; V. 6
Pyrope I.235; IV.726
Pyrophanite III.284
Pyrophyllite I.470; IV.748
Pyrophysalite..... I.60; IV.682
Pyrosclérite I.387
Pyrostilpnite..... II.710
Pyroxènes... I.539; IV.763; V. 57
Pyroxène magnésien IV.766
Pyrrhotite ..... II.561 ; IV.858

Q

Quartz.. III.25,810; IV.891; V. 61
Quartzine..... III.122
Quercyite..... IV.579
Quincyte..... I.459

R

Rammelsbergite..... IV.864
Ranciéite ..... IV. 24
Randannite..... III.326
Ranite IV.755
Réalgar... II.439; III.568; IV.847
Réaumurite..... IV.778
Redondite..... IV.482
Reinite..... IV.277
Résines fossiles..... IV.637
— subfossiles..... IV.645
Rétinellite..... IV.644
Rétinite..... IV.637
Réunion..... V.442
Reyérite..... V. 89
Rhabdite..... II.467; IV.851
Rhodizite..... IV.350; V. 64
Rhodocrosite (dialogite)... III.623
Rhodoïse..... IV.462
Rhodonite I.630
Rhönite..... IV.802
Richtérite..... I.634
Riebeckite..... I.693; IV.797
Rinkite I.628; IV.780
Rionite II.720
Ripidolite I.388; IV.739
Rivotite..... IV.508
Rœmérite..... IV.260
Rœppérite..... IV.715
Romanéchite..... IV. 6
Roméite..... IV.360
Rosenbuschite ..... I.540; V. 60
Rosiérésite..... IV.532
Roumanite..... IV.640
Rubellite .... I.80; IV.689; V. 80
Rubis..... III.239, 805
Rutile. III.190,811; IV.895; V. 65

S

Safflorite..... II.661
Sagénite..... III.191
Sahara..... V.400
Saint Paul (île)..... V.418

Salite..... I.569
Salmiac II.767; IV.884
Salmite..... I.372
Samarskite ..... V. 69
Samiresite..... V. 71
Sandbergerite..... II.720
Sanidine (orthose).. II.64; IV.813
Saphir..... III.239, 805
Saphir d'eau IV.760
Saphirine ..... V. 73
Saponite..... I.478
Sardoine..... III.134
Sarkinite..... IV.430
Saussurite I.133
Savon de Plombières..... I.478
Scapolite... II.232; IV.829; V. 83
Scheelite IV.275
Schefférite I.540
Schokoladenstein..... III.627
Schreibersite II.467
Schwatzite II.719
Schweitzérite..... I.418
Sclérétinite IV.640
Scolécite..... II.272
Scorodite..... IV.471; V. 75
Seebachite II.325
Sel ammoniacal (salmiac)... II.767
— gemme..... II.743; IV.883
— marin..... II.743; IV.883
Sellaite II.795
Séméline..... II.234
Senarmontite ..... III.13; V. 7
Sénégal..... V.410
Sépiolite..... I.454
Séricite..... I.336; IV.735
Serpentines I.417
Sevérite..... I.479, 482; IV.749
Seybertite..... I.361
Sidérite..... III.597, 812
Sidéroconite..... III.436
Sidéroplésite..... III.599, 605
Sidérose..... III.597
Siegénite..... IV.870
Silex..... III.149
Sillimanite.... I.50; IV.678; V.75
Simétite..... IV.640
Sismondine I.364
Skogbölite..... IV.618; V. 22
Smaltite... II.629; IV.861; V. 75
Smaragdite I.646, 661
Smectite..... I.479
Smegmatite I.478
Smithsonite..... III.628; IV.901
Sodalite..... I.505; IV.754
Sorétite IV.789
Soudan V.411, 412
Soufre..... II.363; IV.839
Soumansite IV.541
Spath fluor..... II.775; IV.885
— nacré III.658
Speerkies (marcasite)..... II.641
Spessartine. I.254; IV. 729; V. 30
Sphalérite (blende). II.520; IV.855
Sphène.... II.233; IV.821; V. 76
Sphérocobaltite III.415
Sphérosidérite III.370, 598, 615, 618
Spinelle..... IV.298; V. 75
Spinthère II.240
Spongolite..... III.325
Staffélite IV.558
Stalactites..... III.524
Stannite..... V. 76
Staurotide. I.1,38,247, 252; IV.672
Stéargillite..... I.482
Stéatite..... I.449
Stibine..... II.447; IV.849
Stibiconite..... IV.507
Stilbite.... II.312; IV.835; V. 87
Stilpnosidérite III.396
Stolzite..... IV.267
Strengite IV.474
Stromeyérite II.517

Strontianite..... III.697
Strontianocalcite..... III.437
Strüvérite..... V. 66
Struvite..... IV.449; V. 77
Succin..... IV.637
Succinite..... IV.637
Suisse..... V.376
Svabite..... IV.377
Svanbergite..... IV.592
Sylvanite..... IV.866; V. 77
Symplésite..... IV.452, 473
Szaboïte..... I.556

T

Tabashir..... III.325
Table systématique des espèces V.461
Taenite..... III.396
Tahiti..... V.459
Talc..... I.448; IV.744; V. 77
Talktriplite..... IV.431
Tantalite..... IV.613
Tapiolite..... V. 66
Tassili..... V.400
Tellure..... II.379
Tellure graphique..... IV.866
Tennantite..... II.737
Ténorite..... III.309
Téphroïte..... IV.715
Termiérite..... IV.749
Terre à foulon..... I.479
— de Sommières..... I.460
— de Vérone..... I.414
Territoire militaire du Niger. V.412
— — du Sud. . V.400
— — du Tchad-Ouadaï V.416
Tétraédrite (panabase) II.721; IV.876
Thalite..... IV.744
Thélotite..... IV.645
Thénardite..... IV. 29
Thermonatrite.... III.782; IV.901
Thermophyllite..... I.446
Thomsonite II.258; IV.829; V. 85
Thraulite..... I.405
Thulite..... I.130
Tibesti..... V.416
Tidikelt..... V.400
Tilasite..... IV.430
Titanaugite..... I.569
Titanite (sphène)..... II.233
Titanolivine..... I.198
Titanomagnétite..... IV.317
Titanomorphite..... II.254
Topaze..... I.59; IV.681; V. 78
Topazolite..... I.214
Torbernite..... IV.550
Torrensite..... III.626
Touat..... V.400
Tourbe..... IV.666
Tourmalines.. I.78; IV.684; V. 77
Trémolite..... I.645; IV.785
Tridymite..... III.161, 809
Trimérite..... IV.718
Triphane..... I.617; IV.775
Triphylite..... IV.361
Triplite..... IV.431
Triploïdite..... IV.430
Tripoli..... III.317, 325
Tripoli de Nanterre..... III.432
Troïlite..... II.561
Trona..... III.785
Truffite..... III.436, 509
Tschermigite..... IV.253
Tschernichewite..... IV.906
Tschewkinite..... V. 81
Tuamotou (archipel)..... V.459
Tungstite..... III. 10
Tunisie..... V.401
Turgite..... III.369
Turnérite..... IV.372
Turquoise..... IV.529
— de nouvelle roche... IV.577
Tyrolite..... IV.514

U

Ulexite IV.352
Ullmannite II.639
Uranite IV.547
Uranocircite IV.549
Uranospinite IV.542

V

Valantinite ..... III.19; V. 7
Vanadinite ..... IV.410; V. 82
Variscite ..... IV.479; V. 82
Vauquelinite IV.446
Vénasquite I.364
Vendéennite IV.640
Vermiculite I.313
Viellaurite III.626
Vierzonite I.487; III.329
Vilatéite IV.477
Villarsite I.175
Villiaumite IV.881
Vivianite IV.452
Volborthite IV.418
Volgérite III.807
Voltzite II.741
Vorobievite IV.812; V.12

W

Wagnérite IV.430
Wawellite ..... IV.524; V. 83
Webstérite IV.243
Wernérites .. II.203; IV.828; V. 83
Whewellite ..... III.784; V. 83
Willémite ..... IV.719; V. 84
Williamsite I.420
Withérite III.695
Wœhlérite I.627; IV.783
Wolfram ..... IV.283; V. 84
Wollastonite. I.619; IV.777; V. 59
Wood-copper IV.421
Vorobiéwite ..... IV.812; V. 15
Wulfénite ..... IV.267; V. 85
Würtzite II.544

X

Xanthitane II.237
Xanthoconite II.717; IV.880
Xanthophyllite I.361
Xanthosidérite III.366
Xénotime ..... IV.366; V. 85
Xylocryptite III.800
Xylotile ..... I.436; V. 5

Y

Yttrotantalite IV.612

Z

Zéolites ..... II.255; V. 85
Zéophyllite ..... V. 89
Zepharovichite IV.471
Zeunérite IV.553
Zincite IV.897
Zincocalcite III.437
Zinconise III.736
Zinkénite II.690
Zinnwaldite I.334; IV.734
Zircon III.206, 812; IV.896; V. 90
Zoïsite I.128; IV.707

ERRATA [1]

TOME I

Page 19, ligne 11, *au lieu de* $Zn^3H^2SiO^5$, *lire* ZnH^2SiO^5.
— 59 — 18, — Al^5SiO^5, *lire* Al^2SiO^5.
— 87 — 8, — Piné, *lire* Plinet.
— 95 — 9, — Lespinassière, Tarn, *lire* Lespinassière, Aude.
— 124 — 27, — $x = (b^1\ b^{1/5}\ h^1)$ (321), *lire* $x = (b^1\ b^{1/5}\ h^{1/3})$ (323).
— 150 — 5, — $(b^{1/4}\ b^{1/46}\ h^{1/5})$, *lire* $(b^{1/4}\ b^{1/6}\ h^{1/2})$
— 164 — 39, — Pic de Boups (pic de Box), *lire* pic de Boux.
— 165, fig. 5 et 6, *au lieu de* col de Boups, *lire* col de Boux.
— 173, ligne 17, *au lieu de* quatre types, *lire* cinq types.
— 174 — 37, — 3°, *lire* 4°.
— 177 — 3, — 4°, *lire* 5°.
— 188 — 1, — Chenavari, Drôme, *lire* Chenavari, Ardèche.
— 235 — 26, — 3,4, *lire* 3,64.
— 240 — 2, *ajouter* { Densité 4,1 à 4,3. / Dureté 6,5 à 7,5.
— 267 — 19, — $\mathbf{n}_g$-$\mathbf{n}_p = 0{,}033$.
— 273 — 28, *au lieu de* Alpes, Savoie, *lire* Alpes, Haute-Savoie.
— 313 — 22, — $\mathbf{n}_g$, *lire* $\mathbf{n}_m$.
— 401 — 8, — Périn, près Saint-Gildas-des-Bois (Maine-et-Loire), *lire* Périn, près Saint-Gildas-des-Bois (Loire-Inférieure).
— 515 — 11, — plaques minces, *lire* plaques épaisses.
— 526 — 14, — sur la route descendant de ce village à Pélussin, lire sur la route de Pélussin.
— 604 — 32, — Saint-Enogat (Côtes-du-Nord), *lire* Saint-Enogat (Ille-et-Vilaine).

TOME II

Page 28, ligne 36, *au lieu de* d'une façon constante, *lire* très fréquemment.
— 77 — 4, — Saint-Malo (Côtes-du-Nord), *lire* Saint-Malo (Ille-et-Vilaine).

1. Ces errata sont destinés à compléter ceux qui ont été donnés dans les volumes précédents.

Page 119, ligne 2, *au lieu de* constantes, *lire* très fréquentes.
— 122 — 30, — Dinard (Côtes-du-Nord), *lire* Dinard (Ille-et-Vilaine).
— 124 — 12, — Tielle, *lire* Tulle.
— 161 — 24, — Noisy-les-Bains (Alger), *lire* Noisy-les-Bains (Oran).
— 281, 284, 306, 331, *au lieu de* Chalus, près Cournon, *lire* Chalus, près Saint-Germain-Lembron.
— 333, ligne 26, *au lieu de* à la limite de ce village et de celui de Lordat, *lire* de ce village et de celui de Vernaux.
— 417 — 26, — Algérie, (Alger) *lire* Algérie (Oran).
— 451 — 20, — Mercœur, (Haute-Loire) *lire* Mercœur (Corrèze).
— 454 — 9, — Villerauge, en Sussac (Creuse), *lire* Villerauge, en Sussac (Haute-Vienne).
— 481 — 2, — Perdonnet, *lire* Pernollet.
— 483 — 30, — las Corbes (Aude), *lire* las Corbes (Tarn).
— 507 — 21, — Plateau Central (Allier), *lire* Champagne (Haute-Marne).
— 516, légende de la figure, *au lieu de* Flines-lès-Roches, *lire* Flines-lès-Raches.
— 529, ligne 36, *au lieu de* Gela, près d'Aragouet, *lire* Géla, près d'Aragnouet.
— 579 — 25, — Côtes-du-Nord, *lire* Finistère.
— 598 — 2, — Sablé (Mayenne), *lire* Sablé (Sarthe).
— 608 — 6, — Jura, *lire* Doubs.
— 609 — 16, — Constantine, *lire* Alger.
— 623 — 23, — $a^{1/2}$ (211), *lire* $a^{1/2}$ (221).
— 666 — 16, *ajouter* avant a^1 : p (001).
— 671 — 24, *au lieu de* Valsonne (Loire), *lire* Valsonne (Rhône).
— 675 — 11, — Roques des Albères, près Sparregueri, non loin de Collioures, *lire* Sparregueri, près la Roque d'Albère, non loin de Collioure.
— 682 — 20, — b^3 (2114), *lire* b^3 ($21\bar{3}4$).
— 714 — 31, — (108), *lire* (811).
— 731 — 4, — Grury (Nièvre), *lire* Grury (Saône-et-Loire).
— 784 — 35, — Les 4 dernières lignes sont à lire ainsi : Elle se dissout dans l'acide azotique sans effervescence (distinctif d'avec la malachite); sa dissolution donne les réactions du chlore (distinctif d'avec la brochantite, dont la solution donne celles de l'acide sulfurique).

TOME III

Page 75, ligne 9, *au lieu de* Fig. 37, *lire* Fig. 39.
— 93 — 4, — Fig. 67, *lire* Fig. 68.
— 116 — 13, Neufchâteau (Meurthe-et-Moselle), *lire* Neufchâteau (Vosges).

Page 122, sous la figure, Propiary, *lire* Proupiary.
— 138, ligne 35, *au lieu de* Paillères à la Porcherie, près Bertranger, *lire* Paillères, près les Bertranges.
— 143, p. 23 et 36, *au lieu de* Propiary, *lire* Proupiary.
— 158, ligne 36, *au lieu de* Morterolles (Corrèze), *lire* Morterolles (Haute-Vienne).
— 174, fig. 6, *au lieu de* a^3, *lire* a^2.
— 206 à 216, *au lieu de* a_3 (311), *lire* x (311).
— 217, Paramètres, Cassitérite, *au lieu de* b, *lire* c.
— 249, ligne 1, *au lieu de* 153° 5′, *lire* 133° 5′.
— 249, ligne 4, *au lieu de* 95° 37′-94° 39′ 5″, *lire* 143° 55′ 40″.
— 324, ligne 15, *au lieu de* pays, *lire* Puy.
— 339 — 11, fig. 1, *au lieu de* a_3 (311), *lire* x (311).
— 376, ligne 1, *au lieu de* Kaymar, près Lunel, *lire* Kaymar, près Villefranche.
— 475 — 23, — Servoz (Savoie), *lire* Servoz (Haute-Savoie).
— 492 — 28, — Darcilly, *lire* Bucilly.
— 516 — 19, — Rocher Germain, *lire* Rocher Saint-Germain.
— 552 — 30, — Genolhac (Lozère), *lire* Genolhac (Gard).
— 558 — 35, — Grand Clot (Isère), *lire* Grand Clot (Hautes-Alpes).
— 636 — 20, — Combe Guichard, près Prunières (Tarn), *lire* (Isère).
— 646 — 6, — Salies-du-Salat (Ariège), *lire* Salies-du-Salat (Haute-Garonne).
— 654 — 20, — Genolhac (Lozère), *lire* Genolhac (Gard).
— 782 — 15, — aiguë, *lire* aiguë négative.
— 816, *supprimer* les lignes 32 à 36.

TOME IV

Pages 3 et 4, *au lieu de* Haussmannite, *lire* Hausmannite.
— 9, fig. 2, *au lieu de* structure vernissée, *lire* surface vernissée.
— 18, ligne 2, *au lieu de* Bassin de Paris, Seine, *lire* Bassin de Paris, Seine-et-Marne et Seine-et-Oise.
— 20 — 13, — Vosges, *lire* Jura.
— 45 — 11, — Dublineau (Alger), *lire* Dublineau (Oran).
— 47 — 14, *ajouter* $e^{3/2}$ (023), $e^{1/2}$ (021).
— 58 — 18, *au lieu de* χ (144), *lire* χ (414).
— 59 — 13, — à Thines (Gard) *lire* Thines (Ardèche).
— 62 — 34, — Grury (Nièvre), *lire* Grury (Saône-et-Loire).
— 68 — 3, — Malines (Hérault), *lire* Malines (Gard).
— 89 — 25, — Rive-de-Gier (Corrèze), *lire* Rive-de-Gier (Loire).
— 135 — 9, — Vialas (Ardèche), *lire* Vialas (Lozère).
— 175 — 14, — Moselle, *lire* Sarre.
— 200 — 17, — pyrite, *lire* marcasite.
— 201 — 5, — Vosges, *lire* Jura.
— 225 — 15, — Mine de la Touche (Finistère), *lire* Mine de la Touche (Ille-et-Vilaine).

Page 232, ligne 23, *au lieu de* + 7 H^2O, *lire* + 5 H^2O.
— 344 — 31, — h^1 (001), *lire* h^1 (100).
— 359 — 18, — (3.6.7.17.12), *lire* (37.17.12).
— 370 — 26, — 2 E = 23° 2′, *lire* 2 E = 28°7′.
— 405 — 21, — Zoza, *lire* Joja.
— 470, analyse, — Al^2O^3, *lire* Mn^2O^3.
— 505, ligne 14, — a_4 (332), *lire* a_4 (532).
— 539 — 15, — $(Al\ Fe)^3$, *lire* $(Al\ F)^3$.
— 550 — 5, — Tobernite, *lire* Torbernite.
— 559 — 2, — 2 (Ca F) $Ca^4\ (PO^4)^3$ + $H^2\ O$, *lire* $(CaF)^2\ Ca^8\ (PO^4)^6$ $Ca\ CO^3$ + $H^2\ O$.
— 611 — 6, — Marorano, *lire* Morarano.
— 613 — 5, — $U^2\ O^3$, *lire* $U\ O^3$.
— 621 — 32, — saturée, *lire* polymérisée.
— 628 — 10, — Ronchamp (Vosges), *lire* Ronchamp (Haute-Saône).
— 655 — 16, — Ostricourt (Pas-de-Calais), *lire* Ostricourt (Nord).
— 663 — 15, — nord, *lire* sud.
— 687 — 38, — Ampasihiatra, *lire* Ampatsikahitra.
— 688 — 8, — Marorano, *lire* Morarano.
— 688 — 20, — nord-ouest, *lire* sud-ouest.
— 691, légende fig. 3, *au lieu de* Batafo, *lire* Betafo.
— 701, ligne 9, *au lieu de* Moroandro, *lire* Maroando.
— 709 — 25, — îlot de la Comtesse, près Erquy, *lire* îlot de la Comtesse, près Saint-Quay-Portrieux.
— 721 — 19, — g^2 (130), *lire* g^3 (120).
— 777 — 18, — Ampasihiatra, *lire* Ampatsikahitra.
— 807 — 20, — Marorano, *lire* Morarano.
— 807 — 24, *supprimer* « et aussi Lapatorendrika, etc. ».
— 809 — 21, *au lieu de* 1,5811, *lire* 1,5911.
— 810, légende fig. 1, *au lieu de* Vorobejvite, *lire* Vorobiévite.
— 810 — fig. 1, — a^1, *lire p*.
— 811 — fig. 2, — a^1, *lire p*.
— 812 — fig. 4 et 5, *au lieu de* Vorobejvite, *lire* Vorobiévite.
— 817, ligne 29, *au lieu de* Miatsiatra, *lire* Matsiatra.
— 820 — 2, — Sainte-Marie de Servoz (Savoie), *lire* Sainte-Marie-de-Servoz (Haute-Savoie).
— 844 — 6, — Tsimivolovolo, *lire* Tsimbolovolo.
— 846 — 28, — Iaraony, *lire* Faraony.
— 850 — 15, — la stibine, *lire* la molybdénite.
— 851 — 26, — Lozère (mines de Flaviac), *lire* Ardèche (mine de Flaviac).
— 855 — 13, — Flaviac (Lozère), *lire* Flaviac (Ardèche).
— 856 — 5, — Aranomalaza, *lire* Andranomalaza.
— 857 — 28, — Madagascar, *lire* Tunisie.
— 860 — 9, — Giez (Savoie), *lire* Giez (Haute-Savoie).

Page 860, ligne 22, *au lieu de* Djelfa (Rang-el-Melah) (Oran), *lire* Djelfa (Rang-el-Melah), Alger.
— 868 — 21, — Alpes (Basses-Alpes), *lire* Alpes (Isère).
— 868 — 26, *supprimer* Isère.
— 871, ligne 12, *au lieu de* Mérinchal (Puy-de-Dôme), *lire* Mérinchal (Creuse).
— 884, lignes 26 et 27, *supprimer* des bords de la Manandona.
— 893, ligne 26, *au lieu de* Antoby à 9 kil. N. d'Ambohimarina (district d'Antsirabé), *lire* Antoby, district d'Ambohimasina.
— 904 — 17, — Bororoha, *lire* Beroroha.
— 904 — 19, — Ambatofiha, *voir* Ambatofia.
— 912 — 5, — Fritschéite, *lire* Fritzschéite.

TOME V

Page 97, ligne 6, *au lieu de* Bacillly, *lire* Bucilly.
— 103 — 27, Antraigues-sur-Volane, *ajouter* Olivine I.188.
— 104 — 12, *au lieu de* Ardennais, *lire* Ardennes.
— 112 — 13, — Auzette, rivière, *lire* Ozète, rivière, Haute-Vienne.
— 114 — 27, — Baillabatz, *lire* Baillasbats.
— 127 — 26, — Bissey, *lire* Bissey-sous-Cruchaud.
— 137 — 1, — Brossain, *lire* Brossaine.
— 137 — 37, — Bruille, *lire* Bruille-les-Marchiennes.
— 137 — 41, — Brujalaine, *lire* Brujaleile.
— 141 — 40, — Canavraggio, *lire* Canavraggia.
— 377, *ajouter* aux Iles Anglo-Normandes :

L'Etacq. Jersey.
Molybdénite V. 85.
Wulfénite V. 85.
Zircon V. 90.
Montorgueil. Jersey.
Zircon V. 90.

Page 468, avant la ligne 1, mettre le titre :

MANGANITES HYDRATÉS.

Page 470 à 473. Dans les titres, *au lieu de* Phosphates, *lire* Phosphates, arséniates.....
— 488, 2e colonne, ligne 10 en remontant, *au lieu de* leucoyène, *lire* leucoxène.

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR

Paris, 15, rue des Saints-Pères. — Liège, 21, rue de la Régence.

EXTRAIT DU CATALOGUE

Les enclaves des roches volcaniques, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle, 1 volume grand in-8° de 710 pages avec 35 figures dans le texte, 8 planches en couleur (représentant 96 préparations microscopiques) et index géographique.

Cet ouvrage, tiré à petit nombre d'exemplaires et mis en vente à 30 fr. (1893), est sur le point d'être épuisé..... 40 fr.

Minéralogie de la France et de ses colonies, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. Tome I, grand in-8° de xx-723 pages avec nombreuses figures dans le texte..... 30 fr.
Tome II, grand in-8° de 804 pages avec nombreuses fig. dans le texte..... 30 fr.
Tome III, *id*..... 30 fr.
Tome IV, *id*..... 35 fr.
Tome V et dernier.

Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 23 figures dans le texte et 3 planches..... 6 fr. 75

Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact. 1er Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège*, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 3 planches..... 3 fr. 75
— 2e Mémoire : *Les contacts de la haute Ariège, de l'Aude, des Pyrénées-Orientales et des Hautes-Pyrénées*. 1 volume grand in-8° avec 16 figures et 3 planches..... 3 fr.

Le gabbro du Pallet et ses modifications, par A. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. 1 volume grand in-8° avec 14 figures dans le texte et 1 planche..... 3 fr. 25

Roches de l'Ariège et de l'Auvergne. — I. Contribution à l'étude des roches métamorphiques et éruptives de l'Ariège (feuille de Foix). — II. Sur les enclaves acides des roches volcaniques de l'Auvergne, par A. Lacroix, 1 brochure grand in-8°, avec 12 figures dans le texte..... 3 fr.

Les minéraux des roches. 1° Application des méthodes minéralogiques et chimiques à leur étude microscopique, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 2° Données physiques et optiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume grand in-8°, avec de nombreuses figures dans le texte et une planche en couleur..... 12 fr. 50

Tableaux des minéraux des roches. Résumé de leurs propriétés optiques, cristallographiques et chimiques, par A. Michel Lévy et A. Lacroix. 1 volume in-4, relié..... 6 fr.

Structures et classification des roches éruptives, par A. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines. 1 volume grand in-8°..... 5 fr.

Minéralogie. Manuel pratique de minéralogie, introduction à l'étude scientifique des minéraux. *Propriétés essentielles des minéraux. Description des espèces minérales les plus importantes*, par H. A. Miers, professeur de minéralogie à l'Université d'Oxford, traduit de l'anglais par O. Chemin, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite, 1 volume in-8°, avec 716 figures dans le texte et 2 planches en couleur hors texte. Relié..... 20 fr.

Cristallographie. *Déformation homogène. Groupements cristallins. Symétrie apparente. Polymorphisme. Isomorphisme*, par F. Wallerant, Membre de l'Institut, Professeur de minéralogie à la Sorbonne, 1 volume in-8° avec 230 figures. Relié... 18 fr.

Pétrographie. Études de pétrographie. Introduction à l'étude microscopique des roches, par A. Harker, professeur de géologie à l'Université de Cambridge, traduit par O. Chemin. 1 volume in-8° contenant 75 figures dans le texte. Relié... 12 fr. 50

Carte géologique de la France au $\frac{1}{80000}$, publiée par le Ministère des Travaux publics. (*Demander le catalogue des cartes parues.*)

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

196